

Coletânea Interfaces entre Ambiente, Saúde e Sustentabilidade:
construindo diálogos e atuações interdisciplinares, n. 6



CAMINHOS VERDES: INTERFACES SAÚDE E AMBIENTE PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Leandro Luiz Giatti
Thiago Nogueira
Ana Júlia F. L. G. Lemes
Organizadores



**Coletânea Interfaces entre Ambiente, Saúde e Sustentabilidade:
construindo diálogos e atuações interdisciplinares, n. 6**

CAMINHOS VERDES: INTERFACES SAÚDE E AMBIENTE PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

DOI 10.11606/9786588304136

**Leandro Luiz Giatti
Thiago Nogueira
Ana Júlia F. L. G. Lemes
Organizadores**

**Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública**

São Paulo

2024





"Esta obra é de acesso aberto. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e a autoria e respeitando a Licença Creative Commons indicada."

Os autores são exclusivamente responsáveis pelas ideias, conceitos, citações e imagens apresentadas neste livro.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor: Carlos Gilberto Carlotti Junior
Vice-Reitora: Maria Arminda do Nascimento Arruda

FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA

Diretor: José Leopoldo Ferreira Antunes
Vice-Diretora: Patricia Constante Jaime

CONSELHO EDITORIAL

Angela Maria Belloni Cuenca (Presidente)
Aline Rissatto Teixeira
Alisson Diego Machado
Carinne Magnago
Denise Pimentel Bergamaschi
Fabíola Zioni
Gizelton Pereira Alencar
José Luis Negrão Mucci
Maria Cristina da Costa Marques
Maria do Carmo Avamilano Alvarez
Maria Tereza Pepe Razzolini

Organizadores

Leandro Luiz Giatti
Thiago Nogueira
Ana Júlia F. L. G. Lemes

Produção e Realização

Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade - Faculdade de Saúde Pública - USP

Produção Editorial

Edu Ambiental Serviços

Secretaria Editorial

Soraia Fernandes

Foto da Capa

Leandro Luiz Giatti

Apoio técnico:

Equipe da Biblioteca da Faculdade de Saúde Pública da USP

Av. Dr. Arnaldo, 715
01246-904 - Cerqueira César - São Paulo - SP
<http://www.biblioteca.fsp.usp.br>
markt@fsp.usp.br

Catalogação na Publicação Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública

Caminhos verdes : interfaces saúde e ambiente para o desenvolvimento sustentável [recurso eletrônico] / Leandro Luiz Giatti, Thiago Nogueira, Ana Júlia F. L. G. Lemes (Organizadores). São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 2024. 399 p. : il. color. PDF -- (Coletânea Interfaces entre Ambiente, Saúde e Sustentabilidade: construindo diálogos e atuações interdisciplinares ; n. 6)

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-88304-13-6 (eletrônico)

DOI 10.11606/9786588304136

1. Meio Ambiente e Saúde Pública. 2. Desenvolvimento Sustentável.
3. Saúde Global. I. Giatti, Leandro Luiz. II. Nogueira, Thiago. III. Lemes, Ana Júlia F. L. G.

CDD 363.1

**Coletânea Interfaces Ambiente, Saúde e Sustentabilidade:
construindo diálogos e atuações interdisciplinares**

Comissão Editorial

Adalgiza Fornaro (USP); Alba Regina Azevedo Arana (UNOESTE); Ana Karina Merlin do Imperio (USP); Ana Paula Francisco (SENAI-SP); Anne Dorothée Slovic (USP); Arlindo Philippi Junior (USP); Cleverson Andreoli (Andreoli Engenheiros Associados); Débora Souza Alvim (USP); Deusmaque Carneiro Ferreira (UFTM); Gabriela Marques Di Giulio (USP); Gonçalo Santinha (UA); Helena Ribeiro (USP); Jairo L. Schimitt (UFAL); João de Assunção (USP); Júlio Barboza Chiquetto (USP); Katia Viana Cavalcante (UFAM); Kelly Polido Kaneshiro Olympio (USP); Leandro Luiz Giatti (USP); Liliana Pena Naval (UFT); Maria Aurora Santos da Mota (UFPA); Maria da Penha Vasconcellos (USP); Maria do Carmo Martins Sobral (UFPE); Maria Tereza Pepe Razzolini (USP); Mario Augusto Goncalves Jardim (MPEG); Paulo Sergio Cardoso da Silva (IPEN); Sofia Oliver (USP); Soraya Nór (UFSC); Wanda Maria Risso Günther (USP); Wanderley Paganini (USP); Werônica Meira de Souza (UFRPE).

Sumário

Prefácio.....	7
Apresentação.....	10

Parte I – Gestão da qualidade do ar e inovação

Capítulo 1

Caracterização da qualidade do ar atmosférico na cidade de São Paulo para compostos do grupo BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos), utilizando amostradores passivos.....	15
Rafael Leocádio Franklin, João Vicente de Assunção, Regina Maura de Miranda e Átila Ferreira Pessoa	

Capítulo 2

Inventário de emissões de poluentes atmosféricos para fontes industriais no estado de São Paulo: perspectivas governamental e científica	47
Tailine Corrêa dos Santos, Iara da Silva, Leila Droprinchinski Martins e Edmilson Dias de Freitas	

Parte II – Gestão de resíduos sólidos e inovação

Capítulo 3

Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos: fundamentos legais, contextualização de políticas públicas de fomento à regionalização e a efetivação das soluções consorciadas	79
José Valverde Machado Filho	

Capítulo 4

Coleta conteinerizada e mecanizada de resíduos sólidos no contexto do espaço urbano	97
Nathália Soares Costa e Ednilson Viana	

Capítulo 5

- Crédito de logística reversa de embalagens pós-consumo: avaliação dos efeitos dos programas em cooperativas de catadores no município de São Paulo – SP 121
Jackeline Maria Alves Perônico e Ednilson Viana

Capítulo 6

- Resíduos sólidos de usuários na rodovia: estudo de caso da BR 116/SP-PR 145
Rodrigo Tadeu Oliveira Ribeiro e Ednilson Viana

Parte III – Ambiente urbano, infraestrutura e interfaces com o desenvolvimento sustentável**Capítulo 7**

- Instrumentos de gestão para o enfrentamento de problemas urbanos complexos: uma proposta de Índice de Vulnerabilidade Socioambiental 176
Djonathan Gomes Ribeiro e Maria da Penha Vasconcellos

Capítulo 8

- Iniciativas coletivas em espaços públicos durante a pandemia de Covid-19: o caso da Praça Homero Silva no município de São Paulo (SP) 198
Natalia Zafra Goettlicher e Sonia Maria Viggiani Coutinho

Capítulo 9

- Uma proposta de critérios ambientais, sociais e de governança (ESG) para o setor de saneamento 222
Camila Paulini e Wanderley da Silva Paganini

Parte IV – Serviços ambientais e mitigação às crises planetárias**Capítulo 10**

- Estratégias de infraestrutura verde para mitigação da poluição atmosférica no ambiente urbano 242
Thiago Luiz Salvadeo Santos, Leandro Luiz Giatti e Thiago Nogueira

Capítulo 11

- Créditos Voluntários de Biodiversidade como solução para o investimento em conservação de áreas verdes em cidades..... 270
Ana Júlia Fonseca da Luz Giacometti Lemes, Fernanda Mendes de Rezende e Marcos Silveira Buckeridge

Capítulo 12

- Plantadores de água e a metodologia para avaliação socioambiental do “Programa Produtor de Água de Guaratinguetá (SP)” - (PSA-Hídrico) 297
Francis Marney Policarpo de Souza e Paulo César Xavier Pereira

Parte V – Território, ambiente e atenção à saúde

Capítulo 13

- A trajetória do Programa Ambientes Verdes e Saudáveis, 2009-2022 – promovendo saúde pela cidade de São Paulo..... 327
Mateus Henrique Amaral e Daniela Ribeiro Barbosa

Capítulo 14

- Território e Saúde: percepções numa comunidade da Amazônia Quilombola 349
Joana Maria Borges de Freitas e Júlio Cesar Schweickardt

Capítulo 15

- Produção do cuidado em saúde no território líquido amazônico: o que podem as redes vivas? 367
Josiane de Souza Medeiros, Júlio César Schweickardt e Fabiana Mânicia Martins

Sobre os organizadores 390

Sobre os autores 392

Prefácio

O mundo contemporâneo está marcado por crises agudas, correlacionadas entre si, e que ensejam transições na forma como o ser humano se relaciona com o planeta terra.

A crise da perda da biodiversidade talvez seja a mãe de todas elas. Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), as demandas de exploração da natureza para manter o estilo de vida atual exigem recursos que ultrapassam a capacidade do ecossistema terrestre, utilizamos cerca de 1,6 Terras para manter este estilo de vida. Essa exploração descontrolada é insustentável e causa danos extremos na biodiversidade do planeta: cerca de 1 milhão, dos 8 milhões estimados, das espécies de plantas e animais do planeta estão ameaçados de extinção¹.

A resposta está anunciada, primeiro pelas Metas de Aichi², pactuadas na COP 10, em 2010, e que embora não tenham sido cumpridas, ensejam a primeira ação global estruturada para conter a perda da biodiversidade em escala planetária e em todos os seus níveis. As Metas de Aichi para a Biodiversidade foram substituídas recentemente pelo Marco Kunming-

1 Mais informações disponíveis em: UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *Facts about the nature crisis*. Nairobi: UNEP, [2024]. Disponível em:https://www.unep.org/facts-about-nature-crisis?gad_source=1&gclid=CjwKCAjww_iwBhApEiwAu-G6ccCX7i56UQ62VdgE1AbN0oLLrJDNQUR7_Xw_RRU-gkmeMAuUdxOxXXxoCBJkQAvD_BwE Acesso em: 27 ago. 2024.

2 Mais informações sobre as Metas de Aichi disponíveis em: CBD – CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. Montreal: CBD, [2024]. Disponível em: <https://www.cbd.int/sp/targets> Acesso em: 27 ago. 2024.

-Montreal³, pactuado na COP15, que oferece à humanidade um conjunto claro de medidas, que se adotadas na intensidade pactuada, e no prazo acordado, até 2030, por certo significarão uma inflexão no quadro gravíssimo que predomina atualmente.

A segunda crise que vale menção neste prefácio é a crise climática. Todas as medições apontam para a insuficiência das medidas adotadas para conter o aquecimento global. Manter a temperatura da terra em 2 graus Celsius, preferencialmente 1,5 a mais que os níveis pré-industriais nos parece cada vez menos possível.

Os eventos extremos se intensificam e se multiplicam, e adaptar as nossas cidades já não é uma escolha, mas uma ação imperativa e urgente.

Ambas as crises se alimentam do modelo de vida vigente, e se fortalecem mutuamente enquanto se agravam, com consequências desafiadoras, como a crise sanitária do Covid-19, por exemplo.

É exatamente nesse contexto que a iniciativa do Programa de Pós-Graduação Profissional em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade da Faculdade de Saúde Pública da USP em publicar este livro, organizado pelos Professores Leandro Luiz Giatti, Thiago Nogueira e pela mestrandona Ana Júlia Fonseca da Luz Giacometti Lemes, ganha relevância e pertinência.

O leitor encontrará um repertório que mescla soluções inovadoras, boas práticas, estudos de caso e recomendações, de forma a situá-lo nesse universo de transições impostas pela necessidade.

Dos critérios de ESG⁴ específicos para o setor de água e saneamento, apresentados de forma crítica e assertiva pelos autores Camila Paulini e Wanderley Paganini no capítulo 9, à discussão sobre créditos voluntários de biodiversidade, analisados no capítulo 11, por Ana Júlia Lemes, Fernanda Rezende e Marcos Buckeridge, o leitor é estimulado a interagir com um tipo de referência aplicável nas searas pública e privada, mas que precisa de luz e escala.

No capítulo 14, Joana de Freitas e Júlio Cesar Schweickardt, ao apresentarem as percepções em um território (Quilombola) da Amazônia, nos lembram que “a saúde não é simplesmente a ausência de doenças”.

Essa é a essência do livro, que propõe, do começo ao fim, reflexões e inspirações para a mudança mais difícil de todas, a comportamental.

3 Mais informações sobre o Marco Kunming-Montreal disponíveis em: UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework*. Montreal: UNEP, 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/kunming-montreal-global-biodiversity-framework> Acesso em: 27 ago. 2024.

4 Sigla em inglês para Meio Ambiente (Environmental), Social (Social) e Governança corporativa (Governance).

As transições necessárias para estancar as crises atuais somente irão se converter em novo paradigma por meio de uma nova cultura. Tanto no plano individual, como bem destacam Rodrigo Ribeiro e Ednilson Viana, que são precisos no capítulo 6, em que levamos um susto com a quantidade de resíduos sólidos de usuários na rodovia 116 SP-PR. Como no plano institucional e corporativo que requer outros padrões de regulação, por um lado, e produção e consumo, por outro.

O caminho que o livro nos aponta é claro. A crise de fundo é ética. Enfrentá-la é uma opção que requer uma revisão profunda de velhos hábitos para edificar um novo mundo. Conhecer o caminho pode ser a melhor forma de começar.

Boa leitura a todos!

Rodrigo Perpétuo
Secretário Executivo do ICLEI América do Sul e Doutorando do
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da USP

Apresentação

Por Leandro Luiz Giatti, Thiago Nogueira e Ana Júlia F. L. G. Lemes

Caminhos Verdes: Interfaces Saúde e Ambiente para o Desenvolvimento Sustentável é o **sexto livro** que integra a *Coletânea Interfaces Ambiente, Saúde e Sustentabilidade: construindo diálogos e atuações interdisciplinares* do Programa de Pós-Graduação Ambiente, Saúde e Sustentabilidade, da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Quando olhamos para a natureza, encontramos um reflexo de nós mesmos, uma trama complexa de relações e interconexões que sustentam a vida em nosso planeta. Como árvores majestosas somos chamados a explorar as raízes profundas que nos ligam ao ambiente, à saúde e ao desenvolvimento sustentável. Na intersecção do desenvolvimento sustentável com a saúde humana há ainda muitos desafios, contudo, há também muitas experiências e inovações inspiradoras que podem enriquecer o debate e contribuir para o estabelecimento de ações concretas, com ganhos múltiplos em várias dimensões. Neste livro, nos inspiramos em conhecimentos plurais, multi e interdisciplinares, e assim exploramos atributos ecossistêmicos para caracterizar caminhos viáveis para enfrentar as múltiplas crises que afetam o ambiente e os humanos.

Organizado em cinco partes, o livro é composto por 15 capítulos, que ao longo das páginas mergulham e transitam em questões urgentes e persistentes, mas não se limitam a problematizar. Este livro é mais do que uma compilação de capítulos sobre temas diversos. É uma jornada de descobertas, possibilidades e soluções pertinentes. Convidamos você a se aventurar por caminhos que nos levam da floresta urbana aos rios da Amazônia, das políticas públicas às iniciativas individuais e comunitárias.

Iniciamos a jornada na cidade de São Paulo, Brasil. Na **Parte I**, intitulada **Gestão da qualidade do ar e inovação**, dois capítulos analisam o ce-

nário histórico da qualidade do ar em diferentes perspectivas, trazendo luz à qualidade do ar atmosférico nas metrópoles. Os títulos são “*Caracterização da qualidade do ar atmosférico na cidade de São Paulo para compostos do grupo BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos), utilizando amostradores passivos*” e “*Inventário de emissões de poluentes atmosféricos para fontes industriais no estado de São Paulo: perspectivas governamental e científica*”. Suas discussões, que envolvem inclusive o efeito da pandemia de Covid-19 neste aspecto, podem servir como base para a formulação de políticas eficientes e auxiliar no cumprimento da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, especificamente a meta 11.6 de reduzir o impacto ambiental negativo com atenção à qualidade do ar e a meta 11.3, de aumentar a urbanização inclusiva e sustentável e a capacidade de planejamento e gestão participativos.

A **Parte II**, intitulada **Gestão de resíduos sólidos e inovação**, oferece uma visão abrangente dos desafios e oportunidades no campo do gerenciamento de resíduos sólidos, revelando a complexidade desse tema crucial para a sustentabilidade ambiental e social. O capítulo “*Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos: fundamentos legais, contextualização de políticas públicas de fomento à regionalização e a efetivação das soluções consorciadas*”, traz uma contribuição inovadora apresentando e discutindo sobre um segmento de gestão de resíduos que consta como campo ainda pouco explorado, mas de grande importância no conectado mundo contemporâneo.

No capítulo “*Coleta conteinerizada e mecanizada de resíduos sólidos no contexto do espaço urbano*”, são exploradas experiências internacionais e brasileiras relacionadas à conteinerização como uma solução para a coleta de resíduos, examinando aspectos como operacionalização, impacto ambiental e aceitação pública.

O capítulo “*Crédito de logística reversa de embalagens pós-consumo: avaliação dos efeitos dos programas em cooperativas de catadores no município de São Paulo – SP*” explora os programas de crédito de logística reversa, particularmente focados em apoiar organizações de catadores, mas também destacando desafios como a falta de regulamentação e transparência nas negociações. Encerrando esta parte do livro, o capítulo “*Resíduos sólidos de usuários na rodovia: estudo de caso da BR 116/SP-PR*” discute o impacto da ação do descarte irregular de resíduos por usuários de rodovias, na saúde pública e no meio ambiente.

Adentrando mais na dinâmica social e ambiental das cidades, a **Parte III**, intitulada **Ambiente urbano, infraestrutura e interfaces com o desenvolvimento sustentável** traz uma visão sobre as desigualdades territoriais, o uso de espaços públicos e o saneamento. O capítulo “*Instrumentos de gestão para o enfrentamento de problemas urbanos complexos: uma proposta*

de Índice de Vulnerabilidade Socioambiental” apresenta a relação entre pobreza e sustentabilidade ambiental, destacando a necessidade de indicadores desagregados para monitorar a efetividade de políticas integradas que visam mitigar desigualdades territoriais. O capítulo “*Iniciativas coletivas em espaços públicos durante a pandemia de Covid-19: o caso da Praça Homero Silva no município de São Paulo (SP)*” narra a experiência relacionada a um espaço público localizado no bairro Pompeia, na Zona Oeste da capital paulista, durante a pandemia, expondo como as ações coletivas e individuais podem influenciar o uso e conservação de espaços públicos urbanos e destacando a importância das áreas verdes como locais de articulação social. O capítulo “*Uma proposta de critérios ambientais, sociais e de governança (ESG) para o setor de saneamento*” revisa o contexto do saneamento no Brasil e avalia o desempenho de companhias de saneamento em critérios ambientais, sociais e de governança, fornecendo uma estrutura para avaliação e tomada de decisões por instituições ambientais e fiscalizadoras.

Uma visão abrangente das complexidades e oportunidades relacionadas à gestão e conservação de áreas verdes urbanas e rurais é apresentada na **Parte IV**, intitulada **Serviços ambientais e mitigação às crises planetárias**. O capítulo “*Estratégias de infraestrutura verde para mitigação da poluição atmosférica no ambiente urbano*” discute como infraestruturas verdes podem contribuir para a mitigação da poluição atmosférica e também apresenta diretrizes que podem ser adotadas pela sociedade civil, tomadores de decisão e o setor empresarial para reduzir a exposição das pessoas aos poluentes atmosféricos.

O capítulo “*Créditos Voluntários de Biodiversidade como solução para o investimento em conservação de áreas verdes em cidades*” apresenta uma abordagem inovadora para financiar a conservação da biodiversidade em ambientes urbanos, analisando o potencial dos Créditos Voluntários de Biodiversidade como instrumento econômico. O capítulo “*Plantadores de água e a metodologia para avaliação socioambiental do “Programa Produtor de Água de Guaratinguetá (SP) – (PSA-Hídrico)”*” examina as políticas de recuperação ambiental das áreas verdes de interesse hidrológico, com foco em um programa que busca compreender as correlações entre conservação e uso sustentável dos recursos naturais em meio rural.

A conexão com a saúde humana, é feita na **Parte V**, intitulada **Território, ambiente e atenção à saúde**, enriquecendo o debate sobre diferentes perspectivas acerca da promoção da saúde em contextos urbanos, rurais e em territórios de biomas amplamente conservados. O capítulo “*A trajetória do Programa Ambientes Verdes e Saudáveis, 2009-2022 – promovendo saúde pela cidade de São Paulo*” destaca um programa inovador que associa saúde e

ambiente, descrevendo seu processo de implantação e experiências positivas ao longo dos anos, visando fornecer *insights* para gestores municipais e líderes comunitários. O capítulo “Território e Saúde: percepções numa comunidade da Amazônia Quilombola” concentra-se na relação entre o ambiente e a produção de saúde em uma comunidade tradicional na região amazônica, explorando as concepções locais sobre seu território e saúde, com o objetivo de promover saúde e bem-estar a partir de suas percepções. Por fim, o capítulo “Produção do cuidado em saúde no território líquido amazônico: o que podem as redes vivas?” aborda como as redes vivas, presentes nos territórios ribeirinhos amazônicos, produzem cuidado em um contexto marcado pela ausência de serviços de saúde tradicionais, destacando a importância dessas redes na promoção da saúde em comunidades remotas. Juntos, os capítulos destacam a importância de considerar as especificidades locais e as percepções das comunidades envolvidas para a promoção da saúde.

Da mesma forma, vamos adentrar o universo das Interfaces entre Ambiente e Saúde para o Desenvolvimento Sustentável e deixar que a sabedoria da natureza nos guie em cada passo do caminho.

Parte I

**Gestão da qualidade
do ar e inovação**

1

Caracterização da qualidade do ar atmosférico na cidade de São Paulo para compostos do grupo BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos), utilizando amostradores passivos¹

Rafael Leocádio Franklin
João Vicente de Assunção
Regina Maura de Miranda
Átila Ferreira Pessoa

INTRODUÇÃO

A cidade de São Paulo, bem como a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), é notadamente conhecida pelos polos industriais existentes desde o início do século passado como também possui uma grande frota de veículos automotores. Em função deste intenso processo de urbanização os principais poluentes encontrados na cidade estão relacionados principalmente a processos de combustão e compreendem grandes concentrações de monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), compostos orgânicos voláteis (COVs), material particulado (MP) e ozônio (O₃), (Ueda, 2010).

Segundo dados da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), cerca de 187 mil t de poluentes de origem veicular foram lançadas na atmosfera da RMSP, em 2018, ao passo que deste total 26 mil t foram

¹ Este capítulo tem como base a dissertação do primeiro autor. FRANKLIN, R. L. *Caracterização da qualidade do ar atmosférico na Cidade de São Paulo para compostos do grupo BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos), utilizando amostradores passivos.* 2022. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

especificamente de COVs (Cetesb, 2019a). A frota circulante de veículos automotores da cidade de São Paulo representa 62% dessa frota, mostrando sua importância na região, conforme Cetesb (2022a).

Com relação às emissões industriais, de acordo com Cetesb (2013), cerca de 38 mil t de poluentes foram lançadas na atmosfera da RMSp, em 2013, sendo 9 mil t somente de COVs. Não há informações específicas para a cidade de São Paulo.

Conforme Cetesb (2022b) e Usepa (2009), COVs, ou na sigla em inglês VOCs, são compostos orgânicos voláteis constituídos de carbono que participam de reações fotoquímicas atmosféricas, exceto monóxido de carbono, dióxido de carbono, ácido carbônico, carbetas metálicos ou carbonatos, além de carbonato de amônia.

Ainda dentro dos COVs, encontra-se o grupo de compostos classificados como hidrocarbonetos (HC), constituídos apenas por carbono e hidrogênio, e em sua grande maioria são provenientes do petróleo ou do gás natural, tendo como fontes as emissões veiculares, processos industriais, entre outras.

Com relação às emissões de hidrocarbonetos na RMSp, cerca de 70% delas são provenientes de emissões veiculares, enquanto os processos industriais são responsáveis por 18% das emissões deste grupo de compostos, conforme Cetesb (2023). Não há informações específicas para a cidade de São Paulo.

Os impactos decorrentes da poluição atmosférica podem ser observados a partir dos dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), onde estima-se que cerca de 50 mil pessoas morreram no Brasil, em 2016, decorrentes da poluição do ar vitimadas por doenças pulmonares e/ou cardíacas de acordo com WHO (2022).

Com relação aos COVs, destaca-se o benzeno, notadamente cancerígeno (IARC, 2023; Usepa, 1998), e o etilbenzeno, classificado como possivelmente carcinogênico conforme IARC (2023).

Outra importante razão para o interesse nos COVs é o fato deles serem precursores de poluentes secundários formados na atmosfera, em especial por processo fotoquímico, tais como ozônio, nitrato de peroxyacetila (PAN) e aerossóis secundários orgânicos (Alvim et al., 2011). Além disso, mais de 40% da formação de massa final de partículas pode ser devida à emissão de hidrocarbonetos (HC), principalmente os aromáticos, (Andrade et al., 2017).

De modo geral, os compostos aromáticos se caracterizam por possuir um ou mais anéis benzênicos em sua formação como o próprio benzeno e etilbenzeno, como também tolueno e xilenos. Estes compostos são

denominados como grupo BTEX, grupo este que foi o alvo da presente pesquisa em função da sua representatividade dentro das atmosferas urbanas, bem como decorrente da toxicidade que estes compostos possuem.

A Cetesb possui programas de monitoramento da qualidade do ar, contudo, tais programas não possuem foco detalhado na quantificação dos principais hidrocarbonetos. Dentro desses compostos, apenas benzeno e tolueno são monitorados e apenas em um único ponto dentro das 17 estações automáticas da rede de amostragem do ar na cidade de São Paulo, conforme observado em Cetesb (2019b).

Com relação à legislação brasileira, nota-se que não existem padrões de referência vigentes para avaliação e controle dos compostos BTEX na atmosfera, mesmo para o benzeno.

A quantificação e caracterização da qualidade do ar atmosférico no Brasil, especialmente para o composto benzeno, com amostradores passivos, já foi objeto de estudo em cidades como São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba, Salvador, Manaus, entre outras. Foram verificados estudos similares, para benzeno, que utilizaram amostradores passivos em grandes centros urbanos em Albuquerque (2007), Oliveira (2008), Godoi et al. (2013), Cruz et al. (2017) e Paralovo et al. (2016). Os resultados estão indicados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados de benzeno em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em estudo com amostradores passivos no Brasil

Local	Ano/Período Coleta	Concentração Média de Benzeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Referência
RMSP – SP	2004/2005	4,6	Albuquerque, 2007
São Paulo – SP	2007	2,6	Oliveira, 2008
Curitiba – PR	2009/2010	1,6	Godoi et al., 2013
Salvador – BA	2014	1,5	Cruz et al., 2017
Manaus – AM	2012/2013	0,7	Paralovo et al., 2016

Os primeiros estudos sobre COVs realizados no estado de São Paulo ocorreram nas décadas de 1990/2000 (Cetesb, 2016). Contudo, poucos dados de monitoramento da qualidade do ar e estudos destes compostos na cidade de São Paulo estão disponíveis na literatura, especialmente estudos que buscam uma caracterização analítica com ampla distribuição espacial de coleta de amostras, tendo em vista as dimensões da cidade.

Desta forma, verificou-se da necessidade de caracterizar a qualidade do ar atmosférico resultante de emissões veiculares e industriais na cidade de São Paulo com uma distribuição espacial maior e com foco no grupo BTEX, tendo em vista também que, atualmente, somente uma estação de monitoramento da Cetesb contempla poluentes deste grupo, mas apenas benzeno e tolueno. A avaliação do ar atmosférico foi realizada com a utilização de amostradores passivos de ar, distribuídos por áreas selecionadas na cidade.

Adicionalmente, a pesquisa também teve como objetivo identificar a principal fonte de emissão dos compostos de interesse e indicar a distribuição espacial das concentrações de BTEX nas áreas selecionadas na cidade de São Paulo.

MÉTODO

Para seleção dos locais de amostragem de ar buscou-se identificar áreas na cidade de São Paulo com diferentes tipos de intensidade de fluxo de veículos, ou seja, congestionado, moderado e baixo. Também foi considerado o tipo de uso e ocupação do solo, considerando regiões ou bairros com as principais vocações; industrial, comercial e residencial.

Desta forma, para o plano de amostragem, e consequentemente coleta de amostras do ar atmosférico, inicialmente foram definidas áreas que possuíam as seguintes características: i) próximas a vias de tráfego congestionado e a vias com baixo fluxo, para verificar a influência de fontes móveis; ii) próximas a áreas industriais, para avaliação da influência de fontes fixas; iii) próximas a estações de qualidade do ar da Cetesb, para acompanhamento de outros poluentes atmosféricos; iv) em zonas residenciais e mistas (comerciais e residenciais), para verificar o nível de exposição da população e v) em regiões de *background* para avaliação da qualidade do ar sem influência das fontes.

Considerando os critérios anteriores foram selecionados os seguintes locais/áreas, que estão mostrados na Figura 1:

- **Área 1 - Mooca:** Avenida Radial Leste, final do viaduto Alcântara Machado. Esta área, segundo a Companhia de Engenharia de Tráfego – (2019), possui o terceiro maior volume de veículos nos horários de pico na cidade de São Paulo e num raio de 1 km existe uma estação de qualidade do ar da Cetesb. Essa área é caracterizada por uma ocupação mista segundo a Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP) 2016, com residências, comércios e algumas poucas indús-

rias nas proximidades.

- **Área 2 - Paraíso:** Avenida 23 de Maio, entre o viaduto da Beneficência Portuguesa e Viaduto Tutóia. De acordo com CET (2019), essa região possui o maior volume de veículos nos horários de pico na cidade de São Paulo. A estação de qualidade do ar da Cetesb mais próxima está a 2,5 km no Parque do Ibirapuera. Conforme PMSP (2016), a área se caracteriza por ocupações residenciais e comércios/ serviços.
- **Área 3 - Santo Amaro:** Avenida das Nações Unidas, próxima a Ponte do Socorro. Além da avenida das Nações Unidas ser uma das principais vias de tráfego da cidade de São Paulo, a região da Ponte do Socorro possui uma ocupação do solo preferencialmente industrial, com alguns comércios e poucas residências. Adicionalmente, a estação da Cetesb de Santo Amaro está num raio de 1,5 km de distância.
- **Área 4 - Jaguaré:** Avenida Jaguaré, por volta do número 1.500. Nesta via o tráfego de veículos pode ser considerado moderado e a ocupação e uso do solo é preferencialmente comercial e residencial. Os pontos de amostragem estão distantes cerca de 500 m da Marginal Pinheiros. A estação da Cetesb está num raio de 1,5 km, localizada no interior da Universidade São Paulo, campus Butantã.
- **Área 5 - Pinheiros:** Quadra entre a Avenida dos Semaneiros e Avenida Professor Frederico Hermann Júnior. Este perímetro apesar de estar próximos a importantes avenidas como a Nações Unidas e Pedroso de Moraes, caracteriza por ser uma região residencial e com baixo tráfego nas ruas do contorno selecionado. A estação da Cetesb encontra-se dentro de um raio de 0,5 km do perímetro acima e adicionalmente esta estação realiza medições diárias das concentrações de benzeno e tolueno, sendo a única estação da cidade de São Paulo a realizar avaliação de compostos orgânicos voláteis (COVs).
- **Área 6 - Pico do Jaraguá:** Altura do número 4.000 da Estrada Turística do Pico do Jaraguá e com altitude média de 950 m. Essa região será caracterizada como *background* da cidade de São Paulo por estar situada fora da influência de vias de tráfego moderado a intenso e sem ocupações industriais nas proximidades. No local sugerido do

ponto de amostragem não existem ocupações num raio de 500 m. Dentro de um raio de 1 km existe uma estação da Cetesb.



Figura 1 – Áreas de amostragem definidas na cidade de São Paulo

Fonte: adaptada de Google Earth

Em cada área selecionada para amostragem foram posicionados três amostradores passivos distribuídos dentro de um raio máximo de 500 m entre eles. A coleta em triplicata teve o objetivo de minimizar potencial ausência de dados em caso de vandalismo e para melhorar a representatividade dos dados em cada área.

Os amostradores passivos foram instalados a 1,5 m a 2,0 m de altura em relação ao solo, em estruturas já existentes nas vias públicas como postes, grades ou outros possíveis suportes que propiciassem uma ampla circulação do ar no entorno do amostrador e o mantivesse em segurança

contra furto e vandalismo. A instalação foi feita com arame para fixação no ponto desejado.

Após fixação no ponto de amostragem os amostradores ficaram coletando por 21 dias (três semanas) e, após a sua retirada, os mesmos foram enviados diretamente para análise química em laboratório. Foi escolhido o tempo de coleta de 21 dias para se obter uma melhor representatividade temporal das amostras. Estudos como de Oliveira (2008) e Albuquerque (2007) já utilizaram este período de amostragem. As amostragens foram realizadas em três campanhas nos períodos de 18 de julho a 08 de agosto de 2020, 30 de janeiro a 20 de fevereiro de 2021 e 31 de julho a 21 de agosto de 2021.

O amostrador passivo utilizado neste estudo possui tamanho aproximado de 4 cm de diâmetro e sua área de abertura é de 0,053cm². Ele possui um corpo de vidro âmbar no formato cilíndrico e, em seu interior, possui uma resina adsorvente. A movimentação de contaminantes acontece pelo fenômeno de difusão dos gases e é criada pelo gradiente de concentração gerado pela presença do amostrador onde, nas suas proximidades, a concentração é menor, pois os contaminantes vão sendo retidos no elemento adsorvente. Comercialmente é chamado de Vsorber® e pertence ao Laboratório Vapor Solutions, representado pelo laboratório Econsulting, com sede em São Paulo – Capital e em Viamão, Rio Grande do Sul. O material adsorvente utilizado no amostrador foram as resinas Tenax Ta® e Carboxen®, ambas hidrofóbicas e muito utilizadas para quantificação de compostos aromáticos e clorados.

A análise das amostras foi realizada em dessorvedor térmico da marca Markes®, acoplado à um cromatógrafo a gás com espectrômetro de massas da marca (GCMS) Agilent, modelo 7890A® e 5973®, na sede do laboratório Vapor Solutions, na cidade de Viamão-RS. O método analítico que foi utilizado é o da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (Usepa), Method TO-17 (Usepa, 1999). Este método é específico para análise de elementos adsorvidos, com remoção por dessorção térmica e ele define diversos procedimentos e controles de qualidade. O método utilizado pelo laboratório é acreditado conforme norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT ISO/IEC 17025/2017, norma brasileira que trata de requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Os laudos analíticos do laboratório apresentam os controles de qualidade analíticos exigidos pela norma acima. O resultado é obtido em massa de contaminantes, em nanograma (ng), sendo o limite de quantificação (LQ), de 25 nanograma (ng) para cada um dos compostos BTEX. Excepcionalmente, nas amostras dos amostradores passivos, o laboratório também identificou

outros COVs, como cloreto de vinila, percloroetileno, 1,2,3 trimetilbenzeno e 1,2,4 trimetilbenzeno, utilizando a mesma metodologia analítica.

A conversão dos resultados em massa (ng) para concentração da amostra, em micrograma por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), foi realizada através de uma taxa de entrada específica de cada tipo de composto. Conforme Albuquerque (2007), esta taxa, também conhecida como *uptake rate*, fornece a massa efetivamente adsorvida em um dado tempo de amostragem e para uma determinada concentração média do poluente no ambiente. O *uptake rate* se pode ser obtido empiricamente e também pelas características físicas do amostrador e pelas características químicas dos compostos, principalmente a constante de difusividade no ar. Esta constante de difusividade no ar foi obtida em Usepa (2023a).

Na maioria dos casos as taxas de amostragem são fornecidas diretamente pelos fabricantes dos amostradores. Neste caso o próprio fabricante do amostrador forneceu as seguintes taxas ou *uptake rates* para os compostos: benzeno 0,35; tolueno 0,31; etilbenzeno 0,27; o-xileno 0,27 e xileno (m+p) 0,27. Para estas taxas de amostragem foram consideradas as seguintes condições meteorológicas: i) temperatura do ar: 25°C, permitindo uma oscilação de 10°C com alteração máxima de 5% na taxa, ii) velocidade do vento entre de 0,1m/s e 10m/s e iii) umidade relativa do ar entre 15% a 90%.

Para auxílio no tratamento dos dados obtidos nesta pesquisa foram utilizadas ferramentas estatísticas e modelos matemáticos como a Análise de Componentes Principais, de sigla PCA em inglês. Esta ferramenta foi utilizada através da linguagem de programação Python. Outra ferramenta estatística utilizada no tratamento dos dados foi a Fatoração de Matriz Positiva, de sigla PMF em inglês, tendo sido utilizado o software disponível em Usepa (2023b).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação da Frota de Veículos entre as Campanhas de Amostragem

Uma condição importante que deve ser mencionada na análise dos dados dos poluentes atmosféricos foi o isolamento social necessário em função da pandemia de Covid-19. Para que tal condição fosse avaliada no decorrer do tratamento dos dados, buscou-se entender qual era a frota circulante de veículos automotores na cidade de São Paulo no período de cada campanha de amostragem, tendo em vista que o número de pessoas em isolamento social variou ao longo da pandemia.

Desta forma, foi realizada uma consulta à CET e, a partir dos dados obtidos, foi elaborada a Tabela 2 que apresenta a circulação de veículos automotores no decorrer das campanhas.

Tabela 2 - Circulação de Veículos Automotores Durante as Campanhas de Amostragem

1º Campanha			2º Campanha			3º Campanha		
Data	Dia de Semana	Nº de Veículos	Data	Dia de Semana	Nº de Veículos	Data	Dia de Semana	Nº de Veículos
18/07/2020	Sábado	3.000.000	30/01/2021	Sábado	2.600.000	31/07/2021	Sábado	6.050.000
19/07/2020	Domingo	1.200.000	31/01/2021	Domingo	1.600.000	01/08/2021	Domingo	1.950.000
20/07/2020	Segundafeira	5.700.000	01/02/2021	Segundafeira	6.100.000	02/08/2021	Segundafeira	6.250.000
21/07/2020	Terça-feira	5.900.000	02/02/2021	Terça-feira	6.300.000	03/08/2021	Terça-feira	6.350.000
22/07/2020	Quarta-feira	5.800.000	03/02/2021	Quarta-feira	6.400.000	04/08/2021	Quarta-feira	6.500.000
23/07/2020	Quinta-feira	5.700.000	04/02/2021	Quinta-feira	6.300.000	05/08/2021	Quinta-feira	6.550.000
24/07/2020	Sexta-feira	6.200.000	05/02/2021	Sexta-feira	6.700.000	06/08/2021	Sexta-feira	6.900.000
25/07/2020	Sábado	3.200.000	06/02/2021	Sábado	4.700.000	07/08/2021	Sábado	6.100.000
26/07/2020	Domingo	1.100.000	07/02/2021	Domingo	1.600.000	08/08/2021	Domingo	4.250.000
27/07/2020	Segundafeira	5.600.000	08/02/2021	Segundafeira	6.200.000	09/08/2021	Segundafeira	6.550.000
28/07/2020	Terça-feira	5.900.000	09/02/2021	Terça-feira	6.400.000	10/08/2021	Terça-feira	6.600.000
29/07/2020	Quarta-feira	6.000.000	10/02/2021	Quarta-feira	6.500.000	11/08/2021	Quarta-feira	6.600.000
30/07/2020	Quinta-feira	5.600.000	11/02/2021	Quinta-feira	6.700.000	12/08/2021	Quinta-feira	6.650.000
31/07/2020	Sexta-feira	6.300.000	12/02/2021	Sexta-feira	6.700.000	13/08/2021	Sexta-feira	6.900.000
01/08/2020	Sábado	3.600.000	13/02/2021	Sábado	5.600.000	14/08/2021	Sábado	5.800.000
02/08/2020	Domingo	1.100.000	14/02/2021	Domingo	1.700.000	15/08/2021	Domingo	2.550.000
03/08/2020	Segundafeira	5.900.000	15/02/2021	Segunda-feira	5.800.000	16/08/2021	Segundafeira	6.450.000
04/08/2020	Terça-feira	6.000.000	16/02/2021	Terça-feira	5.400.000	17/08/2021	Terça-feira	6.600.000
05/08/2020	Quarta-feira	6.100.000	17/02/2021	Quarta-feira	6.300.000	18/08/2021	Quarta-feira	6.550.000
06/08/2020	Quinta-feira	6.100.000	18/02/2021	Quinta-feira	6.300.000	19/08/2021	Quinta-feira	6.650.000
07/08/2020	Sexta-feira	6.400.000	19/02/2021	Sexta-feira	6.500.000	20/08/2021	Sexta-feira	6.800.000
08/08/2020	Sábado	4.800.000	20/02/2021	Sábado	4.800.000	21/08/2021	Sábado	5.650.000
Total Veículos		107.200.000	Total Veículos			Total Veículos		
Média Diária		4.872.727	Média Diária			Média Diária		

Fonte: Adaptado de CET (2020).

Analisando os dados da Tabela 2, nota-se que a média diária de veículos circulantes na cidade apresentou um acréscimo de cerca de 9% entre a primeira campanha e a segunda campanha e outro acréscimo de 12% entre a segunda campanha e a terceira campanha.

Avaliando a campanha do inverno de 2020 e a do inverno de 2021 nota-se um aumento mais substancial, de cerca de 22,4%. Ou seja, a campanha do inverno de 2021 teve uma média diária com mais de 1.000.000 (um milhão) de veículos circulando nas ruas a mais que na campanha de 2020. A diferença no total de veículos circulantes no período de amostragem entre a primeira campanha (inverno 2020) e a terceira campanha (inverno 2021) foi de 24.050.000, uma diferença significativa de veículos. Tal fato se justifica pelo enfraquecimento das medidas de isolamento social no decorrer da pandemia.

Este aumento substancial do número de veículos entre as campanhas do inverno pode resultar num aumento das concentrações de poluentes atmosféricos, tendo em vista que as fontes móveis são a principal causa de poluição atmosférica em grandes centros urbanos como a cidade de São Paulo, conforme Sánchez (2019) e Albuquerque (2007).

Resultados Analíticos de BTEX no Ar Atmosférico

Para elaboração da tabela de resultado analítico dos amostradores passivos foram utilizadas as concentrações acima dos limites de quantificação do método bem como as concentrações acima dos limites de detecção. Tal prática foi adotada para aumentar o número de amostras com resultados analíticos e por consequência melhorar a representatividade estatística da pesquisa.

Desta forma foi solicitado ao laboratório Vapor Solutions o envio dos resultados analíticos das amostras que obtiveram concentrações acima dos limites de detecção do método para os compostos do grupo BTEX, assim como dos resultados para 1,2,4 trimetilbenzeno, 1,3,5 trimetilbenzeno, cloreto de vinila e tetracloroeteno, estes com a finalidade de analisar possível contribuição de origem industrial ou uso de solventes. As médias obtidas nas diversas campanhas estão apresentadas na Tabela 3.

Os resultados mostram que foram quantificadas concentrações de BTEX em cinco áreas da cidade, em todas as três campanhas realizadas. Em relação à Área 6 – Pico do Jaraguá, considerada como *background* da cidade neste estudo, os resultados deram abaixo do limite de detecção, na primeira e segunda campanhas. Porém, na terceira campanha desta área, houve

deteção e quantificação de tolueno em dois amostradores e de benzeno em um amostrador.

Observa-se que, na primeira campanha todos os resultados de benzeno ficaram abaixo do valor inferior das médias urbanas ($5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mencionadas pela OMS (WHO, 2000), com uma média geral entre as áreas de $2,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A média de BTEX nesta campanha para todas as áreas foi de $22,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A Área 3 - Santo Amaro foi a que mais quantificou BTEX nesta campanha ($30,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$), e a Área 1 - Mooca apresentou a menor quantificação, com $17,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

A Tabela 3 Médias das concentrações de cada composto do grupo BTEX, em $\mu\text{g}/\text{m}^3$, obtidas nas campanhas de amostragem, por área e por campanha de coleta.

Tabela 3 – Médias das concentrações de cada composto do grupo BTEX, em $\mu\text{g}/\text{m}^3$, obtidas nas campanhas de amostragem, por área e por campanha de coleta

Compostos	ÁREA 1 - Mooca			Área 2 - Paraíso			Área 3 - Santo Amaro		
	1º Campanha 18/07/20 - 08/08/20	2º Campanha 30/01/21 - 20/02/21	3º Campanha 31/07/21 - 21/08/21	1º Campanha 18/07/20 - 08/08/20	2º Campanha 30/01/21 - 20/02/21	3º Campanha 31/07/21 - 21/08/21	1º Campanha 18/07/20 - 08/08/20	2º Campanha 30/01/21 - 20/02/21	3º Campanha 31/07/21 - 21/08/21
	Média* da Campanha			Média* da Campanha			Média* da Campanha		
Benzeno	2,8	5,2	7,8	2,9	4,4	8,1	3,6	4,3	7,3
Tolueno	4,3	5,7	10,4	3,7	3,8	9,0	5,2	5,0	12,2
Etilbenzeno	2,1	3,3	2,9	2,3	1,5	2,3	4,5	2,3	6,4
Xileno (m+p)	5,8	8,2	6,4	6,0	2,5	5,4	12,4	5,0	14,3
o-Xileno	2,6	3,5	3,3	2,8	1,3	2,4	4,7	2,4	5,5
Soma BTEX	17,6	25,9	30,9	17,7	13,6	27,1	30,4	19,0	45,8

continua...

Compostos	Área 4 - Jaguaré			Área 5 - Pinheiros			Área 6 - Pico do Jaraguá - Background		
	1º Campanha 18/07/20 - 08/08/20	2º Campanha 30/01/21 - 29/02/21	3º Campanha 31/07/21 - 21/08/21	1º Campanha 18/07/20 - 08/08/20	2º Campanha 30/01/21 - 29/02/21	3º Campanha 31/07/21 - 21/08/21	1º Campanha 18/07/20 - 08/08/20	2º Campanha 30/01/21 - 29/02/21	3º Campanha 31/07/21 - 21/08/21
Benzeno	2,1	3,7	8,0	3,1	3,1	5,0	< L.D.	< L.D.	2,9
Tolueno	4,7	3,7	21,3	6,7	4,2	10,1	< L.D.	< L.D.	4,0
Etilbenzeno	4,3	1,0	3,3	2,4	1,8	3,8	< L.D.	< L.D.	< L.D.
Xileno (m+p)	12,0	2,5	7,0	4,8	3,6	7,7	< L.D.	< L.D.	< L.D.
o-Xileno	4,5	1,3	3,2	2,1	1,5	3,2	< L.D.	< L.D.	< L.D.
Soma BTEX	27,6	12,2	42,8	19,1	14,1	29,8	-	-	-

Legenda

< L.D. – concentração menor que o limite de detecção do método analítico

* – média aritmética

8,0 – concentração de benzeno superior ao valor do limite inferior das médias urbanas da WHO (2000, p. 62), definido em **5,0 µg/m³**

Na segunda campanha apenas a Área da Mooca, apresentou a concentração de benzeno superior, mas muito próxima, ao valor do limite inferior das médias urbanas ($5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mencionado pela OMS (WHO, 2000), com média de $5,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A média geral de benzeno em todas as áreas desta campanha foi de $4,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e a média geral de BTEX foi de $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A Área 1 – Mooca apresentou a maior média de BTEX com $25,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, enquanto a Área 4 – Jaguaré a menor média com $12,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Na terceira campanha a média dos amostradores das áreas 1 a 5 apresentaram concentrações de benzeno superiores ao valor mínimo das médias urbanas constante do guia da OMS da Comunidade Europeia, defi-

nido em $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO, 2000, p. 62). A concentração média do benzeno ficou em $7,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, acima desse valor apresentado no guia da OMS. A média de BTEX na campanha foi de $35,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, com a Área 3 - Santo Amaro, com a maior média de BTEX em $45,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e a Área 2 - Paraíso com a menor média com $27,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Com relação especificamente ao benzeno, a média obtida em todas as áreas de amostragem e em todas as campanhas realizadas neste trabalho foi de $4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Desta forma, verifica-se que a média de benzeno obtida no presente estudo é maior do que as dos demais estudos com amostradores passivos realizados em outras cidades no Brasil, conforme indicado na Tabela 1. Tal fato deve estar relacionado com o tamanho da frota de veículos dessas cidades. Na RMSP o trabalho realizado por Albuquerque (2007), resultou na mesma média de benzeno ($4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), e os estudos desenvolvidos por Oliveira (2008), na cidade de São Paulo, resultaram em $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentração média deste composto.

Foram realizadas coletas de Branco de Campo na segunda e na terceira campanha e somente tolueno foi detectado e sua quantificação resultou, nessas duas campanhas, em concentrações de $4,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $3,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

Para ilustrar o comportamento das concentrações médias de BTEX em cada campanha de amostragem e a distribuição por área, é apresentada a Figura 2.

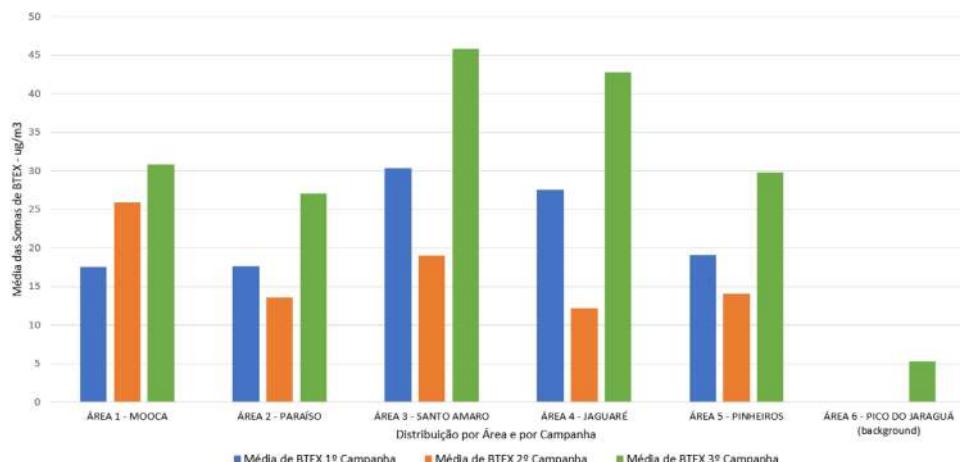


Figura 2 – Distribuição das concentrações médias de BTEX por campanha e por área amostrada

A partir deste gráfico é possível observar que a terceira campanha quantificou as maiores concentrações do grupo BTEX, inclusive com quantificações no *background*.

Em função da diminuição do isolamento social causado pela pandemia Covid-19, no decorrer da segunda campanha de amostragem a média diária de circulação de veículos teve um aumento de 500.000 veículos. Contudo, mesmo com este aumento a segunda campanha apresentou as menores médias de concentrações de BTEX quando comparados com a primeira campanha. Tal fato pode estar associado com as condições de dispersão de poluentes, em função da atmosfera, na estação verão, apresentar melhores condições para dispersão e remoção de poluentes, como maior velocidade do vento e precipitação, respectivamente. A única exceção foi na Área 1 - Mooca, onde na primeira campanha obteve-se uma concentração média menor que na segunda campanha.

Comparando as campanhas de amostragem realizadas somente na estação inverno, a terceira campanha obteve uma média de concentração sempre maior que a primeira campanha. Este comportamento pode ser decorrente do aumento relevante da média diária de circulação de veículos, cerca de 1.000.000 de veículos a mais na última campanha.

Nota-se que as Áreas Jaguáré e Santo Amaro possuem perfis semelhantes em termos de concentrações de BTEX, e tal condição pode estar associada a presença de postos de combustíveis cuja distância dos pontos de coleta foram entre 100 m e 500 m, respectivamente e podem contribuir para emissões de BTEX na atmosfera. As emissões do abastecimento de veículos nos pontos contribuem em cerca de 26% para o aporte de hidrocarbonetos para a atmosfera, conforme Cetesb (2022b).

As áreas Paraíso e Pinheiros também possuem perfis de concentrações semelhantes. Uma possível explicação para tal condição de similaridade pode estar associada ao perfil de ocupação da região, sendo ambas as áreas com perfil residencial e comercial localizado em zonas mais centrais da cidade. Tal característica possivelmente pode indicar um mesmo padrão de flutuação de veículos, que foi alterado em função da pandemia da Covid-19.

A única área que apresentou um padrão de aumento das concentrações entre a primeira campanha para a segunda campanha foi a Mooca. Tal fato pode estar associado ao aumento de veículos diretamente relacionado com a diminuição do isolamento social decorrente da pandemia.

A influência que o isolamento social necessário em função da Covid-19 causou em estudos de emissões atmosféricas para COVs em centros urbanos, também foi notada em outros estudos, conforme Pei et al. (2022), Connerton et al. (2020), Sahu et al. (2022), Rudke et al. (2021) e Ce-

tesb (2022b). De modo geral, nestes estudos citados foram identificadas quedas das concentrações de diversos poluentes como, NO₂, MP_{2,5}, MP₁₀, CO, e COVs no maior período do isolamento e um aumento gradual das concentrações conforme o isolamento diminuía com o tempo. Em Sahu et al. (2022), durante o isolamento social o decaimento das concentrações de BTEX foi quatro a cinco vezes quando comparado a períodos anteriores a pandemia da Covid-19. Outros estudos voltados para São Paulo, conforme Cetesb (2022b), foram notados decréscimos mais discretos de concentrações de BTEX em função do isolamento social, na ordem de 12% de diminuição. Em Rudke et al. (2021), outros poluentes na cidade de São Paulo como CO e NOx reduziram 30% e MP_{2,5}, MP₁₀ reduziram 15% e 8%, respectivamente.

Na Figura 3 está apresentada a distribuição das concentrações médias de BTEX das três campanhas de cada área estudada. Para a construção do gráfico foram utilizadas todas as concentrações de BTEX detectadas em todos os pontos de amostragem em todas as campanhas realizadas e efetuada a média por área.

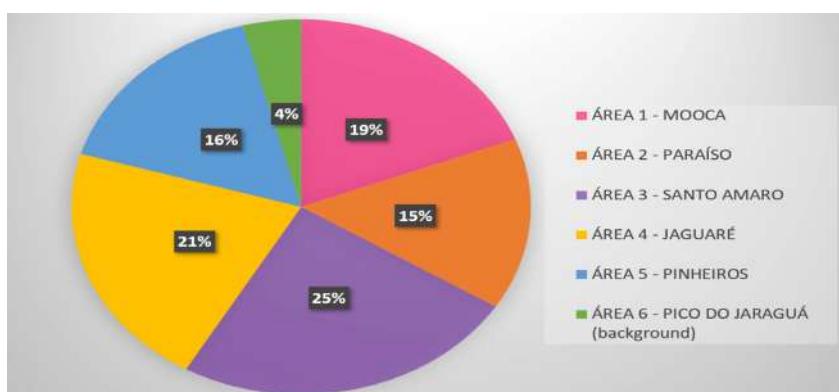


Figura 3 – Distribuição das concentrações médias de BTEX das três campanhas, por área estudada

Observa-se, na Figura 3, que a região de Santo Amaro foi a mais impactada, com 25% das concentrações médias de BTEX. Na sequência aponta-se a Área 4 - Jaguaré com 21%, Área 1 - Mooca com 19%, Área 5 - Pinheiros com 16%, Área 2 - Paraíso com 15%, e por último a Área 6 - Pico do Jaraguá com 4%, sendo esta último o ponto de *background*.

Ressalta-se que a região de Santo Amaro possui um caráter industrial/comercial com alguns locais residenciais. É notório que a região possui vias de tráfegos intenso como a avenida das Nações Unidas e avenida Washington Luís.

Com relação a Área 5 – Pinheiros, o local de instalação dos amostradores passivos é uma rua residencial e com baixo tráfego de veículos. Esta característica ajuda a explicar as menores concentrações de BTEX encontradas frente as demais áreas. Já a Área 2 – Paraíso, apesar de estar localizada em umas das vias com maiores congestionamento da cidade, Avenida 23 de maio, conforme CET (2019), foi notada a menor média de BTEX, este fato provavelmente está relacionado a redução significativa de veículos no decorrer da pandemia.

Em todas as áreas estudadas, com exceção da Área 6 – Pico do Jaraguá, existem postos de combustíveis nas adjacências. Considerando um raio de 500 m a partir dos pontos de amostragem, a Área 1 – Mooca, Área 2 – Paraíso e Área 4 – Jaguaré, possuem quatro postos de combustíveis nas proximidades, com destaque para a Área 4 com dois postos há menos de 100 m de pelo menos um ponto de amostragem.

A Área 3 – Santo Amaro possui três postos de combustíveis nas adjacências e a Área 2 – Pinheiros, possui apenas dois postos num raio de 500 m.

Emissões durante o abastecimento de combustível nos veículos, contribuem para emissão de hidrocarbonetos para atmosfera. Além deste tipo de emissão, também existe a emissão evaporativa, que se constitui em emissões a partir da evaporação dos gases armazenados nos tanques dos veículos, e também as emissões a partir do tubo de escapamento dos veículos, diretamente ligadas a queima incompleta dos combustíveis nos motores.

De acordo com Cetesb (2022b), no estado de São Paulo, em 2020, a distribuição das emissões de hidrocarbonetos a partir da soma de todos os tipos de combustíveis utilizados em automóveis é a seguinte: i) escapamento de veículos: 16 mil t; ii) evaporativa: 11 mil t; e iii) abastecimento: 9,7 mil t, representando cerca de 44%, 30% e 26% respectivamente para cada tipo de emissão. Desta forma, a principais contribuições de hidrocarbonetos em automóveis são a partir das emissões dos tubos de escapamento, seguidas das evaporativas e por último das emissões de transferência de combustíveis em postos de combustível.

Assim, a influência de postos de combustíveis devido a sua proximidade com os pontos de amostragem pode ser considerada relevante e pode influenciar os resultados obtidos nas campanhas de amostragens.

Razões entre Tolueno e Benzeno (T/B)

Uma das formas comumente utilizadas na literatura para avaliar se os compostos benzeno e tolueno são provenientes da mesma origem é a determinação da razão das concentrações de tolueno e benzeno (T/B). Gelen-

csér, Siszler e Hlavay (1997) e Miller et al. (2011), sugeriram que esta razão seria um bom indicador para avaliar a proximidade de fontes veiculares.

Deve-se observar que as reatividades e tempos de vida na atmosfera são diferentes entre os diversos compostos BTEX, especialmente em reações fotoquímicas de formação de ozônio troposférico (Alves; Tomé, 2007; Alvim et al., 2011; 2014; Carter, 2010; Carter; Heo, 2013). Com relação ao tolueno e benzeno especificamente, o primeiro se mostra muito mais reativo e com tempo de vida menor na atmosfera do que o benzeno e isto pode interferir na razão T/B, dependendo da distância das fontes de emissão (Gelencsér; Siszler; Hlavay, 1997).

Para se obter as razões entre tolueno e benzeno (T/B) neste estudo, utilizou-se a média aritmética de todas as concentrações quantificadas de benzeno e tolueno resultando na razão T/B igual a 1,6. Isto indica que, neste estudo, a origem das concentrações de benzeno e tolueno de forma geral são provavelmente as emissões veiculares. A razão T/B no presente trabalho variou entre 0,3 a 4,2 entre os diversos pontos de amostragem. O Quadro 1 apresenta um resumo das razões T/B obtidas.

Quadro 1 – Resumo das razões entre as concentrações de tolueno e benzeno (T/B) por área

Áreas	Razão T/B
1 – Mooca	1,4
2 – Paraíso	1,2
3 – Santo Amaro	1,4
4 – Jaguaré	2,0
5 – Pinheiros	1,8
Média das Áreas	1,6

Analizando os dados do Quadro 1 nota-se que as áreas com as maiores razões de T/B foram Jaguaré e Pinheiros, respectivamente. Mooca e Santo Amaro apresentaram a mesma razão e Paraíso apresentou a menor razão entre as áreas avaliadas. Conforme literatura citada, todas as razões indicam que as concentrações de tolueno e benzeno são provenientes de emissão veiculares.

Conforme indicado por Miller et al. (2011), são esperadas razões entre 1,5 a 3,0, e as variações encontradas podem ser decorrentes da composição dos combustíveis utilizados em diferentes regiões, bem como tipos diferentes de veículos. Em outros estudos, como Sánchez (2019), nota-se que as razões T/B apresentadas variam entre 0,2 a 4,8 no Brasil, com média de 2,7.

Ainda se nota, em estudo conduzido em Cetesb (2022a), que foram observadas razões de T/B entre 3,2 a 4,2 no bairro de Pinheiros utilizando amostragem ativa com 24 horas de coleta; em São José dos Campos foram verificadas razões entre 2,6 a 4,7 também utilizando amostradores ativos.

Ainda de acordo com Gelencsér, Sisler e Hlavay (1997), o radical hidroxila (OH), contribui para a redução das concentrações de tolueno e benzeno através do ciclo fotoquímico na atmosfera. De todo modo, em função da alta reatividade do tolueno quando comparado com o benzeno é de se esperar que haja uma diminuição das razões T/B ao se distanciar das fontes em função da rápida degradação do tolueno.

Avaliação dos Dados com Análise de Componentes Principais (PCA)

Para auxílio no tratamento de dados e para identificar quais são as variáveis com maior peso nas alterações da qualidade do ar neste estudo, foi realizado um tratamento estatístico utilizando Análise de Componentes Principais (PCA).

Conforme Abdi e Williams (2010), PCA é provavelmente a técnica estatística multivariada mais popular atualmente e tem sido usada por quase todas as disciplinas científicas. O uso desta técnica permite avaliar uma estrutura oculta dentro de um conjunto de dados intercorrelacionados e identificar um padrão de similaridade das variáveis e representá-las em planos ortogonais. Outros estudos para avaliação de poluição atmosférica com amostradores passivos também utilizaram esta ferramenta estatística conforme notado em Cruz et al. (2017), Bozkurt et al. (2018) e Petracchini et al. (2016).

Desta forma, para realizar a avaliação com a técnica estatística PCA foram utilizados todos os resultados das campanhas de amostragem realizadas, com exceção da Área 6 – Pico do Jaraguá, pois possui apenas dois dados.

Juntamente com os resultados analíticos foram utilizadas as concentrações de poluentes atmosféricos, CO, MP_{2,5}, MP₁₀, NOx e NO₂ das estações da Cetesb, bem como os dados meteorológicos de temperatura, velocidade do vento e precipitação, provenientes da estação IAG-USP. Também foram utilizados os dados obtidos da quantidade de veículos em circulação ao longo das campanhas.

No momento da quantificação dos resultados analíticos dos compostos do grupo BTEX, obteve-se do laboratório a detecção dos compostos cloreto de vinila, percloroetileno, substâncias importantes para verificar se a origem pode ser a partir de uso de solventes ou de indústrias, e os compostos 1,3,5 trimetilbenzeno e 1,2,4 trimetilbenzeno que podem ser emitidos por fontes veiculares como também por fontes industriais.

Os limites de detecção dos compostos acima são os seguintes; cloreto de vinila 3,2 µg e; percloroetileno 1,85 µg; 1,2,4 trimetilbenzeno 1,84 µg; 1,3,5 trimetilbenzeno 1,11 µg. Os compostos 1,2,4 trimetilbenzeno e 1,3,5 trimetilbenzeno foram quantificados em cerca de 35% das amostras analisadas, o composto percloroetileno foi quantificado em cerca de 20% das amostras e o composto cloreto de vinila em cerca de 10% das amostras.

As substâncias cloreto de vinila e percloroetileno são compostos eteno clorados, com átomos de cloro e carbono em sua composição. O composto percloroetileno é amplamente usado como solvente em indústrias e como desengraxante de metais. O produto cloreto de vinila é um subproduto resultante da degradação do percloroetileno. Ambos os compostos são carcinogênicos, conforme Usepa (2012).

De acordo com Usepa (2016), os compostos 1,2,4 trimetilbenzeno e 1,3,5 trimetilbenzeno são isômeros do trimetilbenzeno conhecido como um hidrocarboneto aromático. Estes compostos são obtidos durante o refino do petróleo e são comumente utilizados nas indústrias, e podem ser encontrados na gasolina.

A partir dos resultados obtidos conforme Figura 4, verifica-se que quatro componentes são suficientes para explicar quase 85% da variância dos dados e três componentes explicam cerca de 80% da variância. Observa-se ainda que uma componente já explica cerca de 40% da variância obtida, e assim, possui uma forte influência nos dados obtidos. As demais componentes identificadas como 2 a 4 possuem influências próximas entre si, de 10% a 20%. As demais componentes 5 a 7 possuem influência menor, abaixo de 10% nos dados obtidos.

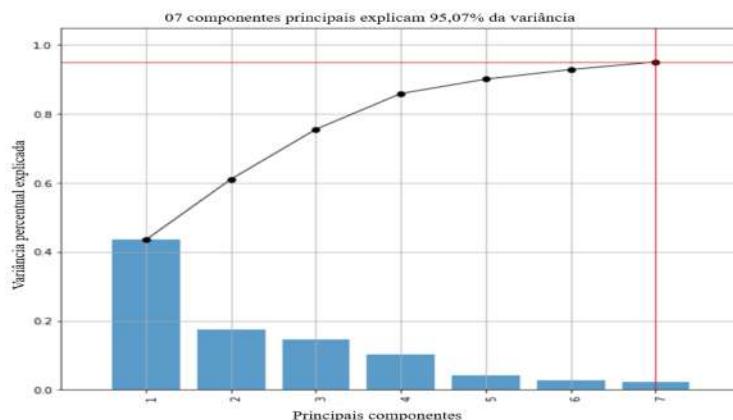


Figura 4 - Distribuição das sete Componentes Principais – Explicação da variância cumulativa

Nas Figura 5 e 6 são apresentados os gráficos das principais componentes com todos os dados obtidos nas campanhas de amostragem em 2 e 3 dimensões, respectivamente.

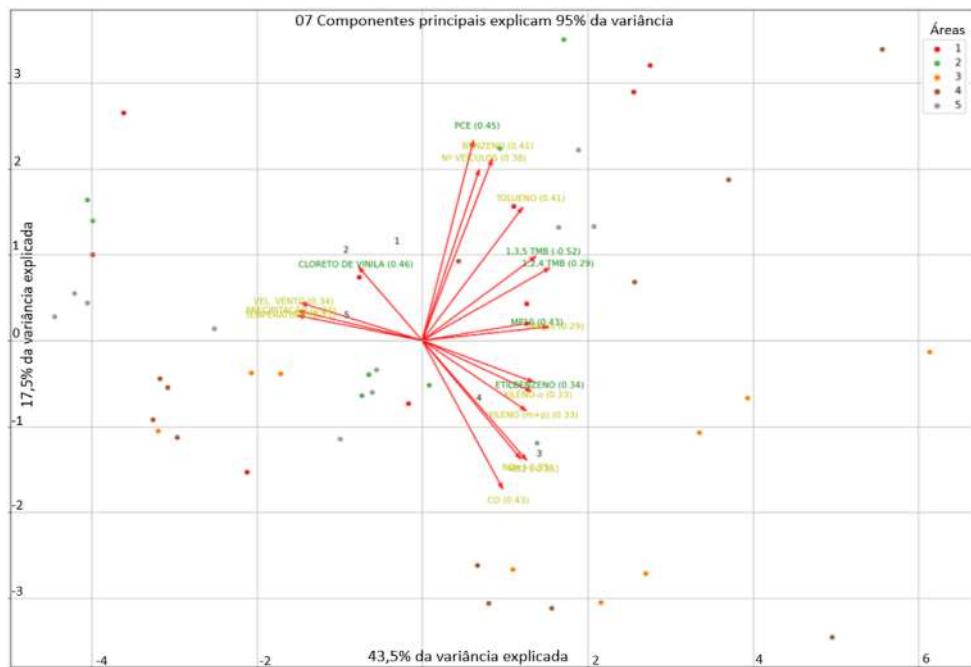


Figura 5 – Gráfico das principais componentes com todos os dados obtidos nas campanhas de amostragem, em duas dimensões

De modo geral, o eixo da componente principal do gráfico representa 43,5% e neste são observados os poluentes atmosféricos, os compostos BTEX, os isômeros trimetilbenzeno e o número de veículos em circulação nas campanhas. Enquanto o segundo eixo das componentes apresenta variáveis meteorológicas com 17,5% de representatividade.

O fato de as variáveis meteorológicas estarem em eixo oposto aos dos poluentes indica a influência que estas variáveis têm nas concentrações dos compostos, possuindo um comportamento inversamente proporcional, como já observado anteriormente nos estudos de correlação.

É possível verificar que o número de veículos foi um fator de forte correlação e influência para compostos como benzeno e tolueno indicando uma grande similaridade entre si, pois as componentes de benzeno, tolue-

no e número de veículos, em ambas as figuras, sempre são muito próximas entre si e possuem uma maior distância do eixo de origem.

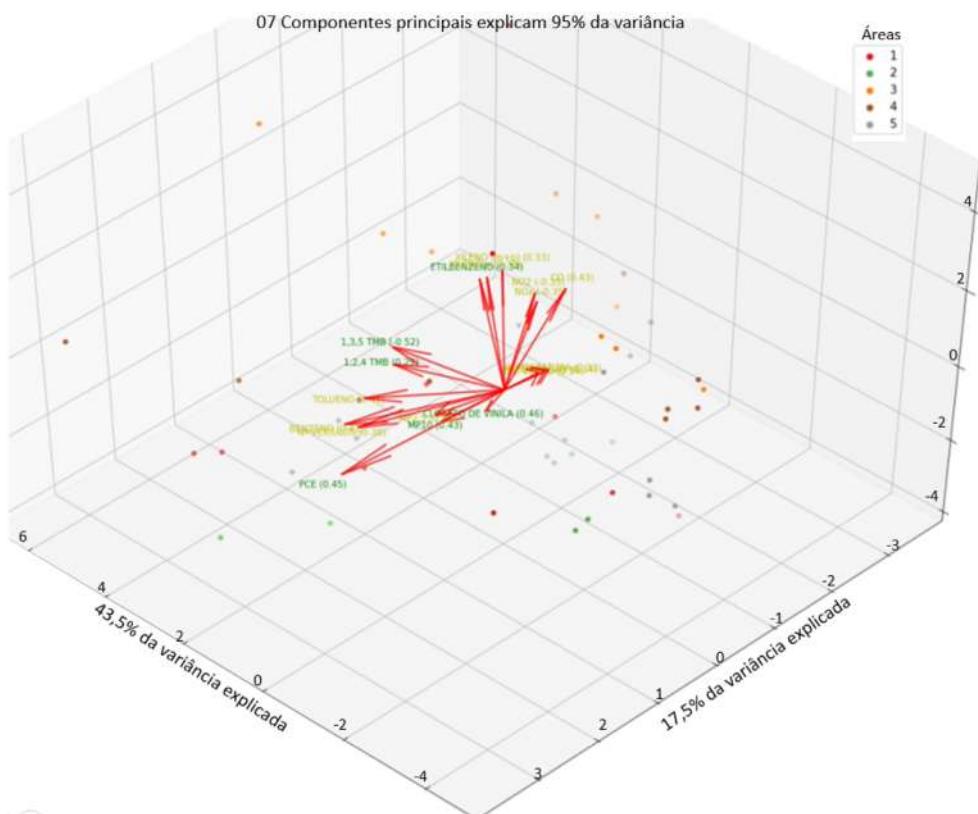


Figura 6 – Representa a análise das principais componentes em três dimensões

Foram notadas outras similaridades entre os isômeros do trimetilbenzeno e $MP_{2,5}$ com MP_{10} , etilbenzeno e xilenos, NO_x e NO₂. Apenas o composto cloreto de vinila não apresentou correlação com os dados avaliados na análise de componentes principais. Esperava-se que o cloreto de vinila apresentasse uma correlação maior com o composto percloroetileno pelo fato de ser um subproduto deste último.

Os resultados obtidos com a técnica PCA foram satisfatórios e foi possível verificar que o aumento no número de veículos durante as campanhas foi o fator com maior peso para os resultados de benzeno e tolueno identificados no ar na cidade de São Paulo, neste estudo.

Avaliação dos Dados com Fatoração de Matriz Positiva (PMF)

A existência de múltiplas fontes em amostras provenientes de ar atmosférico pode ser comum, especialmente em grandes centros urbanos como na cidade de São Paulo, notadamente por conta de emissões veiculares e decorrentes de processos industriais.

Assim, com o intuito de identificar as principais fontes e a sua contribuição nas amostras de ar atmosférico coletadas neste estudo, foi realizada uma análise dos dados usando a técnica de fatoração de matriz positiva.

De acordo com Brown et al. (2015), a fatoração de matriz positiva é um modelo e ferramenta de análise de dados que decompõe uma matriz de dados de amostra especiada em duas ou mais matrizes para entender as fontes que afetam os dados da amostra especiada e as suas contribuições.

O modelo usado neste estudo é o EPA PMF 5.0 2022, disponibilizado gratuitamente pela Usepa. Conforme, Usepa (2023b), o modelo EPA PMF é um modelo matemático que analisa um grande número de variáveis em conjunto de dados analíticos complexos para combinação de tipos de fontes e contribuição de cada uma delas.

Ainda de acordo com Usepa (2023b), este modelo pode analisar uma ampla gama de dados de amostras ambientais como; sedimentos, águas de superfície e ar ambiente.

Para realizar a análise de dados utilizando o PMF, foram consideradas todas as amostras de ar atmosférico coletadas neste estudo, com exceção da Área 6 - Pico do Jaraguá, por esta região ser o *background* deste estudo.

A análise com o PMF necessita os dados de concentração dos compostos orgânicos voláteis, as medições dos poluentes atmosféricos e, deve ser considerada uma margem de incerteza nos dados. A margem de incerteza considerada na análise do PMF foi de 30%. Esta margem foi considerada de acordo com a variação de resultados permitida no método analítico Usepa TO-17, referente aos amostradores passivos, conforme Usepa (1999).

Juntamente com os resultados analíticos deste trabalho foram utilizadas as medições de poluentes atmosféricos, CO, MP_{2,5}, MP₁₀, NOx e NO₂ das estações da Cetesb.

Após realizar as primeiras estimativas de análises com o PMF, o padrão de fontes que melhor se ajustou, considerando os poluentes considerados neste estudo, foi para três fatores, indicando a contribuição de três principais fontes.

As possíveis principais fontes foram definidas como: 1) emissões veiculares a partir de veículos pesados ou movidos a diesel; 2) emissões

industriais e uso de solventes; 3) emissões veiculares a partir de veículos leves, ou movidos principalmente a gasolina.

Para cada padrão de fonte foi utilizado um composto marcador de origem, que foi definido com base na literatura. Este tipo de associação entre compostos marcadores e fontes potenciais foi utilizado em estudos similares como Dumanoglu et al. (2014).

Para o fator 1 o composto marcador utilizado foram os óxidos de nitrogênio. Conforme Cetesb (2022b), 67% das emissões de óxidos de nitrogênio são provenientes de caminhões movidos a diesel.

O composto marcador utilizado para definição da fonte potencial do fator 2 foi o cloreto de vinila. Conforme Cetesb (2013) e Dumanoglu et al. (2014), este composto é comumente utilizado em indústrias, geralmente petroquímicas, e também utilizado na formulação de solventes e na limpeza industrial.

Com relação ao fator 3, o composto marcador utilizado para esta fonte foi o benzeno. Conforme Cetesb (2022b), uma das principais fontes deste composto são os veículos a gasolina, tanto pela emissão de produtos não queimados pelo escapamento, quanto pela evaporação em diferentes partes do veículo.

Os resultados obtidos estão mostrados na Figura 7 que apresenta a distribuição dos poluentes em relação às principais fontes potenciais.

De acordo com esta figura, nota-se que os óxidos de nitrogênio possuem as maiores contribuições dentro do fator 1, relacionado às emissões de veículos movidos a diesel. Na sequência, outros compostos como CO e MP₁₀, MP_{2,5} e 1,2,3 tricloropropano tiveram contribuições relevantes dentro desta fonte.

Os compostos aromáticos como o grupo BTEX e os isômeros do trimetilbenzeno tiveram participação menores. E, por fim, os compostos do grupo tetracloroeteno e cloreto de vinila possuem as menores concentrações dentro desta fonte.

Já para o fator 2, fonte relacionada a emissões industriais e uso de solventes, destaca-se o composto cloreto de vinila com a maior contribuição. Na sequência nota-se o 1,2,3 tricloropropano, material particulado e o composto tetracloroeteno. Especialmente o tetracloroeteno pode ser encontrado junto com cloreto de vinila por pertenceram ao grupo de compostos halogenados. Os demais compostos como o grupo BTEX, trimetilbenzeno, óxidos de nitrogênio e CO tiveram participação menor dentro desta fonte.

Com relação a potencial fonte do fator 3, relacionado às emissões de veículos leves, especialmente gasolina, o grande destaque são os compostos do grupo BTEX. Os demais compostos tiveram participação menores, com

exceção do tetracloroeteno que manteve uma contribuição relevante. Tal fato pode indicar a atuação de uma contribuição difusa para este composto dentro desta fonte.

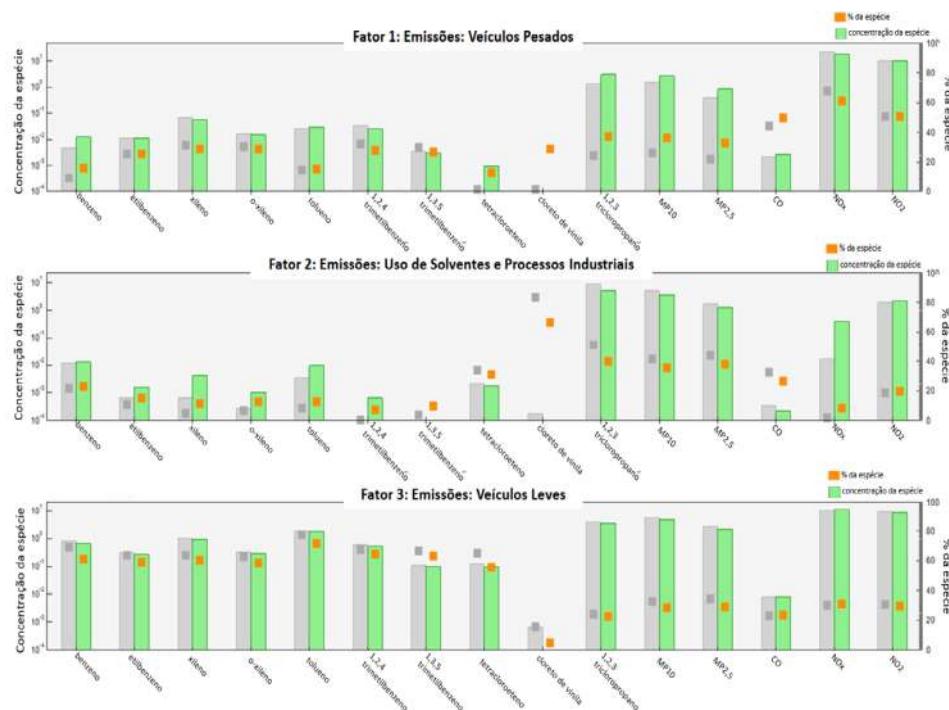


Figura 7 – Distribuição dos poluentes em relação às principais fontes potenciais

Para sintetizar os resultados de participação de cada poluente foi elaborado o gráfico mostrado na Figura 8. Nela, temos os fatores relacionados às emissões veiculares, sendo fator 1 (veículos pesados), e 3 (veículos leves), correspondem a cerca de 75 a 85% das concentrações do grupo BTEX. Enquanto as emissões relacionadas a processos industriais, fator 2, contribuem com cerca de 25% a 15% das concentrações do grupo BTEX. Tal distribuição é compatível com dados da Cetesb (2019b), onde é observado que 16% das emissões de hidrocarbonetos na cidade de São Paulo são provenientes de processos industriais.

Desta forma, a análise com PMF permitiu identificar três principais fontes para os poluentes considerados neste estudo. A principal fonte identificada foi a emissão veicular, a qual foi particionada em emissões prove-

nientes de veículos movidos a gasolina e emissões provenientes de veículos a diesel. Além destas fontes, também foi identificada potencial fonte relacionada às emissões industriais e uso de solventes.

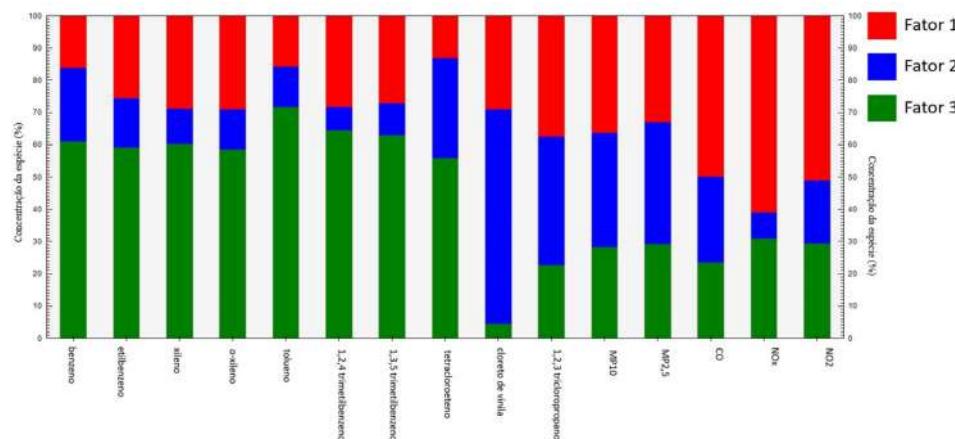


Figura 8 – Participação de cada poluente avaliado dentro os fatores observados

CONCLUSÃO

Foram verificadas concentrações de BTEX em todas as áreas selecionadas por este estudo na cidade de São Paulo, em todas as três campanhas, inclusive foram detectadas concentrações de benzeno e tolueno na Área 6, definida como *background*, localizada no Pico do Jaraguá, na última campanha.

Os locais apresentaram concentrações significativas de BTEX, sendo que, considerando as três campanhas, a Área 3 - Santo Amaro foi a de maior presença destes compostos, com média de $31,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$; a Área 4 - Jaugué foi a de segunda maior presença, com média $27,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, seguida por Área 1 - Mooca com média de $24,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Área 5 - Pinheiros com média de $21,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Área 2 - Paraíso com média de $19,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Na terceira campanha, realizada já com menores restrições em termos de epidemia de Covid-19 e no período de inverno, foram verificadas concentrações de benzeno acima do valor guia da OMS da Comunidade Europeia, definido em $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, em várias áreas da cidade, o que é preocupante em termos de saúde da população.

Os resultados obtidos com a técnica PCA foram satisfatórios e foi possível verificar que o aumento no número de veículos durante as cam-

panhas foi o fator com maior peso para os resultados de benzeno e tolueno obtidos no ar da cidade de São Paulo, neste estudo. O eixo da principal componente explicou cerca de 43% dos dados e aglomera elementos como os poluentes atmosféricos, BTEX, e o aumento do número de veículos. Sendo este último fator o que possui maior similaridade nos resultados de benzeno e tolueno, justificando suas concentrações.

Especialmente com relação aos BTEX, as análises com o modelo PMF permitiram identificar três principais fontes. A principal fonte identificada são as emissões provenientes de veículos leves, especialmente a gasolina, seguida das emissões de veículos a diesel. Além destas principais fontes, também foi verificada potencial contribuição de emissões provenientes de indústrias e uso de solventes.

Ainda em relação às principais fontes identificadas, cabe ressaltar que, conforme Cetesb (2022a), a frota de veículos da cidade de São Paulo está distribuída da seguinte forma; 6% por veículos a diesel, 29% por veículos a gasolina, 63% por veículos movidos a gasolina e etanol (*flex fuel*) e 1% por veículos somente a etanol. A partir desta distribuição nota-se que a composição de veículos que contribuem para emissão de BTEX no ar atmosférico da cidade de São Paulo, diesel e gasolina, é relevante e sugere-se a adoção de políticas públicas que incentivem a substituição destes combustíveis por outros com menores taxas de emissão de BTEX.

De forma geral, o conhecimento que este estudo trouxe, a partir dos resultados obtidos com os amostradores passivos, permitiu caracterizar a qualidade do ar nas regiões selecionadas na cidade de São Paulo, período de 2020 e 2021, e identificar as regiões mais afetadas com concentrações de BTEX, especialmente o benzeno com concentrações acima do valor do limite inferior das médias urbanas de benzeno apresentado pelo guia da WHO (2000).

As conclusões obtidas neste estudo contribuíram para identificar que a principal fonte relacionada à presença dos BTEX na cidade de São Paulo tem origem veicular, com destaque principal para veículos movidos a gasolina e associadas diretamente a vias com tráfego intenso de veículos.

Em função das fases do isolamento social decorrente da pandemia de Covid-19, notou-se um aumento gradual e relevante de veículos no curso das campanhas de amostragem à medida que o isolamento diminuía. Esta condição permitiu entender melhor o peso que as emissões veiculares possuem em atmosferas urbanas.

Este trabalho de pesquisa foi o primeiro na cidade de São Paulo a distribuir amostradores passivos para ar atmosférico em função das principais vias de tráfego, associado ao uso e ocupação do solo. Espera-se que

mais estudos como estes sejam realizados com o intuito de confirmar os resultados observados, principalmente em função da pandemia de Covid-19 ter alterado os fluxos normais de circulação de veículos ao longo das campanhas.

Em função das dimensões geográficas e populacionais da cidade de São Paulo, verifica-se a necessidade de ampliação da rede de monitoramento da Cetesb para monitoramento das concentrações de BTEX em mais áreas, não ficando restrita somente à região de Pinheiros.

REFERÊNCIAS

- ABDI, H.; WILLIAMS, L. Principal component analysis. *WIREs Computational Statistics*, v. 2, n. 4, p. 433-459, 2010. <https://doi.org/10.1002/wics.101>
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/IEC17025:2017 *Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração: Referências*. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- ALBUQUERQUE, E. L. *Compostos orgânicos voláteis na atmosfera urbana da Região Metropolitana de São Paulo*. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2007.
- ALVES, C.; TOMÉ, M. Assessment of air quality in Viana do Castelo, Portugal, in the scope of the Polisprogramme. *Química Nova*, v. 30, n. 7, p. 1555-1562, 2007.
- ALVIM, D. S.; GATTI, L. V.; SANTOS, M. H.; YAMAZAKI, A. Estudo dos compostos orgânicos voláteis precursores de ozônio na cidade de São Paulo. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 16, n. 2, p. 189-196, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522011000200013>
- ALVIM, D. S.; GATTI, L. V.; CORREA, S. M.; PRETTO, A.; ROSSATTI, C. S.; ORLANDO, J. P. Compostos orgânicos voláteis: principais precursores de ozônio na Cidade de São Paulo. *Ciência e Natura*, v. 36, n. 2, p. 434-444, 2014. <https://doi.org/10.5902/2179460X13126>
- ANDRADE, M. F. et al. Air quality in the megacity of São Paulo. Evolution over the last 30 years and future perspectives. *Atmospheric Environment*, v. 159, p. 66-82, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.03.051>

BOZKURT, Z. et al. Atmospheric concentrations of SO₂, NO₂, ozone and VOCs in Düzce, Turkey using passive air samplers: Sources, spatial and seasonal variations and health risk estimation. *Atmospheric Pollution Research*, v. 9, n. 6, p. 1146-1156, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2018.05.001>

BROWN, S. G. et al. Methods for estimating uncertainty in PMF Solutions: Examples with ambient air and water quality data and guidance on reporting PMF Results. *Science of The Total Environment*, v. 518-519, p. 626-635, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.01.022>

CARTER, W. P. L. Development of the SAPRC-07 chemical mechanism. *Atmospheric Environment*, v. 44, n. 40, p. 5324-5335, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.01.026>

CARTER, W. P. L.; HEO, G. Development of revised SAPRC aromatics mechanisms. *Atmospheric Environment*, v. 77, 404-414, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.05.021>

CET – COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO. *Mobilidade no sistema viário principal* - volume 2018. São Paulo, CET, 2019. Disponível em: <https://www.cetsp.com.br/media/969813/relatorio-msvp-2018.pdf> Acesso em: 20 jan. 2020.

CET – COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO. Especial Covid-19, Boletins diários de mobilidade e trânsito. São Paulo, CET, 2020. Disponível em: [https://www.cetsp.com.br/consultas/especial-covid-19/boletins-diarios-de-mobilidade-e-transito-\(divididos-ano-a-ano\)/boletins-2020.aspx](https://www.cetsp.com.br/consultas/especial-covid-19/boletins-diarios-de-mobilidade-e-transito-(divididos-ano-a-ano)/boletins-2020.aspx) Acesso em: 07 out. 2021.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. 1º Inventário de emissões antrópicas de gases de efeito estufa diretos e indiretos do Estado de São Paulo. Emissões do setor de processos industriais e uso de produtos. São Paulo: Cetesb, 2013. Disponível em https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2014/04/primeiro_inventario_setor_industria_web1.pdf Acesso em: 15 fev. 2020.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Avaliação de benzeno, tolueno, o-xilenos, m, p-xileno e etilbenzeno na atmosfera da estação de monitoramento de Pinheiros – Município de São Paulo – SP 2013-2014. São Paulo, Cetesb, 2016. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2013/12/Relatorio-BTEX.pdf>. Acesso em: 14 maio 2020.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO.

- Emissões Veiculares no Estado de São Paulo, 2018.* São Paulo: Cetesb, 2019a. Série Relatórios. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2020/02/Relat%C3%B3rio-Emiss%C3%B5es-Veiculares-no-Estado-de-S%C3%A3o-Paulo-2018.pdf> Acesso em: 29 nov. 2020.
- CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Qualidade do Ar no Estado de São Paulo, 2018.* São Paulo, Cetesb, 2019b. Série Relatórios. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2019/07/Relat%C3%B3rio-de-Qualidade-do-Ar-2018.pdf> Acesso em: 29 nov. 2020.
- CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Emissões Veiculares no Estado de São Paulo, 2020.* São Paulo, Cetesb, 2022a. Série Relatórios. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2022/03/Relatorio-Emissoes-Veiculares-2020.pdf> Acesso em: 04 jul. 2022.
- CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Estudo dos compostos orgânicos voláteis (COVs) na atmosfera do município de São Paulo (Pinheiros) – SP. São Paulo: Cetesb, 2022b. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2022/05/Estudo-dos-Compostos-Organicos-Volatéis-COV-na-atmosfera-do-município-de-Sao-Paulo-Pinheiros-SP.pdf> Acesso em: 27 jul. 2022.
- CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Qualidade do Ar no Estado de São Paulo, 2022.* Série Relatórios. São Paulo, Cetesb, 2023. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2023/07/Relatorio-de-Qualidade-do-Ar-no-Estado-de-Sao-Paulo-2022.pdf> Acesso em: 16 nov. 2023.
- CONNERTON, P. et al. Air Quality during COVID-19 in Four Megacities: Lessons and Challenges for Public Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 14, 5067, 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17145067>
- CRUZ, L. P. S. et al. Assessment of BTEX concentrations in air ambient of gas stations using passive sampling and the health risks for workers. *Journal of Environmental Protection*, v. 8, n. 1, p. 12-25, 2017. <http://dx.doi.org/10.4236/jep.2017.81002>
- DUMANOGLU, Y. et al. Spatial and seasonal variation and source apportionment of volatile organic compounds (VOCs) in a heavily industrialized region. *Atmospheric Environment*, v. 98, p. 168-178, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.08.048>

GELENCSÉR, A.; SISZLER, K.; HLAVAY, J. Toluene-benzene concentration ratio as a tool for characterizing the distance from vehicular emission sources. *Environmental Science and Technology*, v. 31, n. 10, p. 2869-2872, 1997.

GODOI, R. H. M. et al. Healthy environment – indoor air quality of Brazilian elementary schools nearby petrochemical industry. *Science of the Total Environment*, v. 463-464, p. 639-646, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.06.043>

IARC – INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. *Agents classified by the IARC monographs*. volumes 1–129. Lyon: IARC, 2023. Last update: 5 May 2023. Disponível em: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php> Acesso em: 10 jul. 2023.

MILLER, L. et al. Spatial variability and application of ratios between BTEX in two Canadian cities. *The Scientific World Journal*, v. 11, p. 2536-2549, 2011. <https://doi.org/10.1100/2011/167973>

OLIVEIRA, M. C. C. *Uso de coletor passivo radial para medidas de BTEX atmosférico para aplicação em estudos de Saúde Pública*. 2008. Tese (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

PARALOVO, S. L. et al. Observations of atmospheric monoaromatic hydrocarbons at urban semi-urban and forest environments in the Amazon region. *Atmospheric Environment*, v. 128, p. 175-184, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.12.053>

PEI, C. et al. Decrease in ambient volatile organic compounds during the COVID-19 lockdown period in the Pearl River Delta region, south China. *Science of the Total Environment*, v. 823, 153720, 2022. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153720>

PETRACCHINI, F. et al. Gaseous pollutants in the city of Urumqi, Xinjiang: spatial and temporal trends, sources and implications. *Atmospheric Pollution Research*, v. 7, n. 5, p. 925-934, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apr.2016.05.009>

PMSP – PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. *Parcelamento, uso e ocupação do solo*. Lei municipal nº 16.402, de 22 de março de 2016. Zoneamento ilustrado. Disponível em: https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2016/03/GEST%C3%83O2-smdu-zoneamento_ilustrado.pdf Acesso em: 25 nov. 2019.

RUDKE, A. P. et al. How mobility restrictions policy and atmospheric

conditions impacted air quality in the State of São Paulo during the COVID-19 outbreak. *Environmental Research*, v. 198, 111255, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111255>

SAHU, L. K. et al. Impact of COVID-19 Pandemic Lockdown in Ambient Concentrations of Aromatic Volatile Organic Compounds in a Metropolitan City of Western India. *JGR Atmospheres*, v. 127, n. 6, e2022JD036628, 2022. <https://doi.org/10.1029/2022JD036628>

SÁNCHEZ, D. Y. *Influência das condições meteorológicas nas concentrações do benzeno e tolueno na Região Metropolitana de São Paulo: Interação com outros poluentes atmosféricos*. 2019. Tese (Mestrado em Ciências) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

UEDA, A. C. *Estudo de compostos orgânicos voláteis na atmosfera da Região Metropolitana de Campinas*. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

USEPA – UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Carcinogenic effects of benzene: An update (draft report)*, 1998. EPA/600/P-97/001F. Washington: Usepa, 1998.

USEPA – UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Compendium Method TO-17 - Determination of Volatile Organic Compounds (VOCs) in ambient air using active sampling onto sorbent tubes*. Washington: Usepa, 1999. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-11/documents/to-17r.pdf> Acesso em: 28 nov. 2023.

USEPA – UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Definition of VOC and ROG*. Last Revised January 2009. Disponível em https://www.arb.ca.gov/ei/speciate/voc_rog_dfn_1_09.pdf Acesso em: 12 maio 2020.

USEPA – UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Toxicological review of tetrachloroethylene*. EPA/635/R-08/011F. Washington: Usepa, 2012. Disponível em: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0106tr.pdf Acesso em: 27 jun. 2021.

USEPA – UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Toxicological review of trimethylbenzenes*. Washington: Usepa, 2016. Disponível em <https://iris.epa.gov/static/pdfs/1037tr.pdf> Acesso em: 28 abr. 2022.

USEPA – UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGEN-

CY. RSLs Regional Screening Levels – Generic Tables. 2023a. Disponível em <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-generic-tables> Acesso em: 30 nov. 2023.

USEPA - UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Positive Matrix Factorization Model for environmental data analyses*. 2023b. Disponível em: <https://www.epa.gov/air-research/positive-matrix-factorization-model-environmental-data-analyses> Acesso em: 28 nov. 2023.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Air quality guidelines for Europe*. Second Edition – Regional Publications European Series, nº 91, 2000, 273p. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/107335> Acesso em: 21 mar. 2020.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Global Health Observatory - deaths by country*. Last updated in 2022-08-26. Disponível em: <http://apps.who.int/gho/data/node.main.BODAMBIENTAIRDTHS?lang=en> Acesso em: 30 set. 2023.

2

Inventário de emissões de poluentes atmosféricos para fontes industriais no estado de São Paulo: perspectivas governamental e científica

Tailine Corrêa dos Santos

Iara da Silva

Leila Droprinchinski Martins

Edmilson Dias de Freitas

HISTÓRICO DA QUALIDADE DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO

São Paulo é o mais importante estado da federação quanto ao desenvolvimento econômico e geração de bens e produtos. Com alta densidade populacional, o estado que ocupa apenas 2,9% do território do país, concentra 21,9% (44.411.238 milhões) da população brasileira (IBGE, 2022a) (Figura 1). Associado a alta taxa de crescimento populacional e a alta urbanização, o estado tem mais de 32 milhões de veículos em circulação registrados no órgão de trânsito, concentrados principalmente nos grandes centros urbanos (Senatran, 2022). O estado abriga grandes polos produtivos, administrativos e industriais do país. Por exemplo, em 2021 a produção agrícola contribuiu com cerca de 83 milhões de reais e pouco mais de 217 milhões de unidades de rebanho¹ (IBGE, 2022b). Tem aproximadamente

¹ Galináceos, bovinos, codornas, suínos, equinos, ovinos, bubalinos e caprinos.

125 mil indústrias de transformação², que representam 25,5% das indústrias no território nacional e que corresponderam em 2020 a 30,6% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional e 20,7% da participação no PIB do estado (CNI, 2021). Os principais setores industriais estão distribuídos entre construção (16,7%), alimentício (12,5%), químico (9,9%), serviços industriais de utilidade pública (9,3%) e derivados de petróleo e biocombustíveis (8,3%), estas atividades representam 56,7% das indústrias do estado (CNI, 2021).

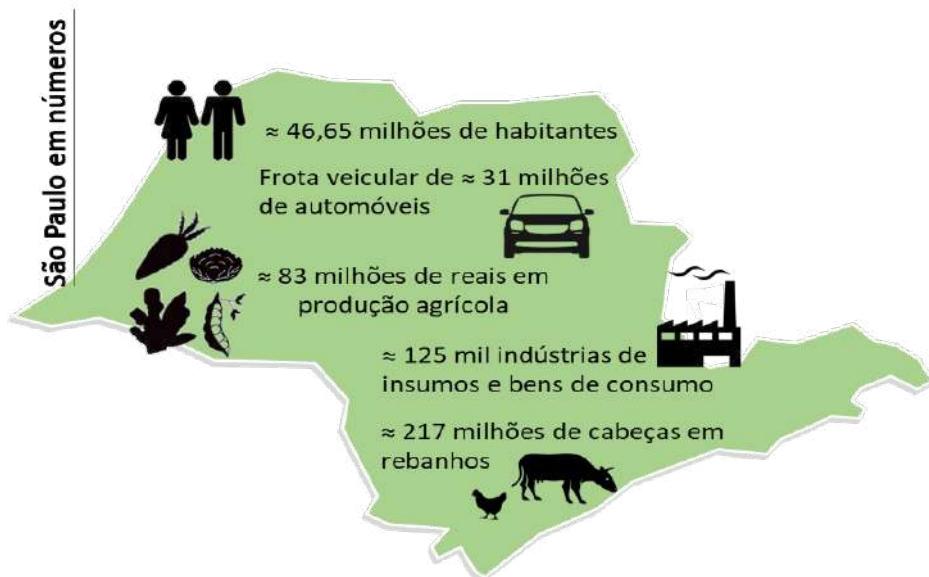


Figura 1 – Esquema numérico ilustrativo da população e principais atividades emissoras do estado de São Paulo

No estado de São Paulo está a maior região metropolitana do Brasil, a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) que é formada por 39 municípios, incluindo o município de São Paulo. Além dessa, há pelo menos outras oito regiões metropolitanas de grande porte, como a de Campinas e a da Baixada Santista. A RMSP, com cerca de 22 milhões de habitantes, é considerada uma das maiores megaciudades do mundo. Esta área densamente urbanizada é caracterizada por áreas urbanas verdes esparsas, cercadas por

² Plantas industriais e fábricas que utilizam máquinas e equipamentos para a manipulação e transformação física, química ou biológica de materiais, resultando em insumos e bens de consumo (CNAE, 2023).

tráfego intenso de veículos e regiões de polos industriais no entorno (IBGE, 2022a; Senatran, 2022). Devido à rápida expansão urbana, aliada à falta de planejamento, enfrenta sérios problemas ambientais, como a poluição do ar. Embora diversas ações tenham sido aplicadas para reduzir e controlar as concentrações de muitos poluentes nas últimas décadas, ainda são observados altos níveis frequentes de ozônio (O_3), material particulado inalável³ (MP_{10} e MP_{25}) (Andrade et al., 2017; Cetesb, 2023a).

Os primeiros estudos e regulamentações de qualidade do ar no estado começaram na RMSP no final da década de 1960, e se consolidaram na década de 1970 com a criação da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb). Desde então, a partir de regulamentações e monitoramentos aplicados na região, para o controle das fontes fixas e móveis, houve significativa diminuição das concentrações dos poluentes, principalmente dos primários, ou seja, que são emitidos diretamente na atmosfera (Cetesb, 2023a). Desde o início do monitoramento na década de 1970, também se tem esforços para inventariar as fontes de emissão, móveis e fixas. Alguns poluentes monitorados têm apresentado ao longo desses anos uma considerável diminuição, com dióxido de nitrogênio (NO_2), dióxido de enxofre (SO_2) e monóxido de carbono (CO).

Embora, alguns poluentes, ainda não estejam dentro dos valores recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS), em geral, estão abaixo dos padrões de qualidade do ar do Estado de São Paulo (Cetesb, 2023a), com exceção do O_3 e MP que ainda apresentam violações ao padrão e não há indícios claros de tendência de diminuição (Andrade et al., 2017; Carvalho et al., 2015; Cetesb, 2023a).

A diminuição nas concentrações de poluentes primários está fortemente associada às medidas de controle aplicadas na RMSP. Com relação às fontes industriais na RMSP, o controle teve início no final da década de 1970, devido a programas que geraram maior controle e aplicações de restrições nas emissões industriais, como o programa para redução das emissões industriais de MP. O controle de SO_2 começou no início da década de 1980, com o programa para redução das emissões desse poluente e a obrigação de algumas regiões consideradas críticas, como a RMSP e Cubatão, a utilizar óleo com baixo teor de enxofre. Estes programas, criados pela Lei nº 997/1976 e regulamento aprovado pelo Decreto nº 8.468/1976 (São Paulo, 1976), causaram migrações de muitas indústrias para áreas de menor

³ O material particulado é classificado em intervalos de tamanhos de acordo com a sua relação com a saúde, assim têm-se as partículas classificadas como inalável com diâmetro inferior a 10 μm (MP_{10}) e diâmetro inferior a 2,5 μm ($MP_{2,5}$) (Seinfeld; Pandis, 1998).

restrição de emissão do estado. Com isso, atualmente, o setor industrial é responsável pela menor parte das emissões na RMSP, tornando o setor de transporte a principal fonte de emissões, principalmente na capital (Andrade et al., 2017; Cetesb, 2022a, 2023a; Pereira et al., 2023a). Além dos poluentes industriais, os gases de efeito estufa (GEE) devem ser inventariados e incluídos na elaboração de planos e programas de mitigação para atividades industriais instaladas no estado, pela Decisão de Diretoria da Cetesb nº 035/2021/P (Cetesb, 2021a).

No setor de transporte, as medidas relacionadas à redução das emissões de poluentes foram a implementação do programa nacional de controle de poluição por veículos automotores (Proconve) e por motociclos e veículos similares (Promot) (Ibama, 2011). Criado pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) nº 18 em 1986, o Proconve foi implementado em fases, com leis para reduzir as emissões de poluentes, promover o uso de biocombustíveis e reduzir o teor de enxofre nos combustíveis, o que resultou em implementações de novas tecnologias que incluíram o uso de catalisadores de três vias, injeção eletrônica, entre outras (Brasil, 1986; Ibama, 2011). Outra medida foi o uso de etanol como combustível na região, com uma mistura de etanol e gasolina, o *gasohol*, atualmente com teor máximo de 27,5% de etanol na mistura (Ibama, 2011; MME, 2023). O Proconve também foi responsável pelos avanços na redução de NO₂ e CO. O Promot foi importante para controle das emissões relacionadas às motocicletas, através da exigência de novas tecnologias. Atualmente, estima-se que a frota veicular seja responsável por 95,6% das emissões de CO, 70% de HC, 59,6% de NO_x, 8,1% de SO_x e 40% de MP na RMSP (Cetesb, 2023a).

Outro programa voltado ao controle das emissões das fontes veiculares foi o programa brasileiro do álcool (PRÓ-ÁLCOOL), que tinha como meta a substituição em larga escala dos derivados de petróleo como combustíveis no território nacional, incentivando a produção do álcool combustível (etanol) (Cortez, 2016). Com a implantação do programa, foram produzidos aproximadamente 5,6 milhões de veículos movidos à álcool entre as décadas de 1970 e 2000, e ainda foi acrescida uma porcentagem de álcool entre 11 e 25% à gasolina (BIODIESELBR, 2012; Cortez, 2016). Assim como o etanol, o biodiesel é outro biocombustível derivado de fontes renováveis (óleos vegetais e gorduras animais), que foi incentivado a partir do Programa Nacional de Produção e uso de Biodiesel (PNPB), no uso em motores a combustão interna para geração de outro tipo de energia, possibilitando a redução no uso de combustíveis fósseis, de acordo com a Lei nº 9.478/97 (Brasil, 1997).

Além das fontes móveis, a contribuição das fontes fixas, como a industrial que é regulamentada e as fontes não regulamentadas como padarias, restaurantes, pizzarias, construção civil, entre outras, precisam ser melhor investigadas, assim como as emissões biogênicas (Andrade et al., 2017; Santos et al., 2022). Neste sentido, também se inclui a contribuição das fontes oriundas de transporte atmosférico, como queimadas, que, dependendo das condições atmosféricas, podem percorrer longas distâncias, sendo importantes também a sua consideração em investigações na região (Martins et al., 2018).

Como mencionado, as concentrações de MP e O₃, dentre os poluentes clássicos, são ainda as que apresentam os maiores desafios para o seu controle, dados os complexos processos físico-químicos de formação que ocorrem com estes poluentes na atmosfera. Como exemplo de tal complexidade, alguns estudos mostram a região metropolitana como COV limitante para O₃, o que significa que o O₃ é limitado pela disponibilidade de compostos orgânicos voláteis (COVs) (Martins et al., 2006, 2008). No estado, ambos os regimes COV e NO_x-limitante (óxidos de nitrogênio) podem ser encontrados (Rudke et al., 2021; Squizzato et al., 2021). O processo de evolução das fontes de emissão e as mudanças no uso do solo vêm alterando a química da atmosfera da RMSP e, portanto, é importante o acompanhamento destes aspectos e um maior conhecimento das emissões dos precursores de O₃, NO_x e COVs, pois estes também contribuem para formação de aerossóis secundários que constituem principalmente o MP_{2,5}. Em 2013 o estado de São Paulo alterou sua regulamentação para o gerenciamento da qualidade do ar no estado, incluindo nos padrões de qualidade do ar o MP_{2,5}, além de alterar os valores de referência dos outros poluentes no Decreto Nº 59.113/2013 (São Paulo, 2013). Foram implantadas metas intermediárias, visando atingir a meta final recomendada pela OMS (WHO, 2005), objetivando nenhum ou menor efeito à saúde. Em 2021, o padrão de qualidade do ar no estado passou a ser a segunda meta intermediária (MI2), mais restritiva (Cetesb, 2021b). Para atingir estas metas é importante o planejamento e desenvolvimento de estratégias de controle, principalmente associadas a diminuição nas fontes da emissão de poluentes e precursores.

Essa temática está inserida na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015), que visa auxiliar nas metas estabelecidas dentro dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), o ODS 3, que tem como objetivo principal: “Garantir uma vida saudável e promover o bem-estar para todos em todas as idades”. Neste contexto, está incluída a qualidade do ar que respiramos. O ODS 9, associado a “Indústria, inovação e infraestrutura”, pressupõe a existência, até 2030, de indústrias sustentáveis, com adequações

de metodologias e tecnologias para processos ambientalmente seguros e limpos. No ODS 11, que busca “Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resistentes e sustentáveis”, existe a meta de reduzir o impacto ambiental negativo com atenção à qualidade do ar (11.6) e aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e a capacidade para o planejamento e a gestão participativa (11.3). Tem aplicabilidade também no ODS 13 de “Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos”, proporcionando embasamento para políticas públicas e estratégias para reduzir os impactos e as causas, de forma a diminuir as emissões com impactos locais e globais dentro do cenário de mudanças climáticas (Figura 2).



Figura 2 – Esquema ilustrativo da Agenda 2030 dos ODS envolvidos na temática abordada neste estudo

AVANÇOS CIENTÍFICOS PARA OS INVENTÁRIOS DE EMISSÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO

Os inventários de emissão são ferramentas essenciais para a gestão da qualidade do ar e produtos indispensáveis para a criação de entradas químicas em modelos climáticos e de qualidade do ar. Inventários globais são utilizados fortemente em estudos atmosféricos, mas é importante destacar que existe uma lacuna de informações detalhadas para a América do Sul (Huneeus et al., 2020). No Brasil, nas últimas décadas, esforços científicos têm sido voltados ao preenchimento dessas lacunas, com destaque para aquelas associadas às fontes antrópicas.

O início de estudos de inventários no estado de São Paulo foi a Operação Branca, que entre os anos 1975 e 1976 realizou o levantamento das fontes de emissão atmosféricas industriais na RMSP, mantendo ainda um canal para comunicação com a comunidade. A equipe responsável reuniu dados de cerca de 12 mil indústrias, além de outros estabelecimentos com fontes poluidoras, em um banco de dados e informações, que contava com especificações quanto às fontes, tipos de poluentes emitidos, valores absolutos de emissão e equipamentos de controle de poluentes utilizados. Esse primeiro esforço deu suporte para o planejamento e execução de ações de controle da Cetesb (Cetesb, 2018).

Os primeiros estudos científicos voltados aos inventários de emissão industrial no estado de São Paulo começaram a ser publicados em 2005. Com um estudo que propõe uma metodologia de inventários de baixo custo, baseando-se na identificação de processos e refinamento entre os bancos de dados, porém esse inventário tinha como foco os GEE com levantamento específico de CO₂ (Lucon; Santos, 2005).

Desde 1998 há estudos científicos voltados a inventários de emissão no estado de São Paulo. Porém, somente a partir de 2006 estes estudos começaram a ser mais frequentes. No ano de 2011 os estudos publicados começaram a englobar um número maior de temas associados à inventariação das fontes de poluição atmosférica, mas somente em 2013 os estudos de inventários de emissão voltados especificamente para fontes industriais passaram a ter visibilidade nas bases de periódicos (Figura 3) (Web of Science, 2023).

Avanços científicos significativos foram realizados para a estruturação de inventários de fontes móveis de veículos na RMSP. Foram realizados estudos com metodologias para obtenção de fatores de emissão em laboratório e em túneis (Martins et al., 2006; Nogueira et al., 2021; Pereira et al., 2023b), inventários formulados com fontes espacialmente e temporalmente especificadas a partir do desenvolvimento de modelos, como é o caso do mais recente modelo desenvolvido, o *Vehicular Emission INventory* (VEIN) (Ibarra-Espinosa et al., 2018). Esses avanços, também associados à indicação de tecnologias e estratégias de redução, caminharam juntos com políticas públicas para redução de emissões veiculares.

Nos últimos anos, publicações científicas voltadas a inventários de emissão estão associadas em maior quantidade às temáticas de controle de emissão, poluição do ar e mudanças climáticas. Esses estudos estão voltados, principalmente, aos aerossóis, MP, dióxido de carbono e O₃, relacionados a investigações em atividades de desflorestamento, energia, etanol e GEE (Web of Science, 2023).

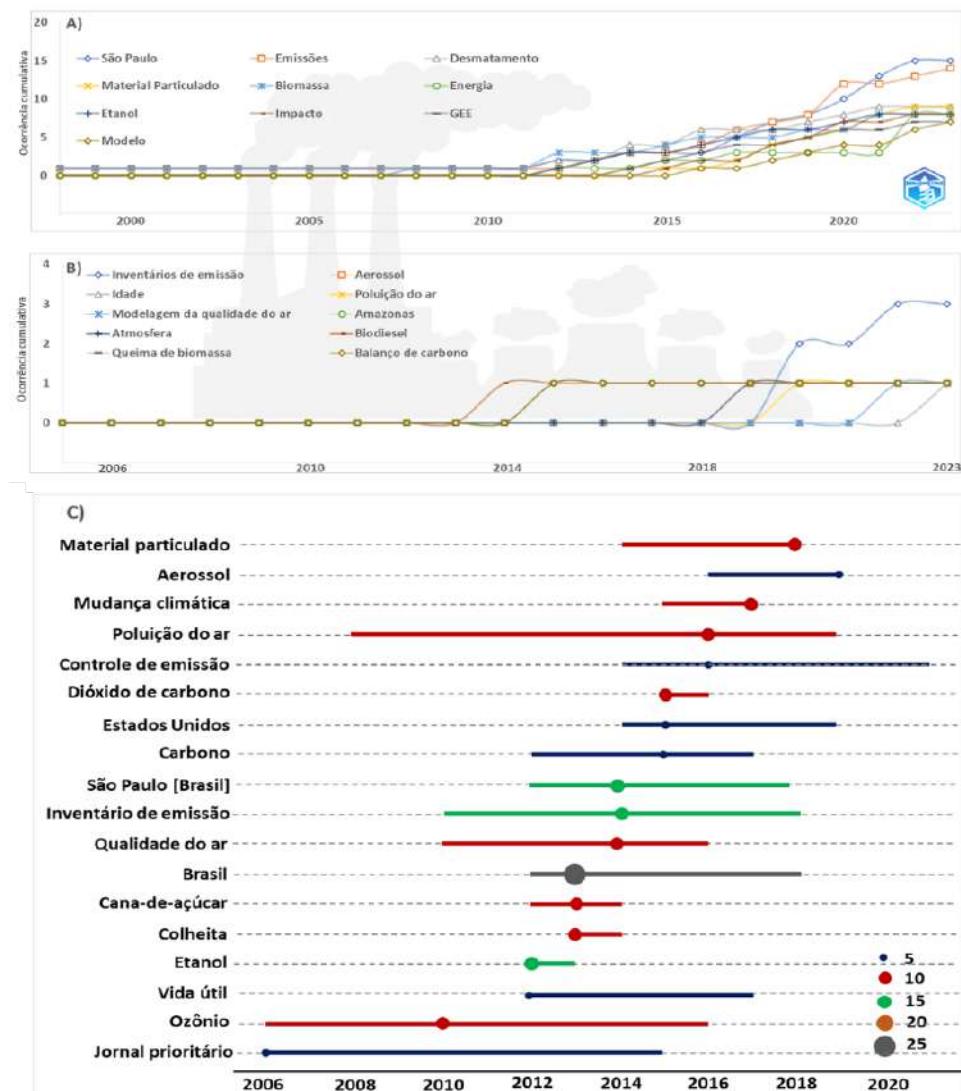


Figura 3 – Evolução temporal da ocorrência das palavras-chaves de busca do estudo bibliométrico da base Web of Science, filtrando: a) inventários de emissão no estado de São Paulo, b) inventários de emissão específicos para indústrias no estado de São Paulo, c) frequência dos temas encontrados usando o filtro dos inventários de emissão do estado de São Paulo.

Fonte: Web of Science (2023).

Compreender a química atmosférica envolvida nos processos de poluição do ar, desde a contribuição por fontes até as diferentes formas de interações na atmosfera, constitui um processo extremamente complexo, mas de suma importância para controlar e reduzir os impactos na saúde da população, nos ecossistemas naturais e nas mudanças climáticas. Neste sentido, vale ressaltar que a qualidade do ar está diretamente relacionada à qualidade de vida da população, sendo a poluição do ar o maior risco ambiental para a saúde, com registros de mais de 4,2 milhões de mortes por ano no mundo associadas a poluição do ar (Cohen et al., 2017; Lelieveld et al., 2020).

Estudos voltados ao entendimento e diagnóstico da qualidade do ar devem englobar estes diferentes processos, fontes, mecanismos, interações e reações. Assim, a quantificação das concentrações atmosféricas e de fatores de emissão para pesquisas ambientais é de suma importância, pois permite estudos dos poluentes e seus precursores (Figura 4). O fator de emissão também é fundamental para construção de inventários de emissões, que permitem identificar fontes significativas de poluentes atmosféricos e servem como embasamento para os governos nas tomadas de decisões e formulação de estratégias de controle. Os inventários de emissões são essenciais para projeções de cenários climáticos e simulações da qualidade do ar (EPA, 2022).

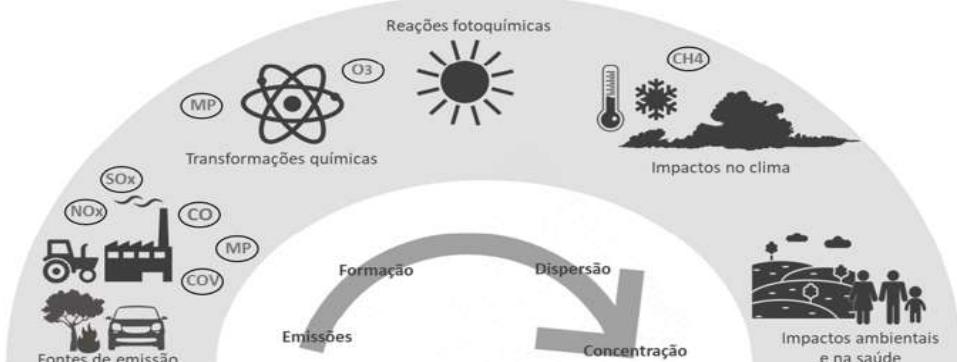


Figura 4 – Esquema de causa e efeito dos poluentes atmosféricos

Como os inventários têm papel substancial na modelagem da qualidade do ar, o detalhamento destes, espacialmente e com maior informação regional, é de suma importância para uma maior contribuição nos estudos. Assim, pesquisas e iniciativas governamentais têm gerado esforços neste sentido, sendo que o mais recente inventário de emissões atmosféricas estacioná-

rias englobou diversos setores energéticos no Brasil, com dados referenciais do ano base de 2011. Este estudo teve como resultado o primeiro inventário espacializado de fontes industriais no Brasil (Kawashima et al., 2020). Assim, em relação a pesquisas científicas voltadas para os inventários, observamos uma série de publicações que englobam modelos de qualidade do ar e a validação destes (Andreão et al., 2020; Chen et al., 2023; Lim et al., 2019).

Outra frente de estudo também significativa são os esforços voltados ao entendimento de GEE, estando estes associados aos inventários desses gases e aos modelos climáticos. Estes inventários regionais e nacionais são um esforço também associado ao cumprimento das obrigações perante a Convenção-Quadro das Nações Unidas para Mudança do Clima (UNFCCC), no âmbito de suas comunicações nacionais (Huneeus et al., 2020). Assim, observa-se que inventários que não são associados aos GEE, mas sim a poluição regional, são estruturados a partir das emissões de poluentes, ou seja, dependem do porte da fonte emissora e do tipo de atividade. Consequentemente, tendem a se concentrar principalmente em áreas urbanas, mais industrializadas.

Os estudos científicos constituem importantes bases para metodologias de inventários e estratégias de investigação e redução, apontando e identificando as potenciais fontes de emissão, subsidiando o diagnóstico e o entendimento do nível de poluição (Figura 5). No entanto, além dessas contribuições na base, há estudos voltados à análise, eficiência e validação da estratégia de redução adotada como, por exemplo, normativas e programas de controle. Estes estudos em São Paulo mostram uma diminuição de alguns poluentes primários ao longo dos anos, como resultado de políticas de controle (Andrade et al., 2017). Por outro lado, alertam para poluentes, principalmente secundários, que não apresentaram diminuição. Com isso, outra vertente de estudos de inventários está associada ao entendimento de precursores e as interações físico-químicas na atmosfera. Esta temática envolve estudos de inventários de fontes antropogênicas além das regulamentadas, assim como também a contribuição de fontes biogênicas (Santos et al., 2022). O estudo é voltado não somente às emissões diretas, mas engloba a complexibilidade da composição da atmosfera com todas as interações e mecanismos associados.

Apesar da compreensão dos processos associados aos poluentes primários e das ações tomadas para controle destes, é perceptível a necessidade de estudos e iniciativas para a redução das concentrações de poluentes secundários, formados na atmosfera a partir da emissão de poluentes primários e processos físico-químicos, bem como o entendimento dos efeitos da poluição atmosférica em áreas menos urbanizadas, mas que também

agrupam diversas fontes poluidoras, além do transporte. O O₃ e as partículas são atualmente os poluentes secundários de maior preocupação, devido a sua toxicidade e altos valores registrados (WHO, 2021).

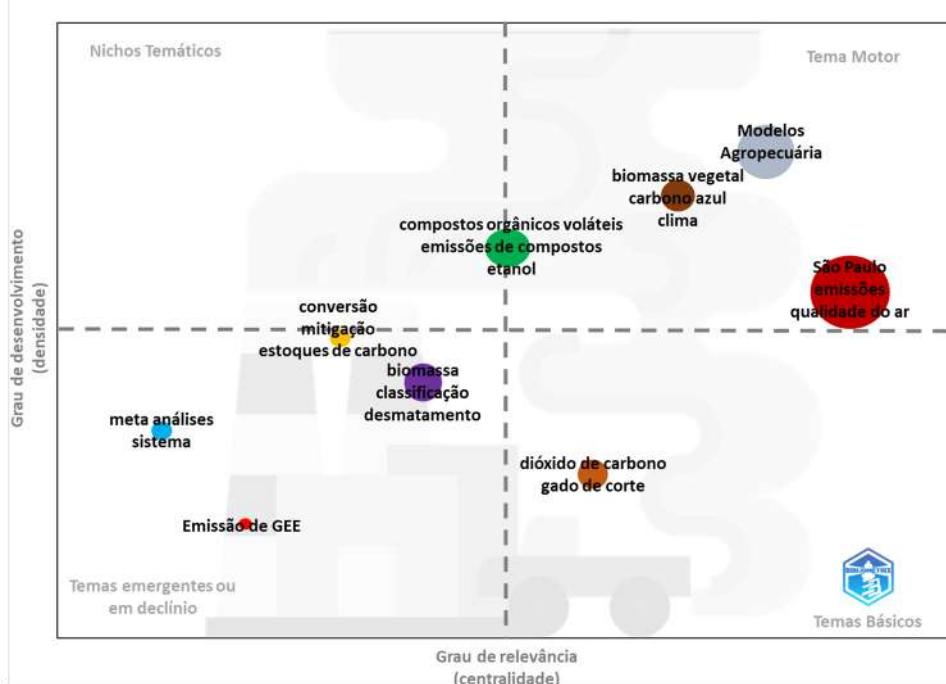


Figura 5 – Agrupamento de temas pelo estudo bibliométrico da base Web of Science, filtrando para inventários de emissão no estado de São Paulo, de acordo com o grau de relevância e de densidade

Fonte: Web of Science (2023).

EFEITOS DAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES

Devido à sua grande população, o estado de São Paulo apresenta a maior frota de veículos do país (cerca de 40%), contando com pouco mais de 32 milhões de veículos, sendo que destes, aproximadamente 50% (15 milhões) estão concentrados na RMSP (IBGE, 2022a). A frota veicular teve um crescimento rápido associado ao acelerado crescimento urbano, dobrando seu número de veículos entre 2006 e 2022 (Senatran, 2022). Em consequência do número expressivo de veículos automotores, as emissões veiculares são tí-

das como a principal fonte de poluentes atmosféricos, sendo consideradas as responsáveis primordiais pela má qualidade do ar em algumas regiões mais urbanizadas do estado (Cetesb, 2022a). Assim, essa problemática foi foco de esforços de controle, principalmente na RMSP, gerando exemplos de políticas públicas eficientes a serem seguidas para outras fontes.

Os veículos emitem diversas substâncias tóxicas, sendo as principais: CO, óxidos de nitrogênio (NO_x), especialmente na forma de NO, hidrocarbonetos (HC), óxidos de enxofre (SO_x), e MP. O tipo de emissão depende em especial do tipo de combustível utilizado, sendo que veículos a diesel tendem a emitir grande número de partículas (fuligem) e NO_x , enquanto automóveis com motores do ciclo Otto (leves e motocicletas) apresentam emissões mais significativas de CO e HC, o que pode ser observado nas concentrações variadas ao longo da extensão do estado (Cetesb, 2021c). Tendo como objetivo a melhoria da qualidade do ar, o Proconve se mostrou um programa eficiente, através de suas fases progressivas, promovendo a redução da emissão e avanços na qualidade do ar urbano. Simultaneamente à implementação do programa, a utilização do etanol como combustível foi regulamentada, passando a ser consumido sozinho ou adicionado a gasolina, o que possibilitou a redução da emissão do CO chumbo (Cetesb, 2022a).

As médias anuais das concentrações de partículas inaláveis mostram uma tendência de redução que acompanha as fases propostas pelo Proconve (L1, L2, L3, L4, L5, L6 e L7). Em 2021 a média anual registrada de MP_{10} para a RMSP era de $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 3,4 vezes menor do que a registrada em 1986, ano anterior à implementação do programa. São Paulo conta ainda com o PCPV (Plano de Controle de Poluição Veicular), que é revisado a cada três anos. Previsto inicialmente pela Resolução Conama nº 418/2009 (Brasil, 2009, Cetesb, 2022c), que estabeleceu a obrigatoriedade da elaboração de planos pelos órgãos ambientais estaduais, o PCPV oferece novas propostas de programas a serem realizados pelo Estado para a redução das emissões de poluentes nocivos à saúde e de Gases do Efeito Estufa (GEE) originadas nos veículos rodoviários. Este plano é instrumento para gestão da qualidade do ar e indica ações para o controle da emissão de poluentes e a redução do consumo de combustíveis por veículos, em especial nas áreas comprometidas pela emissão de poluentes atmosféricos (Cetesb, 2022a, 2022b, 2022c). Esse plano é pautado pela Lei Estadual nº 13.798/2009, que institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas (Cetesb, 2021a; São Paulo, 2009). O plano é estruturado com metodologia atualizada, metas e indicadores para as ações recomendadas. Apesar dos esforços para a redução das emissões veiculares, que pode ser verificado ao longo dos anos, elas ainda são muito significativas. Segundo o inventário de emissões veiculares elaborado pela Cetesb, só em 2019, as

emissões do estado por essa fonte chegaram a 301 mil toneladas de CO e 165 mil toneladas de NO_x, já em 2020 e 2021 esses valores foram um pouco mais baixos, sendo emitidas 258 mil toneladas de CO e 151 mil toneladas de NO_x em 2021 (Cetesb, 2022a, 2022b, 2022c).

Além das fontes veiculares, as emissões industriais representam outra fonte considerável para a qualidade do ar do estado. São Paulo é conhecida como a locomotiva do Brasil, sendo esse apelido justificado pela grande geração de riquezas que, no caso do setor industrial, gira em torno de pouco mais de 30% do total do PIB nacional (IBGE, 2022a). Diversos tipos de indústrias estão presentes no estado, mas as unidades de cogeração de energia, que utilizam a queima de biomassa como combustível, são as que mais chamam a atenção, especialmente por estarem agrupadas no norte do estado, que é uma das grandes regiões sucroalcooleiras do país (Baccarin, 2020; Carvalho; Oliveira, 2006; CONAB, 2013). Existem também outros polos industriais importantes em outras regiões, como exemplos de dois desses, tem-se o ABC paulista⁴ e o parque industrial de Cubatão (CIDE, 2020; Yamauchi; Tourinho, 2021).

O Decreto Estadual nº 59.113/2013 (São Paulo, 2013) determina que áreas que não atendam ao padrão de qualidade estabelecido devem participar do PREFE (Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias). O Decreto Estadual estabelece ainda os critérios para o gerenciamento da qualidade do ar, estabelecendo critérios para o licenciamento de fontes novas e ampliações e para os limites intermediários e o padrão final de cada poluente (MP_{10'}, MP_{2,5'}, SO₂, NO₂ e O₃), e a classificação dos municípios do estado quanto à qualidade do ar monitorada. Essa classificação é condicional a implementação de novas fontes fixas de emissão e ampliação de fontes existentes. Os valores das metas intermediárias calculadas são apresentados na Tabela 1, estando a meta M2 em vigor em 2023 (Cetesb, 2022b). As metas intermediárias estão em concordância com as orientações da OMS recomendadas nas Diretrizes Globais de Qualidade do ar (WHO, 2021), que estabelecem limites para as concentrações de poluentes a serem atingidos progressivamente. O estabelecimento de fases, permite que a qualidade do ar vá melhorando gradativamente e espacialmente, sendo que em algumas regiões do estado a meta final é atingida, enquanto em outras regiões são necessárias medidas de controle para garantir que o limite final seja alcançado.

A partir desses valores limites estabelecidos, os municípios foram classificados pela Cetesb, conforme apresentado na Figura 6 (Cetesb,

⁴ ABC paulista, no Sudeste da RMSP, é composto por sete municípios: Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra .

2022b). O O_3 é um poluente preocupante, especialmente na RMSP e seu entorno, com concentrações acima do limite M1. Já as partículas inaláveis (MP_{10} e $MP_{2,5}$) têm concentrações mais elevadas em municípios industrializados como Cubatão e Santa Gertrudes (Figura 6). O SO_2 e o NO_2 apresentam valores mais elevados na cidade de Cubatão.

Tabela 1 – Metas intermediárias e final de concentração de poluentes a longo e curto prazo utilizadas pela Cetesb e valores recomendados pela OMS

Longo prazo						
Categoria	MP10 ($\mu g/m^3$)	MP2,5 ($\mu g/m^3$)	SO2 ($\mu g/m^3$)	NO2 ($\mu g/m^3$)		
> M1	MA > 40	MA > 20	MA > 40	MA > 60		
M1	35 < MA ≤ 40	17 < MA ≤ 20	30 < MA ≤ 40	50 < MA ≤ 60		
M2	30 < MA ≤ 35	15 < MA ≤ 17	20 < MA ≤ 30	45 < MA ≤ 50		
M3	20 < MA ≤ 30	10 < MA ≤ 15	MA ≤ 20	40 < MA ≤ 45		
MF	MA ≤ 20	MA ≤ 10	-	MA ≤ 40		
Curto prazo						
Categoria	MP10 ($\mu g/m^3$)	MP2,5 ($\mu g/m^3$)	SO2 ($\mu g/m^3$)	NO2 ($\mu g/m^3$)	O3 ($\mu g/m^3$)	
> M1	M4VD > 120	M4VD > 60	M4VD > 60	M4VD > 260	M4VD > 140	
M1	100 < M4VD ≤ 120	50 < M4VD ≤ 60	40 < M4VD ≤ 60	240 < M4VD ≤ 260	130 < M4VD ≤ 140	
M2	75 < M4VD ≤ 100	37 < M4VD ≤ 50	30 < M4VD ≤ 40	220 < M4VD ≤ 240	120 < M4VD ≤ 130	
M3	50 < M4VD ≤ 75	25 < M4VD ≤ 37	20 < M4VD ≤ 30	200 < M4VD ≤ 220	100 < M4VD ≤ 120	
MF	M4VD ≤ 50	M4VD ≤ 25	M4VD ≤ 20	M4VD ≤ 200	M4VD ≤ 100	
Metas intermediárias e diretrizes de qualidade do ar OMS						
Poluente	Período de referência	MI-1	MI-2	MI-3	MI-4	DQA
MP10	Anual	70	50	30	20	15
MP2,5	Anual	35	25	15	10	5
O3	6 meses*	100	70	-	-	60
NO2	Anual	40	30	20	-	10

Legenda: MA - média aritmética das médias anuais dos últimos três anos representativos; M4VD – Média aritmética do 4º maior valor diário de cada um dos últimos três anos.

*média da máxima média móvel de 8h diárias nos seis meses consecutivos com maior média móvel de concentração – alta temporada.

Fonte: CETESB (2022b), WHO (2021).

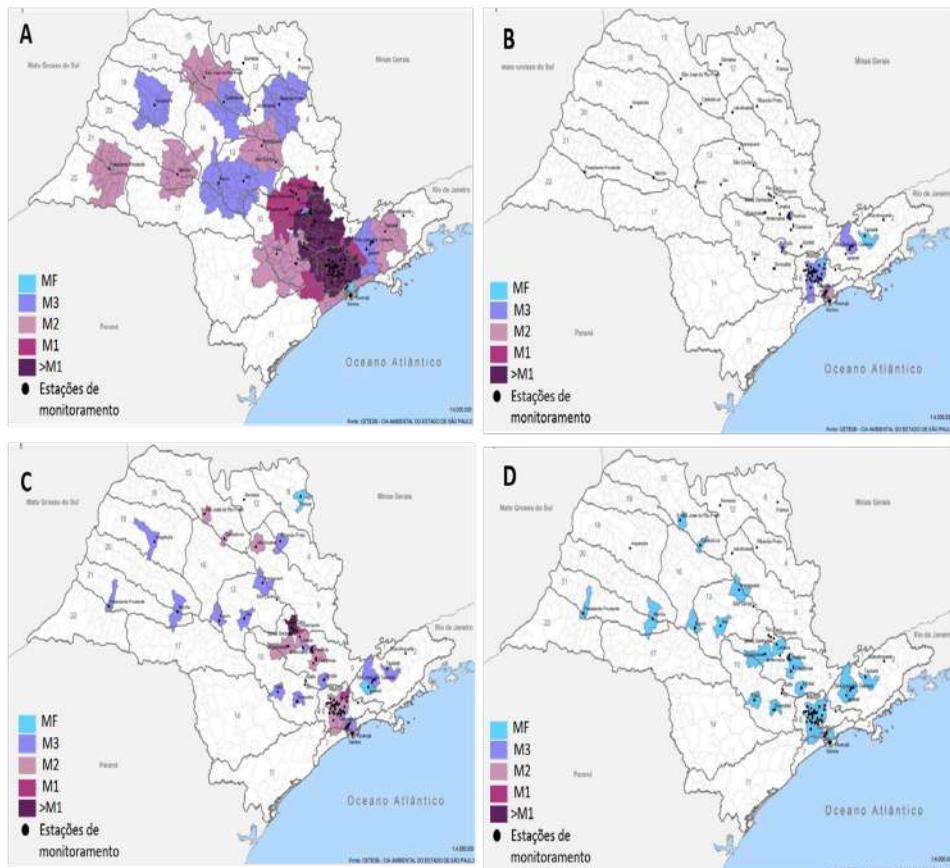


Figura 6 - Classificação da qualidade do ar (2020-2022) nas regiões de São Paulo para os poluentes: A) O₃; B) MP₁₀ e MP_{2,5}; C) SO₂ e D) NO₂

Fonte: Adaptado de Cetesb (2022b).

O PREFE e o PCPV formam o Plano de Controle de Emissões Atmosféricas (PCEA), elaborado e de responsabilidade da Cetesb, que tem como objetivo principal garantir a melhoria contínua da qualidade do ar no estado. O primeiro levantamento de dados do PREFE foi realizado em 2014, referente a Decisão de Diretoria nº 289/2014/P (Cetesb, 2014). O PREFE 2021, que é a segunda fase do plano de redução de emissões de fontes industriais, sofreu revisão e atualização, sendo referente a Decisão de Diretoria da Cetesb nº 118/2021/I/C (Cetesb, 2021d). Atualmente o plano engloba seis regiões de controle (RC1, RC2, RC3, RC5, RC6 e RC7) (Figura 7),

que agrupa unidades poluidoras da classe A da curva ABC⁵, ou seja, aquelas que representam a maior porcentagem de emissões (Cetesb, 2021d). A esta nova fase também foi incluída a Decisão de Diretoria da Cetesb nº 119/2021/I/C (Cetesb, 2021e) referente ao “Plano Setorial de Controle de Emissões de Compostos Orgânicos Voláteis e Semi-voláteis provenientes de Unidades de Armazenamento, Distribuição e Comércio Atacadista de Combustíveis”, e a revisão aprovada em 2016 do “Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias – Setor das Indústrias de Pisos Cerâmicos e Mineração de Argila” (Cetesb, 2016, 2021f).

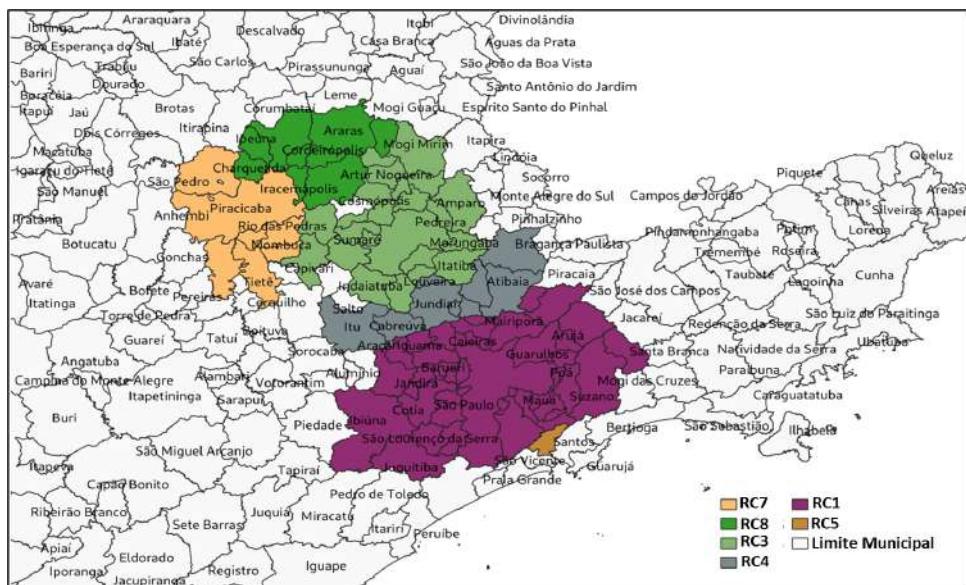


Figura 7 - Regiões de Controle (RC) do PREFE 2021

O PREFE tem etapas de aplicação que tomam como base de decisão os inventários de emissão entregues pelas empresas (Figura 8). Estes inventários são informados pelas empresas convocadas. Nas normativas associadas a cada uma das fases do PREFE foram descritas as empresas de acordo com as regiões analisadas, atividades desenvolvidas e seu potencial

5 Curva ABC: método de classificação por grau de impacto/emissão, definido por sub-região e estimado pelos inventários de fontes fixas dos poluentes (Decisão de Diretoria da Cetesb nº 118/2021/I/C).

de emissão. Estas também contam com as informações exigidas nos inventários como os poluentes que devem ser informados e as fontes. As empresas são responsáveis pela entrega dessas informações inventariadas, assim como as planilhas de cálculo, indicando os métodos e estimativas utilizadas, que devem estar de acordo com as orientações da Cetesb (Cetesb, 2023b). Os inventários de emissão recebidos pela Cetesb são analisados por métodos exploratórios de caracterização e métodos estatísticos, nesta etapa é onde são identificadas possíveis discrepâncias passíveis de conferência ou até mesmo de fiscalização no empreendimento. Após este tratamento, análise e fiscalização, tem-se os quadros de emissão de cada setor industrial, por região. Com isso, é possível identificar os empreendimentos que precisam de maior controle, devendo os que apresentam valores de emissão acima do permitido apresentar um plano de redução, associado a estratégias no processo e/ou implementação de tecnologias de redução das emissões (Cetesb, 2023e). Além disso, possibilita a caracterização das regiões críticas industriais e os impactos das medidas de controle.

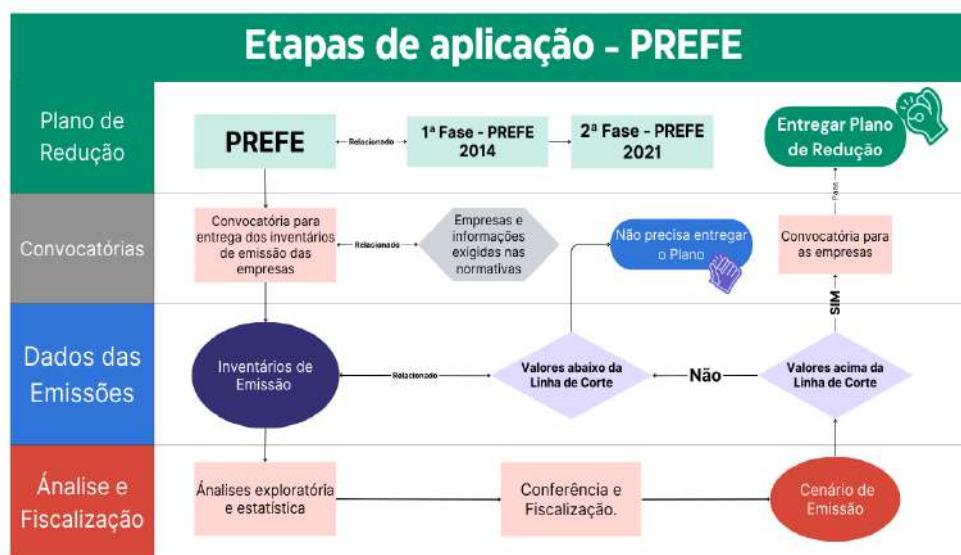


Figura 8 – Fluxograma das etapas principais de aplicação envolvidas do PREFE

Fonte: Cetesb (2023b).

O PREFE, assim como os demais planos apresentados nessa seção, utiliza como base para suas decisões e medidas adotadas os inventários de emissão. Estes planos de controle englobam métricas de medições e estimativas de referências científicas, como a EPA (EPA, 2022), bem como um guia estratégico atualizado das melhores tecnologias e estratégias de redução (Cetesb, 2023e). É importante destacar a atuação da ciência inserida nesses planos, que têm se mostrado importantes ferramentas de controle, sendo necessária à sua ampliação, tanto em frequência quanto em área de abrangência, assim como também o uso de pesquisa científica cada vez mais refinada das características particulares de cada localidade.

PROGNÓSTICO DA COOPERAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E INICIATIVAS GOVERNAMENTAIS

Tendo em mente que a poluição ambiental é na verdade um conjunto de processos que são desencadeados pelas emissões nas diferentes fontes, elencar, estimar e controlar essas emissões deve ser o objetivo primordial que norteia todas as políticas públicas envolvendo a qualidade do ar. É através de medidas de controle aplicadas nas fontes que se pode reduzir ou mitigar os impactos climáticos, ambientais e na saúde, já que as reações, formação e dispersão desses poluentes não é de fácil controle.

Neste sentido, são essenciais pesquisas voltadas ao controle das fontes, como metodologias de medição; métodos e cálculos para formulação de inventários; tecnologias de redução; bem como também identificação e entendimento dos processos e precursores envolvidos. Estas pesquisas científicas têm inúmeras utilidades para políticas públicas de controle, potencializando sua efetividade e agilidade. A identificação dos níveis de qualidade do ar e suas associações econômicas, ambientais e sanitárias, determinam a importância da ação e definem os diferentes temas a serem considerados. Metodologias confiáveis para medição e para construção de inventários são importantes ferramentas para levantamento de dados e acompanhamento da evolução destes. As tecnologias e estratégias de controle atuam na redução das emissões, sendo que quanto melhor estas forem, mais efetivas serão.

Os planos de controle, bem como as políticas públicas e seus incentivos associados a métodos científicos, pontuam sinais de melhoria contínua na qualidade do ar do estado. São Paulo lança para a atmosfera grandes quantidades de SO₂ e partículas inaláveis, principalmente oriundos da va-

riada gama de atividades industriais presente em toda a extensão territorial do estado. O número de unidades industriais e empresariais⁶ de São Paulo apresentou crescimento considerável entre os anos de 2006 e 2013, com um aumento em média de 60 mil unidades por ano para o estado, sendo 26 mil na RMSP, com pequena queda após esse período, especialmente durante os anos de 2015 a 2018 (CNAE, 2023; IBGE, 2023), e voltando a crescer após 2019 (Figura 9). Os objetivos centrais dos programas de controle de emissão estão associados também ao planejamento e melhorias tecnológicas, ou seja, com mais atividades industriais aplicando melhores tecnologias para tratamento de poluentes e com a distribuição planejada dessas fontes nas diferentes regiões do estado é possível garantir que todas as áreas de São Paulo possuam um ar adequado, assegurando a qualidade de vida de toda a população residente.

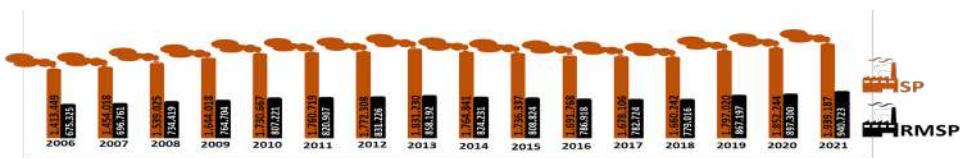


Figura 9 – Evolução do total de indústrias (unidades locais, considerando todas as atividades econômicas da CNAE) de 2006 a 2021 no estado de São Paulo (SP) e na RMSP

Fonte: IBGE (2023).

Um bom exemplo do resultado das medidas implementadas nos programas citados é a redução das concentrações de alguns poluentes que pode ser observada na RMSP, com redução contínua e clara (Figura 10). A RMSP conta com uma série de restrições extras para a inclusão de ati-

⁶ Seções de atividades: A - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura; B - Indústrias extractivistas; C - Indústrias de transformação; D - Eletricidade e gás; E - Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação; F - Construção; G - Comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas; H - Transporte, armazenagem e correio; I - Alojamento e alimentação; J - Informação e comunicação; K - Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados; L - Atividades imobiliárias; M - Atividades profissionais, científicas e técnicas; N - Atividades administrativas e serviços complementares; O - Administração pública, defesa e segurança social; P - Educação; Q - Saúde humana e serviços sociais; R - Artes, cultura, esporte e recreação; S - Outras atividades e serviços; T - Serviços domésticos; U - Organismos internacionais e outras instituições extraterritoriais.

vidades industriais e para a realização de monitoramento das emissões. Com o controle das emissões veiculares iniciou-se um processo de queda das concentrações, um exemplo prático dessas iniciativas, é a inclusão de veículos na Operação Inverno que ocorreu em 1984, influenciando na redução do teor de enxofre no óleo diesel em regiões metropolitanas (2014 - diesel S-10 - 10mg/kg) e na gasolina (de 800 para 50 mg/kg) (Cetesb, 2023d). O controle veicular foi se acentuando a partir da união de medidas regulamentadoras em outras fontes. Antes mesmo do PREFE, algumas medidas já estavam sendo tomadas para garantir o impacto reduzido das atividades industriais na qualidade do ar, como a iniciativa de redução da emissão de MP industrial proposta no final da década de 1970, bem como a redução do teor de enxofre no óleo e o programa para a redução das emissões de SO₂ implementados na década de 1980 (Lei nº 997/1976; Decreto nº 8.468/1976) (São Paulo, 1976). Todas essas iniciativas pioneras representaram o ponto de virada para a melhoria de políticas públicas que temos atualmente no estado e que servem de exemplo para as demais regiões do país.

Apesar disso, a preocupação com a qualidade do ar abrange diversas áreas, com os impactos ambientais bem determinados, sendo a saúde humana a área de maior preocupação quanto aos efeitos negativos do ar que respiramos. Os grandes centros urbanos não são apenas os mais desenvolvidos em tecnologias e prestação de serviços, mas, infelizmente, são também as regiões que mais registram perdas de vidas humanas por conta de doenças associadas à qualidade do ar (interno e externo) e eventos climáticos extremos. A RMSP perde por ano uma média de aproximadamente 15 mil pessoas por doenças respiratórias (excluindo as relacionadas ao Sars-CoV-2), sendo que esses óbitos representaram aproximadamente uma morte a cada 1.000 pessoas, em 2020 (Figura 11). Com a maior área de densidade populacional, estes casos da RMSP representam de 40% a 58% de óbitos por doenças respiratórias do estado. Regiões metropolitanas com alta atividade industrial estão também como as maiores em números de casos, como a Baixada Santista e Campinas (Datasus, 2023).

Com o aumento populacional, maior consumo, industrialização e a mudança do estilo de vida da sociedade, a preocupação com o ar que respiramos deve estar no topo da agenda climática dos líderes mundiais. São Paulo, devido a sua grande importância, tem o dever de ser um exemplo para os demais estados do Brasil. Contudo, a perspectiva para o futuro é positiva, tendo em vista os esforços contínuos e a resposta de melhoria ambiental que se registra pelo estado.

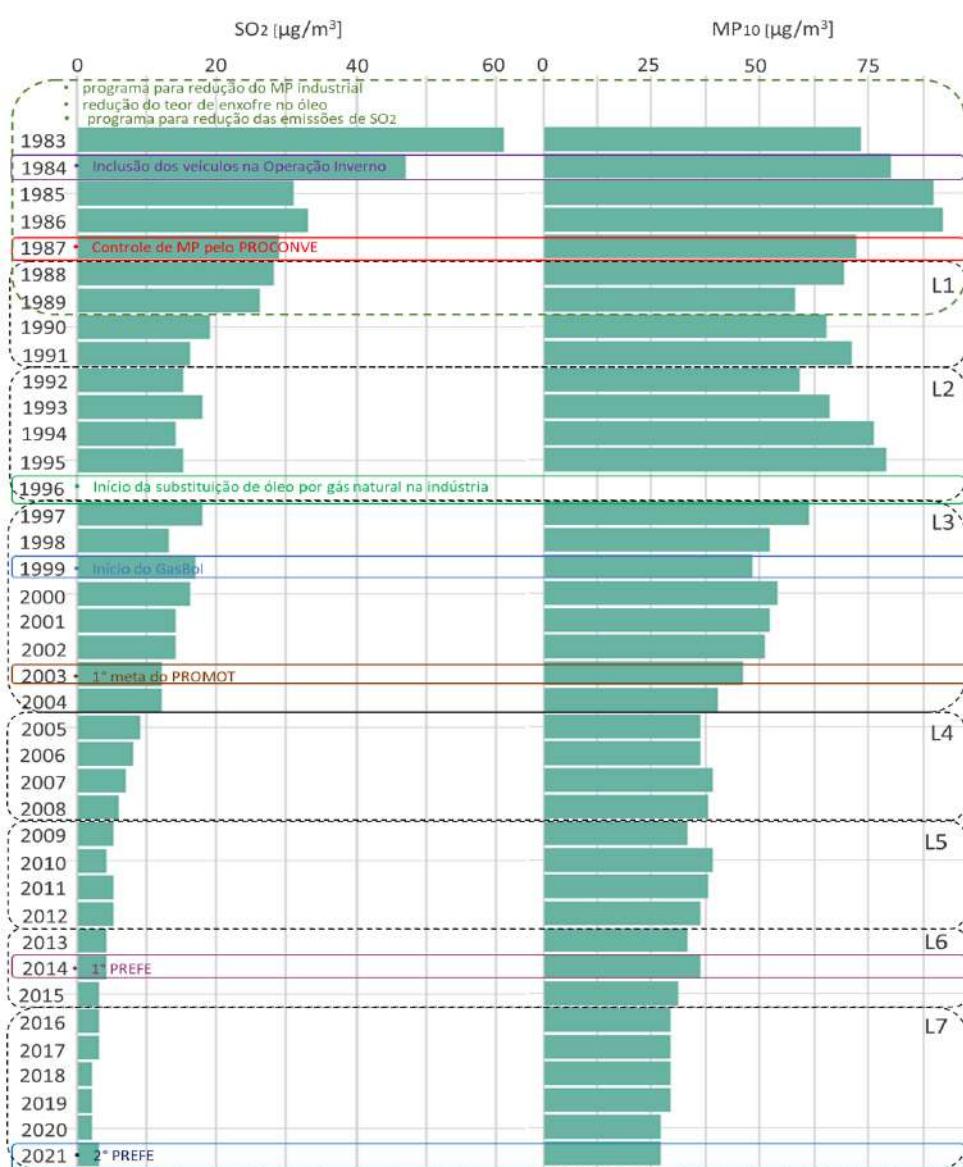


Figura 10 - Evolução dos valores médios das concentrações dos poluentes MP₁₀ e SO₂ medidos nas estações de monitoramento da qualidade do ar da Cetesb na RMSP destacando as políticas de controle e as fases de programas de controle de emissão de poluentes veiculares do Proconve

Fonte: Cetesb (2023c).

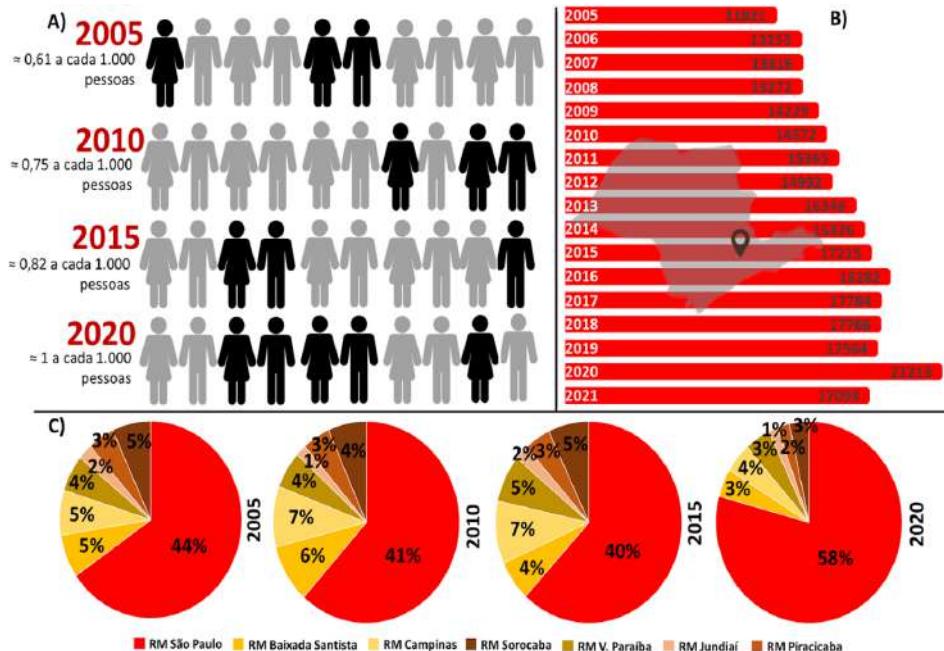


Figura 11- Evolução temporal

Legenda: (A) e numérica (B) de óbitos por doenças respiratórias (Capítulo X - CID10) na RMSP. (C) Porcentagem de óbitos na RMSP ponderada pela população

Fonte: Datasus (2023).

Concluindo, ressalta-se o papel fundamental dos inventários de emissões nos avanços de políticas públicas eficientes. Neste capítulo pontuamos o planejamento baseado em dados e evidências científicas fornecidos pelos inventários de emissão como ferramentas de gestão, e na evolução destes baseados em avanços científicos. Os inventários possibilitam este entranhamento entre ciência e gestão pública, de suma importância para eficiência e melhorias nas políticas de redução de emissões, em direção a melhoria da qualidade do ar e a diminuição de GEE. Ações que impactam diretamente a sociedade, associado ao bem-estar, saúde e ao planeta no combate às mudanças climáticas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Cetesb, pelo trabalho em parceria, pela experiência e apoio técnico referentes ao conteúdo presentes neste capítulo. Ao Progra-

ma USP Sustentabilidade da Superintendência de Gestão Ambiental, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro. Ao Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas pelo suporte acadêmico.

Aos colaboradores Eng^a. Maria Cristina Poli e Eng. Eduardo Luís Serpa – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), São Paulo-SP, Brasil.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. F. et al. Air quality in the megacity of São Paulo: Evolution over the last 30 years and future perspectives. *Atmospheric Environment*, v. 159, p. 66-82, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.03.051>

ANDREÃO, W. L. et al. Top-down vehicle emission inventory for spatial distribution and dispersion modeling of particulate matter. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 27, n. 29, p. 35952-35970, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08476-y>

BACCARIN, J. G. Efeitos ambientais, sociais e econômicos de mudanças tecnológicas recentes na cana-de-açúcar no estado de São Paulo, Brasil. *PEGADA - A Revista da Geografia do Trabalho*, v. 3, n. 20, p. 141-173, 2020. <https://doi.org/10.33026/peg.v3i20.6559>

BIODIESELBR. *PróAlcool – Programa Brasileiro de Álcool*. 29 jan. 2006. Última atualização em 04 mar. 2012. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/proalcool/pro-alcool/programa-etanol> Acesso em: 31 out. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA nº18, de 6 de maio de 1986*. Dispõe sobre a criação do Programa de Controle de Poluição do Ar por veículos Automotores – PROCONVE. Publicada no DOU, de 17 de junho de 1986, Seção 1, páginas 8792-8795. Brasil, 1986. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=41 Acesso em: 31 out. 2023.

BRASIL. *Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997*. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. D.O.U de 07/08/1997, pág. nº 16925. Presidência da República. 1997. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=9478&ano=1997&ato=a0bUzaU90M->

JpWTb7b Acesso em: 31 out. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução 418, de 25 de novembro de 2009*. Dispõe sobre critérios para a elaboração de Planos de Controle de Poluição Veicular PCPV e para a implantação de Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso - I/M pelos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente e determina novos limites de emissão e procedimentos para a avaliação do estado de manutenção de veículos em uso. Brasília: Conama, 2009. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2022/04/Resolucao-CONAMA-418-2009.pdf> Acesso em: 31 out. 2023.

CARVALHO, V. S. B. et al. Air quality status and trends over the Metropolitan Area of São Paulo, Brazil as a result of emission control policies. *Environmental Science and Policy*, v. 47, p. 68-79, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.11.001>

CARVALHO, G. R.; OLIVEIRA, C. O setor sucroalcooleiro em perspectiva. *Circular Técnica*, v. 10, 2006. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117820/1/CT10.pdf> Acesso em: 23 jun. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Decisão de Diretoria nº 289/2014/p, 08 de outubro de 2014*. Dispõe sobre a aprovação do “Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias – PREFE 2014”, elaborado em atendimento ao Decreto Estadual nº 59.113, de 23 de abril de 2013. São Paulo: Cetesb, 2014. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/decisoes-de-diretoria/> Acesso em: 31 out. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Decisão de Diretoria Nº 192/2016/C, de 30 de agosto de 2016*. Aprova o “Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias – Setor das Indústrias de Pisos Cerâmicos e Mineração de Argila” – Região de Controle 06 do PREFE 2014 - e dá outras providências. São Paulo: Cetesb, 2016. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/decisoes-de-diretoria/> Acesso em: 31 out. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. CETESB: 50 anos de histórias e estórias. São Paulo: Cetesb, 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/Livro-CETESB-50-anos.pdf> Acesso em: 31 out. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Decisão de Diretoria N° 035/2021/P, de 13 de abril de 2021a*. Dispõe sobre os critérios para a elaboração do inventário de emissões de gases de efeito estufa que deverão enviar o inventário de emissões para a CETESB no

Estado de São Paulo e dá outras providências. São Paulo: Cetesb, 2021a. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/decisoes-de-diretoria/> Acesso em: 31 out. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Estudo técnico para avaliar e propor prazo para o início da vigência da Meta Intermediária etapa 2 (MI2) de acordo com o Artigo 8º do Decreto Estadual nº 59.113/2013.* Atualizado em maio de 2021. São Paulo: Cetesb, 2021b. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2021/12/Estudo-Tecnico-para-viabilizar-a-Etapa-MI2-.pdf> Acesso em: 31 out. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Evolução das concentrações de Carbono Orgânico e Carbono Elementar no MP_{2,5} na atmosfera de São Paulo (Cerqueira César).* São Paulo: Cetesb, 2021c. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/blog/2021/04/23/relatorio-evolucao-das-concentracoess-de-carbono-organico-e-carbono-elementar-no-mp-25-na-atmosfera-de-sao-paulo/> Acesso em: 31 out. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Decisão de Diretoria Nº 118/2021/I/C, de 26 de novembro de 2021.* Dispõe sobre a aprovação do “Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias – PREFE 2021”. São Paulo: Cetesb, 2021d. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/decisoes-de-diretoria/> Acesso em: 31 out. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Decisão de Diretoria Nº 119/2021/I/C, de 26 de novembro de 2021.* Dispõe sobre Plano Setorial de Controle de Emissões de Compostos Orgânicos Voláteis e Semi-voláteis provenientes de Unidades de Armazenamento, Distribuição e Comércio Atacadista de Combustíveis. São Paulo: Cetesb, 2021e. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/decisoes-de-diretoria/> Acesso em: 31 out. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Decisão de Diretoria Nº 120/2021/I/C, de 26 de novembro de 2021.* Dispõe sobre a ampliação da área de abrangência do Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias – Setor das Indústrias de Pisos Cerâmicos e Mineração de Argila. São Paulo: Cetesb, 2021f. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/decisoes-de-diretoria/> Acesso em: 31 out. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Emissões veiculares no estado de São Paulo 2021.* Série Relatórios. São Paulo: Cetesb, 2022a. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/relato>

rios-e-publicacoes/ Acesso em: 31 out. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Classificação de Municípios do Estado de São Paulo*. São Paulo: Cetesb, 2022b. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2023/01/Classificacao_dos_municipios_2022.pdf Acesso em: 31 out. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *PCPV Plano de Controle de Poluição Veicular 2023 – 2025*. São Paulo: Cetesb, 2022c. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2023/04/Plano-de-Controle-de-Prevencao-Veicular-2023-2025.pdf> Acesso em: 31 out. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Qualidade do ar no estado de São Paulo 2022*. Série de Relatórios. São Paulo, Cetesb, 2023a. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/publicacoes-relatorios/> Acesso em: 31 out. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Qualidade do Ar. Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias – PREFE* 2023. São Paulo: Cetesb, 2023b. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/plano-de-reducao-de-emissao-de-fontes-estacionarias-prefe/> Acesso em: 23 jun. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Base de dados: Qualar*. São Paulo: Cetesb, 2023c. Disponível em: <https://qualar.cetesb.sp.gov.br/qualar/home.do> Acesso em: 23 jun. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Operação Inverno 2022*. Relatório das Atividades. São Paulo: Cetesb, 2023d. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2023/02/Relatorio-Operacao-Inverno-2022.pdf> Acesso em: 31 out. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Guia de Melhor Tecnologia Prática Disponível*. São Paulo: Cetesb, 2023e. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/plano-de-reducao-de-emissao-de-fontes-estacionarias-prefe/guia-de-melhor-tecnologia-pratica-disponivel/> Acesso em: 01 nov. 2023.

CHEN, M. J. et al. Air quality health index (AQHI) based on multiple air pollutants and mortality risks in Taiwan. *Construction and validation*, v. 231, p. 116214, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116214>

CIDE - CENTRO DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO. Polo de Cubatão. *Relatório Anual 2020: Polo Industrial de Cubatão. O desafio é produzir o futuro com resiliência.* São Paulo, CIDE, 2020. Disponível em: <http://polocide.com.br/wp-content/uploads/2021/12/Relatório-A-nual-2020.pdf> Acesso em: 01 nov. 2023.

CNAE - CLASSIFICAÇÃO NACIONAL DE ATIVIDADES ECONÔMICAS. *Pesquisar códigos ou atividades econômicas na CNAE.* 2023. Disponível em: <https://concla.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html?secao=C&tipo=cnae&view=secao> Acesso em: 20 jun. 2023.

CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Portal da Indústria. A indústria no estado: São Paulo (estado).* 2021. Disponível em: <https://perfildaindustria.portaldaindustria.com.br/estado/tudo/sp> Acesso em: 30 out. 2023.

COHEN, A. J. et al. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *The Lancet*, v. 389, n. 10082, p. 1907-1918, 2017. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30505-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6)

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Perfil do setor do açúcar e do álcool no Brasil: Safra 2000/2009.* v. 5. Safra 2011/2012. Diretoria de Política Agrícola e Informações Superintendência de Informações do Agronegócio. Brasília: CONAB, 2013. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/perfil-do-setor-sucroalcooleiro/item/download/23296_e8994bb0d8652261a47cf54ac4332120 Acesso em: 23 jun. 2023.

CORTEZ, L. A. B. *Proálcool 40 anos. Universidades e empresas: 40 anos de ciência e tecnologia para o etanol brasileiro.* 1^a ed. 223 p. São Paulo: Editora Blucher, 2016.

DATASUS - TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO A SERVIÇO DO SUS. *Base de dados: Números de óbitos por doenças respiratórias na RMSP.* 2023. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?ibge/cnv/poptsp.def> Acesso em: 23 jun. 2023.

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Managing Air Quality - Emissions Inventories.* Last updated on december 21, 2022. Disponível em: <https://www.epa.gov/air-quality-management-process/managing-air-quality-emissions-inventories> Acesso em: 20 jun. 2023.

HUNEEUS, N. et al. Evaluation of anthropogenic air pollutant emission

inventories for South America at national and city scale. *Atmospheric Environment*, v. 235, p. 117606, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117606>

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. *Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - Proconve/Promot/Ibama*. Coleção Meio Ambiente. Série Diretrizes – Gestão Ambiental. 3 ed. 584 p. Brasília: Ibama 2011. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/phocadownload/veiculosautomotores/manual_proconve_promot_portugues.pdf Acesso em: 30 out. 2023.

IBARRA-ESPINOSA, S. et al. VEIN v0.2.2: an R package for bottom-up vehicular emissions inventories. *Geoscientific Model Development*, v. 11, n. 6, p. 2209-2229, 2018. <https://doi.org/10.5194/gmd-11-2209-2018>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Panorama*: São Paulo (estado). Brasil, 2022a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/panorama> Acesso em: 30 out. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Produção Agropecuária*: São Paulo (estado). Brasil, 2022b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/sp> Acesso em: 30 out. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Cadastro Central de Empresas*: São Paulo (estado). Brasil, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/pesquisa/19/29765?tipo=grafico> Acesso em: 30 out. 2023.

KAWASHIMA, A. B. et al. Development of a spatialized atmospheric emission inventory for the main industrial sources in Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 27, n. 29, p. 35941-35951, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08281-7>

LELIEVELD, J. et al. Loss of life expectancy from air pollution compared to other risk factors: A worldwide perspective. *Cardiovascular Research*, v. 116, n. 11, p. 1910-1917, 2020. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvaa025>

LIM, C. C. et al. Mapping urban air quality using mobile sampling with low-cost sensors and machine learning in Seoul, South Korea. *Environment International*, v. 131, p. 105022, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105022>

LUCON, O. D. S.; SANTOS, E. M. The HORUS model - Inventory of atmospheric pollutant emissions from industrial combustion in São Paulo,

Brazil. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 25, n. 2, p. 197-214, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2004.06.010>

MARTINS, L. D. et al. Emission factors for gas-powered vehicles traveling through road tunnels in São Paulo, Brazil. *Environmental Science and Technology*, v. 40, n. 21, p. 6722-6729, 2006. <https://doi.org/10.1021/es052441u>

MARTINS, L. D. et al. Ambiental volatile organic compounds in the mega-city of São Paulo. *Química Nova*, v. 31, n. 8, p. 2009-2013, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000800018>

MARTINS, L. D. et al. Long-range transport of aerosols from biomass burning over Southeastern South America and their implications on air quality. *Aerosol and Air Quality Research*, v. 18, n. 7, p. 1734-1745, 2018. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2017.11.0545>

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. PL Combustível do Futuro propõe alteração do limite máximo da mistura de etanol à gasolina de 27% para 30%. *Transição Energética*. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/pl-combustivel-do-futuro-propoe-alteracao-do-limite-maximo-da-mistura-de-etanol-a-gasolina-de-27-para-30> Acesso em: 25 out. 2023.

NOGUEIRA, T. et al. Evolution of vehicle emission factors in a megacity affected by extensive biofuel use: results of tunnel measurements in São Paulo, Brazil. *Environmental Science and Technololy*, v. 55, n. 10, p. 6677-6687, 2021. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c01006>

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/> Acesso em: 30 out. 2023.

PEREIRA, G. M. et al. Particulate matter fingerprints in biofuel impacted tunnels in South America's largest metropolitan area. *Science of the Total Environment*, v. 856, p. 159006, 2023a. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159006>

PEREIRA, G. M. et al. Emission factors for a biofuel impacted fleet in South America's largest metropolitan area. *Environmental Pollution*, v. 331, n. April, p. 121826, 2023b. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121826>

RUDKE, A. P. et al. How mobility restrictions policy and atmospheric conditions impacted air quality in the State of São Paulo during the COVID-19 outbreak. *Environmental Research*, v. 198, p. 111255, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111255>

doi.org/10.1016/j.envres.2021.111255

SANTOS, T. C. et al. Isoprene in urban Atlantic forests: Variability, origin, and implications on the air quality of a subtropical megacity. *Science of The Total Environment*, v. 824, p. 153728, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153728>

SÃO PAULO (Estado). *Lei nº 997, de 31/05/1976*. Dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. Aprovado pelo Decreto nº 8.468/1976. Assembleia Legislativa de São Paulo (ALESP). PL 293/1975/ Governador. São Paulo: ALESP, 1976. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/norma/46075> Acesso em: 30 out. 2023.

SÃO PAULO (Estado). *Política Estadual de Mudanças Climáticas - PEMC*. Lei Estadual nº 13.798, de 9 de novembro de 2009. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/o-que-fazemos/politicas/pemc-politica-estadual-de-mudancas-climaticas/> Acesso em: 30 out. 2023.

SÃO PAULO (Estado). *Decreto nº 59.113, de 23 de abril de 2013*. Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatas. Assembleia Legislativa de São Paulo (ALESP). PODER Executivo. São Paulo, Diário Oficial, 23 de abril de 2013. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2013/decreto-59113-23.04.2013.html> Acesso em: 30 out. 2023.

SEINFELD, J. H.; PANDIS, S. N. *Atmospheric Chemistry and Physics: from Air Pollution to Climate Change*. Wiley, New York: Wiley-Interscience publication, 1998.

SENATRAN – SECRETARIA NACIONAL DE TRÂNSITO. *Panorama: Total de veículos*, São Paulo (estado). 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/panorama> Acesso em: 30 out. 2023.

SQUIZZATO, R. et al. Beyond megacities: tracking air pollution from urban areas and biomass burning in Brazil. *npj Climate and Atmospheric Science*, v. 4, n. 1, p. 1-7, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41612-021-00173-y>

WEB OF SCIENCE. Database. CAPES Cafe. Lista de bases e coleções. 2023. Disponível em: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez67.periodicos.capes.gov.br/index.php?> Acesso em: 20 jun. 2023.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Air quality guidelines: global update 2005 - Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide*. Geneva: WHO, 2005. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-SDE-PHE-OEH-06.02> Acesso em: 20 jun. 2023.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM_{2,5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Executive summary.* Geneva: WHO, 2021. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345334>

YAMAUCHI, G.; TOURINHO, A. O. Indústria e território na região do grande abc nos últimos 70 anos: questões sobre a crise de um modelo/Industry and territory of the great abc region in the last 70 years: questions about the crisis of a model. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 9, p. 91234-91256, 2021.

Parte II

**Gestão de resíduos
sólidos e inovação**

3

Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos: fundamentos legais, contextualização de políticas públicas de fomento à regionalização e a efetivação das soluções consorciadas

José Valverde Machado Filho

INTRODUÇÃO

Garantir a plena harmonia entre o crescimento econômico, justiça social e preservação ambiental tem demandado há pelo menos 50 anos um esforço global entre os países e a Conferência das Nações Unidas em Estocolmo com o advento do princípio do desenvolvimento sustentável, passou a ser a bússola para orientar um novo rumo. E, nesta atual trajetória é necessário prover cenários capazes de dissipar a contradição de que não se pode equilibrar sustentabilidade e desenvolvimento.

Os tempos modernos são de corrida incessante para um combate efetivo e sem trégua das emissões de gases de efeito estufa e consequentemente da mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. Diante desse quadro de causas e efeitos se coloca como destacado protagonista o tema resíduo sólido, cuja incontrolável e crescente geração se sobrepõe a ineficiente gestão e gerenciamento, tornando-se a temática um problema que envolve todo o planeta.

Inegavelmente mudanças climáticas e resíduos sólidos são temas de estreita relação e demandam um olhar indissociável, requer políticas de di-

ferentes naturezas (pública e setorial), que promovam, especialmente e de forma integrada, a descarbonização das atividades e economia. No Brasil, passados mais de dez anos da entrada em vigor da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) tem-se a percepção de que a mudança de paradigma requerida para a maior efetividade e consequente contribuição para a descarbonização, está muito distante de uma realidade para os atuais dias.

De acordo com a edição 2022 do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil e publicado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), houve uma geração total de 81.811.506 toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), o que equivale a 381 kg por habitante/ano (Abrelpe, 2022).

A Figura 1 apresenta a participação das regiões na geração de RSU em percentual e destaca a região Sudeste com 49,7%, aparece em seguida a região Nordeste com 24,7%, a região Sul com geração de 10,6%. Na casa de um dígito as regiões Norte e Centro-Oeste geram igualmente 7,5% cada.



Figura 1 – Participação das regiões na geração de RSU (%) em 2022

Fonte: Abrelpe (2022).

É interessante salientar em relação a geração anual dos RSU, a série histórica do Panorama Abrelpe desde 2003 que aponta o aumento da geração anualmente. Se for associado esse dado à economia, em especial ao Produto Interno Bruto (PIB), constata-se que o incremento da geração independe da estagnação ou crescimento econômico. No entanto, os dados do Panorama de 2022 apontam um pequeno declínio da geração se comparado ao ano anterior (2021), aproximadamente 852.707 toneladas, que merece ser observada como um fenômeno pontual – se tomarmos por base a série histórica do Panorama Abrelpe desde 2003 – ou se marcará o início de queda para os próximos anos.

Na continuidade da observância do Panorama Abrelpe, verifica-se um total de 76,1 milhões de toneladas de RSU coletados, levando a uma cobertura de coleta de 93%. Não é um cenário favorável, pois foram mais de 5 milhões de toneladas que foram geradas e deixadas no meio ambiente, sobretudo nas cidades, seguindo para os corpos hídricos, bem como dando surgimento aos chamados pontos viciados de descarte inadequado de resíduos, que na maioria das vezes degradam espaços e equipamentos públicos, áreas periféricas da municipalidade e terrenos sem ocupação. Por outro lado, é positiva a perspectiva no tocante ao alcance da universalização da coleta de RSU, mesmo que se esteja considerando a coleta formal e não se tratando de coleta seletiva com ganho de recuperação e/ou reciclagem, parte de uma necessária cadeia virtuosa de destinação final nos moldes da economia circular – pois na prática a operação da coleta formal tem como principal destino: aterros sanitários; aterros controlados ou lixões.

Por fim, o Panorama Abrelpe (Abrelpe, 2022), aponta os meios de destinação final do RSU e é inevitável reconhecer que esses são os grandes desafios da agenda de RSU, pois em 2022 61% dos resíduos sólidos coletados que equivale 46.412,091 toneladas foram destinados em aterros sanitários. E o restante de 39% que equivale a 29.706,228 foram destinados inadequadamente em aterros controlados e lixões.

Os dados sobre destinação de resíduos sólidos trazidos no Panorama Abrelpe (Abrelpe, 2022) contradizem a aplicabilidade plena da PNRS em seu artigo 9º, que estabelece que na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Então, a partir da vigência do mencionado marco legal, os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis obtiveram o reconhecimento e a equiparação de um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania, devendo obedecer a hierarquia narrada no dispositivo anteriormente destacado.

A Lei nº 12.305 de 2010 é inequívoca ao expressar que apenas os¹ rejeitos deveriam ter a disposição final adequada em aterros sanitários. A PNRS em sua versão original de 2010 estabeleceu regra sobre a disposição final dos rejeitos, ou seja, haveria um período transitório de até quatro anos para que resíduos sólidos integrassem um processo de valorização em sua destinação final e que apenas os rejeitos pudessem seguir para a disposição final em aterros sanitários.

O prazo de quatro anos trazido pela PNRS para que fosse sanada as destinações inadequadas foi insuficiente e um equívoco do legislador, que desconsiderou a dimensão da real demanda do país de preliminarmente encerrar lixões e concomitante promover o gerenciamento que viabilizasse modelos que nos permitissem cumprir plenamente a regra legal, conforme o dispositivo do artigo 9º da PNRS anteriormente verificado.

O Novo Marco do Saneamento Básico trouxe uma nova redação ao artigo 54, como pode-se verificar a seguir:

Art. 54. A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos deverá ser implantada até 31 de dezembro de 2020, exceto para os Municípios que até essa data tenham elaborado plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira, nos termos do art. 29 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para os quais ficam definidos os seguintes prazos:(Redação dada pela Lei nº 14.026, de 2020).

I - até 2 de agosto de 2021, para capitais de Estados e Municípios integrantes de Região Metropolitana (RM) ou de Região Integrada de Desenvolvimento (Ride) de capitais; (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020).

II - até 2 de agosto de 2022, para Municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010, bem como para Municípios cuja mancha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com países limítrofes; (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020).

III - até 2 de agosto de 2023, para Municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010; e (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020).

¹ Artigo 3º, XV – Rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

IV – até 2 de agosto de 2024, para Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010. (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020) (Brasil, 2020).

Como mencionamos, a dilatação do prazo não veio acompanhada de políticas públicas federal, bem como não contou com a articulação entre os entes federativos para a viabilização das mudanças de paradigmas que a PNRS preceitua e que o país espera.

Portanto, pouco se evoluiu até o presente momento e 2024 será o ano derradeiro para que tenhamos mais uma vez um dispositivo essencial sem aplicabilidade. No entanto, o modelo esculpido na PNRS não pode ser negligenciado, ao contrário, deve mobilizar o Poder Público e a coletividade para um esforço concentrado, a busca por modelagens e experiências que permitam ao país fechar esse ciclo medieval de gestão e gerenciamento de RSU e inaugurar um novo momento, que respeite a transitoriedade mas que conduza para a era da economia circular e da valorização dos resíduos sólidos no que tange a destinação final adequada destes. Nesse sentido, o conceito de regionalização e os mecanismos oriundos de soluções consorciadas passam a ser estratégicos para a construção de modelos viáveis na perspectiva técnica e econômica, conforme determina a PNRS.

FUNDAMENTOS LEGAIS PARA A EFETIVAÇÃO DA REGIONALIZAÇÃO EM MATÉRIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O Brasil é vasto em extensão territorial, sendo um país continental que tem previsto no primeiro artigo de sua Carta Magna de 1988 uma formação de indissolúvel dos Estados e Municípios e do Distrito Federal.

Em matéria ambiental – inclui-se o tema resíduos sólidos – a competência legislativa é concorrente. Isso significa dizer que a União estabelece normas gerais e aos Estados e ao Distrito Federal é conferido suplementar as legislações federais.

Sobre a clássica competência legislativa concorrente limitada, Consuelo Yoshida (2012, p. 21) afirma:

No sistema de competência concorrente limitada, cabe à União Federal a edição de “normas gerais federais” (art. 24, §1º), cuja caracterização é objeto de controvérsias em face da realidade jurídico-normativa brasileira.

Aos estados e ao Distrito Federal é atribuída a competência de suplementar a legislação federal para atender às peculiaridades regionais/estaduais.

Os municípios, que não foram incluídos no âmbito do art. 24 da Constituição Federal, têm, nos termos do art. 30, afora a competência privativa (inciso I), a competência para suplementar a legislação federal e a estadual, no que couber (inciso II), com base no interesse local, critério que informa sua atividade legislativa.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) são 5.570 municípios em todo país. Ainda na esteira dos dados do IBGE (2022), conforme noticiado em sua agência de notícias, das 5.570 cidades, quase metade (44,8%) desse total tinha até 10 mil habitantes em 2022. Nesses 2.495 municípios viviam 12,8 milhões de pessoas. A maior parte da população do país (57% do total) habitava apenas 319 municípios, o que, de acordo com a publicação, evidencia que as pessoas estão concentradas em centros urbanos acima de 100 mil habitantes, conforme a Figura 2.

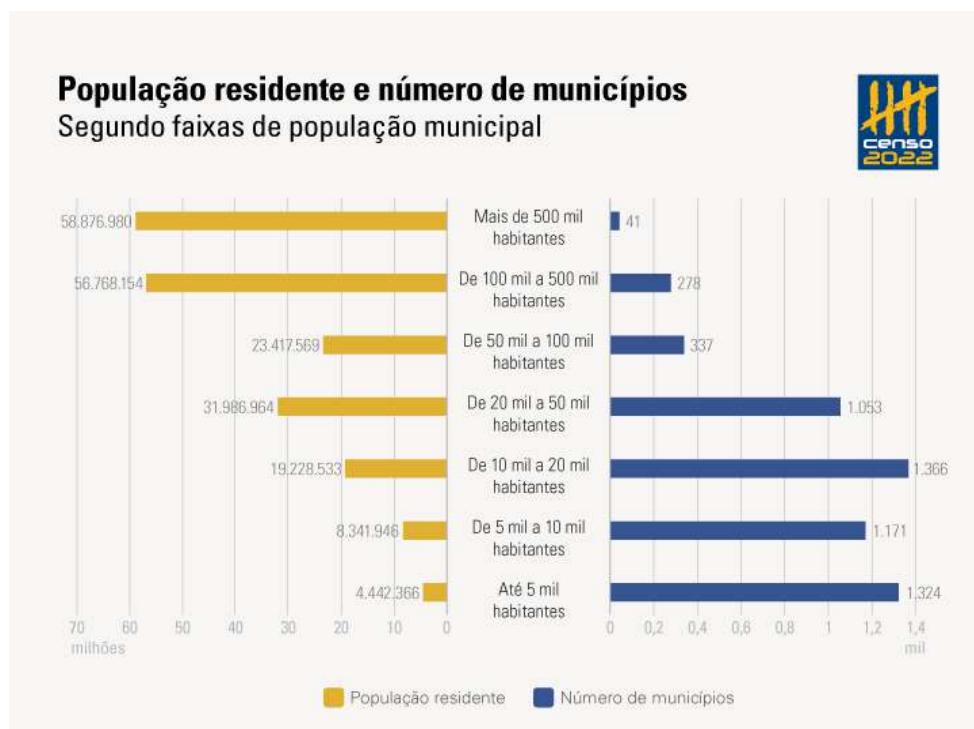


Figura 2 – Dados demográficos

Fonte: IBGE (2022).

Os dados apresentados no Censo Demográfico 2022 do IBGE (2022) aprofundam ainda mais as complexidades intrínsecas a gestão de resíduos sólidos no Brasil, no que tange a estruturação de modelagens que congreguem a escala e periodicidade de geração de resíduos frente ao seu potencial econômico. Em suma, a baixa escala condiciona a maior investimento financeiro por parte dos municípios, sobretudo na parte do gerenciamento onde está o transporte e destinação final.

O advento da Lei nº 11.445 de 2007 confirma o exercício da titularidade dos serviços públicos de saneamento básico é do Município. Nesse sentido, o quadro acima confirma que predominantemente as cidades se formam por população abaixo de 100 mil habitantes, o que traz enormes desafios para garantir viabilidade técnica e financeira para a evolução do gerenciamento dos resíduos sólidos.

Sobre garantir sustentabilidade e prestação de serviços públicos para pequenos municípios, Dallabrida e Pellin (2012, p. 521) asseveraram:

Essa necessidade se torna ainda mais urgente quando o enfoque se volta ao desenvolvimento atual de pequenos municípios, que têm como base econômica a agricultura de pequena escala e pouco diversificada, infraestrutura deficiente, demanda crescente por serviços públicos essenciais e escassos recursos para fazer frente a seus compromissos. Mas, mesmo aos pequenos municípios mais bem estruturados do ponto de vista econômico, administrativo, tecnológico, de recursos humanos etc., o aumento na demanda por serviços públicos – muitos dos quais transferidos por outras esferas governamentais sem a correspondente fonte de custeio – traz incertezas quanto ao futuro do desenvolvimento.

A Lei 14.026/2020, que instituiu o novo Marco Legal do Saneamento Básico, traz dentre suas principais inovações o incentivo à prestação regionalizada. Trata-se de solução que contrabalança a tendência municipalista que se firmara especialmente após a decisão da Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI) 1842, em 2013, na qual o Supremo Tribunal Federal (STF) firmou o entendimento de ser o saneamento, em regra, um serviço de interesse local, sendo compartilhada a titularidade entre municípios e Estados nas regiões metropolitanas (Sampaio, 2021).

Há o desafio posto para o ente Municipal exercer a titularidade em matéria de resíduos sólidos e incorporar em seu planejamento a sustentabilidade econômica para garantir a efetividade da ordem prioritária que a PNRS estabelece no artigo 9º: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

A PNRS, acertadamente sem prejuízo de ferir a autonomia das cidades, apresenta o caminho viabilizador da regionalização ao estabelecer como princípio no artigo 6º, inc. IX, o respeito às diversidades locais e regionais. Ele também expressa como seu instrumento no artigo 7º, inc. XIX, formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos.

A regionalização ganhou contornos no diploma legal de resíduos sólidos inequívocos de protagonismo nas diretrizes a serem adotadas, incumbindo diretamente Estados no inciso I, artigo 11 a promover a integração da organização, do planejamento e da execução das funções públicas de interesse comum relacionadas à gestão dos resíduos sólidos nas regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, nos termos da lei complementar estadual prevista no § 3º do art. 25 da Constituição Federal (Brasil, 1988).

Adentrando na regulamentação da PNRS, depara-se com o dispositivo exposto no artigo 33, inciso III, a competência atribuída aos Estados e Distrito Federal de incentivar a regionalização dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, por meio de consórcios públicos e arranjos de prestação regionalizada, nos termos do disposto no inciso VI do caput do art. 3º da Lei nº 11.445, de 2007, principalmente quanto à implantação de unidades regionalizadas que atendam a mais de um Município para a destinação final ambientalmente adequada de resíduos em seu território. Será abordado adiante a recente experiência prática do Estado de São Paulo na promoção da regionalização em matéria de resíduos sólidos.

Por fim, diferentemente da clareza sobre a regionalização para os serviços de água e esgoto que têm o sítio das bacias hidrográficas como base de formação e operação, a gestão de resíduos sólidos aponta para a territorialidade como forma de viabilizar a efetividade das operações de gestão e gerenciamento integrados. Ela considera fundamentalmente a função estratégica da logística que indica um raio de 60 a 80 km como o ideal para se promover arranjos regionais exitosos, sobretudo no que tange a destinação final de resíduos sólidos e/ou a disposição final dos rejeitos. Portanto, regionalização de resíduos sólidos deve ser concebida pelos entes governamentais sob o prisma da organização territorial das cidades.

PLANOS DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O capítulo II da PNRS que define a estruturação dos planos de resíduos sólidos de forma expressa, individualiza o tipo e conteúdo que a

União, Estados, Distrito Federal e Municípios devem seguir e os mecanismos próprios de execução.

Por outro lado, a lei nº 12.305/2010 não define conceitualmente os planos de gestão. Contudo, comprehende-se que se trata de documento que deve apresentar as ações a serem desenvolvidas, seja pelo agente público ou privado, relativas aos resíduos sólidos que considerem a seleção de alternativas viáveis e estabeleçam ações integradas sob os aspectos ambientais, econômicos administrativos, técnicos, sociais e legais tendo em vista as etapas da gestão e do gerenciamento (Machado Filho, 2016).

A regionalização em relação aos instrumentos de planejamento é prevista pela PNR no artigo 14, incisos III e IV, que apontam os planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, bem como os planos intermunicipais de resíduos sólidos. No que tange ao Decreto nº 10.936/2022, o artigo 53 atesta que os Municípios que optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão de resíduos sólidos, ficarão dispensados da elaboração do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, desde que o plano intermunicipal observe o conteúdo mínimo previsto no art. 19 da Lei nº 12.305, de 2010.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares) somente entrou em vigor em 13 de abril de 2022 por intermédio do Decreto nº 11.043, e essa demora foi por mais de uma década a grande lacuna que deixou sem referências Estados e Municípios na elaboração e aplicação dos respectivos planos exigidos pelo Ente Federal.

Sobre o fomento à regionalização o Planares consigna que:

O MMA tem apoiado estados e municípios brasileiros na regionalização e formação de consórcios públicos intermunicipais ou interfederativos para gestão dos resíduos sólidos, por ter identificado na gestão consorciada, por razões de escala, a possibilidade para que pequenos municípios alcancem as metas para gestão de resíduos sólidos, haja vista a redução dos custos, que são rateados. O ganho de escala, conjugado com a profissionalização da gestão e implantação da cobrança pela prestação do serviço de coleta e tratamento de RSU, pode contribuir para a autossuficiência econômica do sistema de gestão e gerenciamento.

A elaboração dos estudos de regionalização deve incluir a proposição de arranjos intermunicipais por meio de indicação de áreas potencialmente favoráveis para a destinação final ambientalmente adequada de resíduos sólidos e o estabelecimento de critérios de agregação de municípios para a identificação dos arranjos (Brasil, 2022).

O Planares indica como prioridade a gestão regionalizada de resíduos sólidos como forma de viabilizar escalas adequadas para a expansão dos serviços, sobretudo para o processo final do gerenciamento, como se verifica. Para o planejamento nacional o cenário atual foi traçado com base nos municípios respondentes que afirmaram fazer parte de consórcio. Para as metas a partir de 2024, fez-se uma projeção considerando os municípios com menos de 100 mil habitantes, incluindo gradativamente municípios de médio e grande portes. Até 2040, 94,1% dos municípios integrarão um consórcio público para prestação de serviços de manejo de resíduos (Brasil, 2022).

Por fim, faz-se menção ao que vem sendo realizado pelo Governo do Estado de São Paulo, ou seja, um arranque nas políticas públicas de regionalização para a gestão de resíduos sólidos que se dá especialmente a partir da gestão de 2019-2022.

No que tange aos governos subnacionais tem-se que (Machado Filho; Penido, 2020, p. 42-43):

O advento da Lei nº 12.300/2006 que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes, bem como o Decreto nº 54.645/2009 que regulamenta seus dispositivos conferiram a base legal ao Estado de São Paulo para a estruturação das políticas públicas de resíduos sólidos.

A atual gestão do Governo do Estado de São Paulo (2019-2022) estabeleceu o foco na regionalização e em novas rotas tecnológicas para o correto tratamento dos resíduos sólidos, a partir das diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos em harmonia com a Política Paulista. Nesse sentido, a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA) instituiu, em 22 de fevereiro de 2.019, o Comitê de Integração de Resíduos Sólidos, por meio da Resolução SIMA nº 12, publicada no DOE de 23 de fevereiro de 2.019 (Seção I, Pág. 34/35), de composição multisectorial alinhado à nova estrutura da SIMA, tendo como atribuições:

- ◊ Propiciar a articulação e aplicação integrada da legislação que institui e regula a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Política Estadual de Resíduos Sólidos;
- ◊ Apoiar a Comissão Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos na execução do Programa Estadual de Implementação de Projetos de Resíduos Sólidos;
- ◊ Coordenar a revisão do Plano Estadual de Resíduos Sólidos;
- ◊ Apoiar a gestão municipal e regional de resíduos sólidos;
- ◊ Apoiar medidas para adequar as instalações irregulares de disposição final de resíduos sólidos;

- ◊ Incentivar a pesquisa, o desenvolvimento, a adoção e a divulgação de novas tecnologias para a eliminação, diminuição, valoração, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos;
- ◊ Apoiar a melhoria das atividades de coleta seletiva, reuso e reciclagem dos resíduos sólidos;
- ◊ Fomentar a transição para uma economia circular.

O Comitê de Integração estabeleceu 06 (seis) eixos temáticos, conforme se verifica abaixo:

- ◊ Revisão do Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo PERS;
- ◊ Regionalização e Consórcios;
- ◊ Logística Reversa, Coleta Seletiva e Ação Social; Grupo
- ◊ Planejamento e Controle de operações em Aterros Sanitários;
- ◊ Inovação Tecnológica para tratamento de Resíduos Sólidos;
- ◊ Educação Ambiental e Comunicação.

Em síntese, os resultados obtidos pela gestão em questão no tema regionalização efetivou na revisão do Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo 2020 um capítulo denominado “Regionalização e Dinâmicas Territoriais para a Gestão e Gerenciamento dos Resíduos Sólidos” (São Paulo, 2020, p. 204), que destaca:

A regionalização aplicada à gestão de resíduos sólidos é uma ferramenta essencial para o planejamento e a busca de soluções na execução de serviços e atividades de interesse comum a um grupo de municípios. Para a concretização da gestão de resíduos sólidos em escala regional, é preciso observar critérios populacionais, ambientais e econômicos, bem como complementaridades e sinergias já existentes entre os municípios –, nas quais haja uma maior propensão para adoção de estratégias de gestão e ações de gerenciamento de resíduos sólidos conjuntas entre os municípios.

Dessa forma, a construção de projetos regionais pode proporcionar, aos municípios neles engajados, diversas vantagens, tais como:

- melhores soluções para o tratamento de acordo com a quantidade e as características do resíduo gerado;
- aquisição de instalações e equipamentos com tecnologia sofisticada, que um único município dificilmente teria condições de adquirir;
- locais de disposição final dos rejeitos com melhores condições de operação, menores custos e passíveis de maior controle;
- redução das áreas degradadas e impactadas;
- ampliação da prática da coleta seletiva, eficiente e organizada regionalmente;

- melhores condições para a negociação dos produtos recicláveis;
- uma ampla e dirigida campanha de conscientização e educação ambiental;
- oportunidades de utilização racional dos recursos técnicos e humanos;
- melhores condições de trabalho; e
- maior troca de informações, experiências e capacitações.

Importante salientar que o Plano Paulista avança em estabelecer em cenários futuros o tema regionalização e coloca como desafios (i) transformar a mobilização do estado, municípios e consórcios pela regionalização na implementação de soluções regionais de gestão e gerenciamento dos RS; (ii) mobilizar para a elaboração de Planos Regionais que propiciem a efetiva adoção da gestão e gerenciamento regional dos RS; e (iii) elaborar estudos que subsidiem as tomadas de decisão para a escolha e implementação de soluções tecnológicas para tratamento regionalizado de RS. Nesse contexto, o instrumento de planejamento paulista observa como oportunidade: (i) O estado articular e induzir a concretização dos projetos, sobretudo de tratamento de resíduos sólidos em uma perspectiva regionalizada, em casos bem sucedidos que venham a se tornar referência para a sua multiplicação; e (ii) O estado articular e induzir a construção de Planos Regionais que, a partir de um diagnóstico sólido, com a elaboração de estudos gravimétricos, aponte, por meio de estudos de viabilidade técnica e econômica, alternativas e soluções para a melhor gestão e gerenciamento dos resíduos gerados regionalmente.

A experiência do Estado de São Paulo apresenta um exitoso modelo em prática lastreado na legislação vigente de conceber e colocar em marcha a regionalização para a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, articulando municípios, sobretudo os de população abaixo de 25 mil habitantes, gerando escala, viabilizando economicamente que coloca em perspectiva a incorporação de novas rotas tecnológicas e arranjos produtivos regionais e diferenciados conforme a dinâmica da região para proporcionar um novo ciclo virtuoso fundamentado na economia circular e a valorização dos resíduos sólidos.

SOLUÇÕES CONSORCIADAS COMO INSTRUMENTO INDUTOR DA REGIONALIZAÇÃO

Iniciamos por destacar que os Consórcios Públícos têm regência na Lei nº 11.107 de 2005 e no Decreto nº 6.017 de 2007.

São participantes dos consórcios públicos as pessoas que integram a federação, a saber, a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, conforme descrito no art. 1º da Lei nº 11.107. Reforça tal aspecto a previsão de que constitui cláusula necessária do protocolo de intenções (negócio jurídico preliminarmente à formação do consórcio) “a identificação dos Entes da Federação consorciados” (art.4º, II). O art. 2º, I, do Decreto nº 6.017/2007, repete tal forma de composição (Carvalho Filho, 2013).

A solução consorciada está contida na PNRS é o meio pelo qual a regionalização ganhará efetividade, especialmente as modelagens de destinação final de resíduos sólidos.

Os Consórcios Públicos Intermunicipais reúnem três pilares capazes de criar um ambiente favorável para a estruturação da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, a saber: segurança jurídica, representatividade e governança.

Os consórcios intermunicipais são a colaboração unificada em uma estrutura organizacional clara. Eles são um instrumento de coordenação e de potencial resposta ao desequilíbrio do pacto federativo, em que a desigualdade de porte e autonomia entre diferentes municípios pode representar uma dependência eterna do Estado e da União. Consórcios são uma boa representação da nova governança pública, em que redes de diferentes atores especiais e organizações (secretarias municipais, autarquias municipais ou prefeituras como um todo) passam a cooperar em nível horizontal, em uma dinâmica interorganizacional nova, em que a confiança em níveis interpessoais também faz a diferença (Brito, 2019).

A PNRS em sua concepção já traz o pilar da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto e nessa direção reúne entorno de obrigações o poder público, o Setor Empresarial e a Sociedade. Em se tratando de Consórcios Intermunicipais a Lei nº 12.305/2010 confere função de instrumento com finalidade de elevar escalas de aproveitamento e redução dos custos envolvidos.

Considerando as diretrizes aplicáveis trazidas pela PNRS, os Estados tiveram incumbência expressa e o dever de apoiar e priorizar as iniciativas do Município para com soluções consorciadas ou compartilhadas entre dois ou mais Municípios. Contudo, passados 13 anos de vigência, poucos Estados cumpriram ou se articulam para efetivar essa medida e a União de forma objetiva é tímida no encadeamento de ações estaduais para essa finalidade.

A PNRS é assertiva em induzir o consorciamento de Municípios e estabelecendo prioridade de acesso aos Municípios que optarem por soluções consorciadas intermunicipais, de recursos da União ou por ele geridos.

Pode-se observar na matéria difundida pela Confederação Nacional dos Municípios (CNM, 2023), em alusão aos 13 anos da PNRs, que apresenta dados sobre o crescimento do consorciamento de municípios para a destinação final de resíduos em aterro sanitário, como se verifica:

Em 13 anos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, o número de aterros sanitários ultrapassou 63% dos Municípios brasileiros, apresentando um crescimento de 11,3% na comparação com 2019, de acordo com dados de pesquisa da Confederação Nacional de Municípios (CNM). A Lei 12.305 foi sancionada em 2 de agosto de 2010, após quase duas décadas de debates, criando obrigações para todos – governos, empresas e sociedade – para destinação correta de resíduos.

Contribuindo diretamente para o encerramento dos lixões também aumentou o número de Municípios consorciados na área de resíduos sólidos – que passou de 29,5% para 40,6%, no mesmo período. A comparação dos dados pode ser acessada no Diagnóstico da Política de Resíduos Sólidos, levantado pela CNM.

Apesar do aumento, a existência de consórcios públicos no setor não significa que esses Municípios já operam com aterros sanitários. Isso porque o custo inicial é alto e os Entes locais precisam de apoio financeiro para implementação da disposição final ambientalmente adequada de rejeitos em aterros.

O ESTADO DE SÃO PAULO E AS SOLUÇÕES CONSORCIADAS

Nota-se poucas iniciativas dos Estados na articulação dos municípios para o fortalecimento dos consórcios de municípios, mas é relevante destacar o histórico recente do Estado de São Paulo, que designou ao Comitê de Integração de Resíduos Sólidos (CIRS) e a então Secretaria Estadual de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA), liderada pelo Secretário Marcos Rodrigues Penido, cabendo a este autor a responsabilidade de Coordenação Executiva. O CIRS atuou por quatro anos, promovendo governança no tema resíduos sólidos e articulando diferentes entes da gestão [órgãos da Secretaria, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) e Empresa Metropolitana de Águas e Energia (EMAE)] por meio de uma composição multisectorial. Dentre as suas atribuições estava apoiar a gestão municipal e regional de resíduos sólidos (CIRS, 2022?).

As ações coordenadas pelo CIRS conduziram para a institucionalização das relações com os consórcios intermunicipais multifinalitários e/

ou para resíduos sólidos. Foram celebrados 27 Protocolos de Intenções entre o Governo do Estado por meio da SIMA, entre 2019 e 2022 visando a cooperação técnica para a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos.

A cooperação lastreada na institucionalidade e a relação próxima entre Estado e os Consórcios Intermunicipais permitiu o *enforcement* de ações orçamentárias por parte do Governo, de forma a *financiar* planos regionais de resíduos sólidos para atender municípios consorciados, entre os quais destacamos: (i) repasse de recurso financeiro ao Consórcio de Estudos, Recuperação e Desenvolvimento da Bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê (CERISO) (29 municípios); (ii) repasse de recursos financeiros para a elaboração de plano de gestão de resíduos sólidos da bacia hidrográfica do alto tietê, que reúne cinco Consórcios Intermunicipais (42 municípios); e repasse de recursos financeiros para a complementação dos estudos para a elaboração do plano de regional de resíduos sólidos para os municípios da baixada santista por intermédio do Conselho de Desenvolvimento da Baixada Santista (CONDESB) que reúne nove municípios.

O Governo do Estado de São Paulo promoveu um grande caso de sucesso iniciado em 2022 e concluído em 2023, relacionado ao desafiador tema dos resíduos da construção civil, fator de grande degradação ambiental nas cidades. Os 27 Protocolos de Intenções firmados deram impulso a estruturação de um robusto repasse de recursos financeiros para os Consórcios Intermunicipais, no valor aproximado de R\$ 83.000.000,00 (oitenta e três milhões de reais) por meio do Fundo Estadual de Prevenção e Controle da Poluição (FECOP) para a aquisição de usinas móveis de reciclagem de resíduos da construção civil. A determinação tem colocado em marcha por todo território paulista meios eficazes, através de equipamentos de última geração, promover nos municípios consorciados a transformação de passivo ambiental em recursos naturais, novamente inseridos dentro da cadeia produtiva e dando praticidade aos preceitos da economia circular.

Por fim, no que se refere a logística reversa, a PNRS do estado de São Paulo inseriu na gestão 2019-2022 alguns termos de compromisso a cláusula dedicada ao fomento da regionalização, como pode ser verificado no instrumento firmado entre SIMA, Cetesb e o setor de embalagens de aço vazias, advindo de tinta imobiliária:

Sem ingerência e prejuízo do disposto no item 4.5.5, a SIMA apresentará à Coordenação do Sistema as ações em andamento que visam promover a regionalização 8 soluções consorciadas. com o objetivo de fomentar ações intermunicipais, conforme incumbência da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Cetesb, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A PNRS lançou alicerces firmes por meio de suas diretrizes, princípios, instrumentos e planejamento de modo a fomentar a regionalização por meio de ações intermunicipais e soluções consorciadas.

Notadamente, as legislações apresentadas, tais como a dos Consórcios Públicos e o Novo Marco do Saneamento Básico, ampliam a sustentação da base legal e segurança jurídica para que Governos e Setor Empresarial caminhem na direção de conceber e viabilizar os arranjos regionalizados.

O atual modelo de gestão em que os municípios individualmente arcam com os custos, meios e formas de gerenciamento dos seus resíduos sólidos até a destinação final, mantém o país estagnado, com ausência de governança e sem horizonte de evolução para melhores práticas com incorporação de novas rotas tecnológicas que promovam a valorização dos resíduos sólidos e consolidem uma economia de baixo carbono.

É mandatório ao ente Estadual apoiar e priorizar as iniciativas intermunicipais e/ou consorciadas, de forma a promover soluções compartilhadas. Todavia, à União cabe incrementar amplamente políticas públicas dotadas de governança e recursos financeiros, para garantir que as articulações estaduais tenham a adesão por parte dos municípios.

A gestão e gerenciamento de RSU deve ser regionalizada ou não alcançará efetividade. Passados mais de uma década da vigência da PNRS, se União, Estados e Municípios não articularem regionalmente soluções consorciadas ou arranjos intermunicipais, não haverá modelagem que garanta a viabilidade e sustentabilidade de um sistema capaz de promover ciclos virtuosos na cadeia de resíduos sólidos e em meios que sustentem uma destinação final ambientalmente adequada e nos moldes de uma economia circular.

REFERÊNCIAS

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil* 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/download-panorama-2022/> Acesso em: 25 jun. 2023.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituciona/constitucional.htm Acesso em: 30 jul. 2023.

BRASIL. Presidência da República. *Lei 14.026 de 15 de julho de 2020*. Atua-

liza o marco legal do saneamento básico e (...). Brasília, Presidência da República, 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm Acesso em: 30 mar. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. *Plano Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasília: MMA, 2022. Disponível em: <https://sinir.gov.br/informacoes/plano-nacional-de-residuos-solidos/> Acesso em: 06 mar. 2024.

BRITO, E. S. Consórcios Intermunicipais no federalismo brasileiro: coordenação, colaboração e nova governança pública. In: CARNEIRO, J. M. B.; BRITO, E. S. *Consórcios Intermunicipais e Políticas Públicas Regionais*. - 1 ed. São Paulo: Oficina Municipal, 2019.

CARVALHO FILHO, J. S. *Consórcios públicos*: Lei nº 11.107, de 06.04.2005, e Decreto nº 6.017, de 17.01.2007. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Logística Reversa. *Embalagens de Aço Vazias de Tinta Imobiliária*. São Paulo, Cetesb, 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/logisticareversa/fase-2-termos-de-compromisso-para-a-logistica-reversa-de-residuos-pos-consumo-2015-em-andamento/embalagens-de-acovazias-de-tinta-imobiliaria/> Acesso em: 30 mar. 2024.

CIRS – COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. 2022? Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/cirs/> Acesso em: 06 mar. 2024.

CNM – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS MUNICÍPIOS. 13 anos da Política Nacional de Resíduos Sólidos: cresce Municípios com aterros sanitários. Meio Ambiente e Saneamento. CNM, 02 ago. 2023. Disponível em: <https://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/13-anos-da-politica-nacional-de-residuos-solidos-cresce-municipios-com-aterrados-sanitarios> Acesso em: 06 mar. 2024.

DALLABRIDA, I. S.; PELLIN, V. Gestão consorciada intermunicipal para a sustentabilidade. In: PHILLIPI JR, A.; SAMPAIO, C. A. C.; FERNANDES, V. *Gestão de Natureza Pública e Sustentabilidade*. Barueri: Manole, 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico 2022*. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/> Acesso em: 06 mar. 2024.

MACHADO FILHO, J. V. *Política nacional de resíduos sólidos, seus regramentos e orientações para os entes municipais: análise dos aspectos jurídicos e dos ins*

trumentos de planejamento e gestão dos resíduos sólidos urbanos. Dissertação (Mestrado em Direito). Universidade Católica de Santos, Santos, 2016.

MACHADO FILHO, J. V.; PENIDO, M. R. Marco regulatório de resíduos sólidos como fundamento para as políticas públicas: a experiência do Estado de São Paulo. In: MORAES, C. S. B.; GRACIOLI, M.; SOUZA; T. N.; MARTINO, V. F. *Políticas públicas, desenvolvimento social e interdisciplinariedade*. Curitiba: CRV, 2020.

SAMPAIO, P. R. P. A reforma do marco legal do saneamento básico e o incentivo à prestação regionalizada dos serviços. In: OLIVEIRA, C. R.; GRANZIERA, M. L. M. *Novo Marco do Saneamento Básico no Brasil*. Indaiatuba: Editora Foco, 2021.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. *Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo 2020*. SIMAS, A. L. F. et al. (Orgs.). São Paulo: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, 2020. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2020/12/plano-resi%CC%81duos-solidos-2020_final.pdf Acesso em: 06 mar. 2024.

YOSHIDA, C. Competência e as diretrizes da PNRS: conflitos e critérios de harmonização entre as demais legislações e normas. In: JARDIM, A.; YOSHIDA, C; MACHADO FILHO, J. V. *Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos*. Barueri: Manole, 2012.

4

Coleta conteinerizada e mecanizada de resíduos sólidos no contexto do espaço urbano¹

Nathália Soares Costa
Ednilson Viana

INTRODUÇÃO

A coleta de resíduos sólidos urbanos (RSU) tem sido um desafio operacional e econômico na limpeza urbana. A coleta precisa de planejamento adequado, participação popular e equipamentos apropriados tanto para quem descarta, quanto para quem opera (Rodrigues; Spoti, 2018). Os sistemas de coleta no Brasil não priorizam e privilegiam o recolhimento diferenciado de resíduos recicláveis e/ou orgânicos no seu local de origem. A separação e o acondicionamento destas categorias na fonte geradora são essenciais para se determinar se haverá possibilidade de valorização para determinados tipos de resíduos, ou necessidade de tratamento, antes da disposição final (Reichert, 2013). Nota-se que, no cenário brasileiro, tanto na coleta de resíduos comuns quanto na seletiva, predomina a modalidade porta a porta ou direta, cabendo a realização da coleta indireta, operacionalizada por meio de caçambas, contêineres e contentores, aos locais de difícil acesso, locais de urbanização precária ou zona rural (Brasil, 2020).

¹ Este capítulo tem como base a dissertação do primeiro autor. COSTA, N. S. *Impactos da conteinerização e coleta mecanizada de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de Lençóis Paulista, São Paulo, Brasil.* 2023. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares), publicado em 2022, aponta que os sistemas de coleta porta a porta deverão evoluir para a modalidade conteinerizada e por meio de ponto de entrega voluntária (PEV), de modo a garantir a expansão e consolidação da coleta seletiva de resíduos secos e orgânicos (Brasil, 2022a). A conteinerização de resíduos sólidos refere-se à utilização de contêineres de uso comunitário, com grande capacidade de acondicionamento de resíduos, distribuídos pelo espaço urbano (Pérez; Lumbreras; Rodriguez, 2020; Reichert, 2013) em pontos estratégicos. O sistema de conteinerização de resíduos sólidos possibilita o emprego de coleta mecanizada, na qual o esvaziamento periódico dos equipamentos é realizado pelo veículo coletor com a ajuda de braços mecânicos, transbordando os resíduos contidos no contêiner para o seu compartimento de carga (Olivo; Bello, 2019). Os contêineres podem ser utilizados na coleta ponto a ponto ou como PEV e em Ecopontos, sendo alocados para acondicionamento e coleta de diferentes frações de resíduos.

A estratégia trazida pelo Planares de utilizar contêineres para acondicionar resíduos sólidos visa garantir, aos usuários, locais de referência onde estes possam fazer a segregação e descarte correto das diferentes categorias de RSU gerados. Segundo o art. 28 da Política Nacional de Resíduos Sólidos “O gerador de resíduos sólidos domiciliares tem cessada sua responsabilidade pelos resíduos com a disponibilização adequada para a coleta ou, nos casos abrangidos pelo art. 33, com a devolução” (Brasil, 2010). Assim, entende-se que é responsabilidade do gerador separar as diferentes tipologias de resíduos existentes em sua residência e disponibilizar para coleta específica, o maior volume possível de materiais com potencial de recuperação e valorização. Tal prática visa alcançar uma das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), vinculada ao ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis, proposto na Agenda 2030 pela Organização das Nações Unidas (ONU), a qual refere-se ao aumento da taxa de reciclagem nacional por tonelada de material reciclado (PNUD, 2015).

Sob outro aspecto, sabe-se que a coleta de RSU auxilia na minimização da poluição difusa no meio ambiente e dos impactos na saúde pública, pois é uma medida preventiva à proliferação de vetores de importância sanitária (Klein; Gonçalves-Dias; Olivieri, 2020; Sobral, M.; Sobral, A., 2019). Ainda, conforme o ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, serviços básicos como a coleta de resíduos sólidos, por exemplo, devem ser de acesso a todos e a gestão de RSU deve auxiliar na redução do impacto ambiental negativo nas cidades (PNUD, 2015). Isto posto, surge o questionamento se a utilização de contêiner para acondicionamento e coleta de RSU contribui

também para a minimização da poluição difusa e a proliferação de vetores de importância sanitária.

O uso do contêiner como acondicionador de resíduos provoca mudanças no modo de operar a coleta e exige maior participação da sociedade na segregação na fonte e deposição nos contêineres. Por inúmeras vezes, a população, ou não realiza, ou realiza a segregação e o descarte incorreto de seus resíduos, não acondicionando os materiais de forma adequada, de modo que, no momento da coleta manual, o coletor corre o risco de acidentar-se com materiais perfurocortantes ou por contaminação direta no contato manual com os resíduos (Mangueira, 2017; Oliveira, 2020). Este fato leva a indagar sobre os riscos e consequências para os operadores do serviço de coleta conteinerizada e mecanizada. Entre as indagações, algumas se destacam: há mudanças no modo de trabalho para os coletores da coleta conteinerizada? O sistema de conteinerização traz maior segurança e menor risco de acidentes de trabalho? A mecanização da coleta é uma ameaça para substituição da profissão do coletor pela de operador do sistema? Logisticamente, essa modalidade opera melhor do que a coleta porta a porta? Além disso, cabe indagar se a simples implantação de contêineres diferenciados é capaz de promover maior participação da sociedade na separação e descarte de RSU e, consequentemente, se traria melhorias para a coleta seletiva e reciclagem.

Por ser uma modalidade de coleta pouco praticada na realidade dos municípios brasileiros, há pouca compreensão de como a mudança de um sistema de coleta manual porta a porta de RSU para um sistema conteinerizado, que possibilita a coleta mecanizada, impacta aspectos operacionais, econômicos e socioambientais. Também há pouco conhecimento da aceitação e adesão da população quanto à utilização de contêineres para a coleta de RSU.

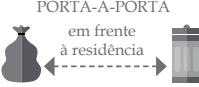
CONTEINERIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A distribuição sistemática de pontos de acondicionamento de resíduos sólidos em contêineres a qual possibilita a mecanização da coleta é denominada conteinerização. A escolha do tipo de contêiner leva em consideração as especificidades da área, como densidade populacional, se a população é urbana ou rural, geração de resíduos, rede rodoviária e tipo de veículo disponível para realizar a coleta. Normalmente, os contêineres de uso comunitário são planejados para que fiquem espaçados de modo que o usuário não tenha que se locomover grandes distâncias para dispor seus

resíduos, atendendo vizinhanças de média à alta densidade populacional (DSNY, 2023; Pérez et al., 2017; Tierno, 2017). Entretanto, nem sempre é possível respeitar esse intervalo de espaçamento, seja porque não há espaço e acesso adequado ao veículo de coleta ao contêiner, como ocorre em áreas de habitação informal, seja pela localização de residências remotas, onde não se justifica a implantação de um contêiner de uso comunitário, mas sim o uso de lixeiras individuais (UN-HABITAT, 2010).

Gallardo et al. (2015), ao desenvolver uma metodologia de planejamento de sistemas de pré-coleta de RSU para municípios espanhóis, utilizam os contêineres e sua distribuição geográfica para definir modalidades de acondicionamento que dependem de fatores como as regulações locais, densidade populacional e taxa de fracionamento dos RSU. Os autores definem assim, de acordo com a distância e distribuição geográfica, cinco modalidades de coleta de RSU: porta a porta, ponto a ponto, PEV, Ecoponto e Estabelecimentos (Quadro 1). Destas, a conteinerização aplica-se nas modalidades ponto a ponto, PEV e Ecopontos. É importante ressaltar que a distância que o usuário tem que percorrer para depositar seus resíduos é uma condição que limita a adesão da população aos sistemas conteinerizados de RSU, principalmente em relação aos PEVs e Ecopontos. Logo, pressupõe-se que quanto maior for o número destes equipamentos e sua distribuição pelas vias, maior a possibilidade de adesão populacional (Tierno, 2017).

Quadro 1 – Modalidade de coleta de RSU com a utilização de contêineres

Modalidade de coleta	Característica
 PORTE-A-PORTE em frente à residência →	Sacos plásticos, cestos, tambores são colocados em frente às residências ou em áreas acessíveis à prédios Distância mínima de deslocamento do cidadão para descartar o RSU Uso em cidades com baixa densidade populacional Vantagem: sem esforço para o cidadão Desvantagem: coleta de RSU tem programação fixa e com alto custo
 PONTO-A-PONTO 40 a 60 m →	Pontos de coleta utilizam contêineres que são colocados na rua com distância entre pontos de coleta entre 40 e 60 metros. Usados em cidades com alta densidade populacional Vantagem: coleta ágil, rápida e de menor custo que a coleta porta a porta Desvantagem: a distância que o cidadão deve se deslocar até o ponto de descarte é maior que na coleta porta a porta.

continua...

Modalidade de coleta	Característica
 PONTO DE ENTREGA VOLUNTÁRIA (PEV) 200 a 400 m	Pontos de coleta utilizam contêineres e/ou caixas estacionárias que são colocadas nas ruas com distância entre pontos de coleta entre 200 e 400 metros. Muito utilizado para coleta seletiva de embalagens leves, papel, papelão e vidro Vantagem: menor custo de coleta quando comparada com a coleta ponto a ponto. Horário flexível para o descarte de RSU Desvantagem: cidadão tem que fazer um esforço muito maior para se deslocar até o PEV.
 ECOPONTO 4km ou 15 min	Pontos de descarte são colocados em instalações a uma distância menor que 4 km ou 15 minutos. São normalmente utilizados para coleta de resíduos especiais como resíduos volumosos, resíduos inertes ou resíduos perigosos Vantagem: controlar a coleta de resíduos especiais
 ESTABELECIMENTO	Pontos de descarte são alocados em estabelecimentos comerciais ou órgãos públicos cujo raio de atendimento à população depende do número de estabelecimentos que contribuem com a coleta na área Normalmente é utilizado para a coleta de resíduos perigosos como baterias, lâmpadas fluorescentes ou medicamentos Vantagem: pode eliminar ou reduzir a fração de resíduos perigosos que são descartados juntos aos RSU.

Fonte: Adaptado de Gallardo et al. (2015).

Contêineres para acondicionamento de resíduos sólidos

Os contêineres podem ser fabricados em material plástico, metálico ou fibra de vidro. No Brasil, os contêineres geralmente são em material plástico, preferencialmente fabricados em resinas termoplásticas como o polietileno de alta densidade (PEAD), nas capacidades 120L, 240L, 360L, 660L, 770L e 1000L, dotados de duas ou quatro rodas, conforme especificações da Norma Técnica ABNT NBR 15.911/2010. Segundo Stragier (1974) os contêineres plásticos diferem-se no material por serem mais flexíveis e robustos, podendo ter uma camada de proteção contra radiação ultravioleta e aspecto físico mais agradável, com moldagem de menor custo que os outros materiais.

Os contêineres metálicos seguem a Norma Técnica ABNT NBR 13.334/2017, que padroniza a capacidade entre 0,8 m³ e 1,6 m³ de coleta

de carga traseira. Por serem fabricados com ferro, o equipamento metálico costuma apresentar maior vida útil que contêineres de outros materiais. Por outro lado, o material produz maior poluição sonora, por ser ruidoso na operação, e os contêineres são difíceis de serem manuseados rapidamente. Já os contêineres de fibra de vidro destacam-se por apresentar menor necessidade de manutenção e aparência visual mais agradável, porém pela matéria-prima ser mais frágil, possui limitada resistência ao impacto, o que provoca rachaduras no equipamento devido ao uso constante (Stragier, 1974).

Os contêineres podem ser de superfície ou subterrâneos (Figura 1). Os contêineres de superfície podem ser estacionários ou sobre rodas. Contêineres providos de rodas são deslocados até o veículo coletor e basculados mecanicamente, enquanto os contêineres estacionários, ou seja, sem rodas, são basculados com o auxílio de cabos de aço e dispositivos hidráulicos (IBAM, 2001). Os estacionários podem, ainda, ser do tipo intercambiáveis, aqueles que são levados cheios com a carga de resíduos para serem descarregados no local do destino, porém não utilizados para coleta de RSU. Nesse caso, outro contêiner vazio ocupa o espaço deixado pelo anterior. Os contêineres de superfície para acondicionamento temporário de RSU apresentam capacidade de carga de 1000L a 3500L, localizados acima do nível do solo, geralmente em ruas e avenidas (Bernart-Ponce et al., 2021), ou áreas públicas. Os contêineres subterrâneos, utilizados para acondicionamento abaixo do nível do solo, podem também ser utilizados em sistemas de coleta pneumática, por meio de rede de tubulações que suga os resíduos até uma central de triagem (Bernart-Ponce et al., 2021; Laso et al., 2019).

Estratégias aplicáveis para o posicionamento de contêineres comunitários em passeios públicos podem ser adotadas. A padronização do recesso de guias para instalação do contêiner, de modo a não interromper o escoamento de água nas sarjetas e facilitar a movimentação ou manobra até o veículo de coleta, é um exemplo. Como os contêineres devem ser posicionados de modo a não impedir a circulação de veículos pela via, uma estratégia aplicável é a delimitação de faixa de serviço de coleta na via de frente aos contêineres, para que os veículos coletores possam manobrar e estacionar. A sinalização vertical como o uso de placa de regulamentação também pode ser utilizada de modo a indicar a área destinada aos serviços de coleta de RSU (Tierno, 2017). A estratégia de disponibilizar os contêineres em cores ou formatos diferenciados, ou com identificação por meio de adesivos instrutivos, possibilita aos habitantes a identificação para a devida segregação dos resíduos no descarte, possibilitando maior envolvimento da população no processo de reciclagem (Duarte; Góis, 2016).

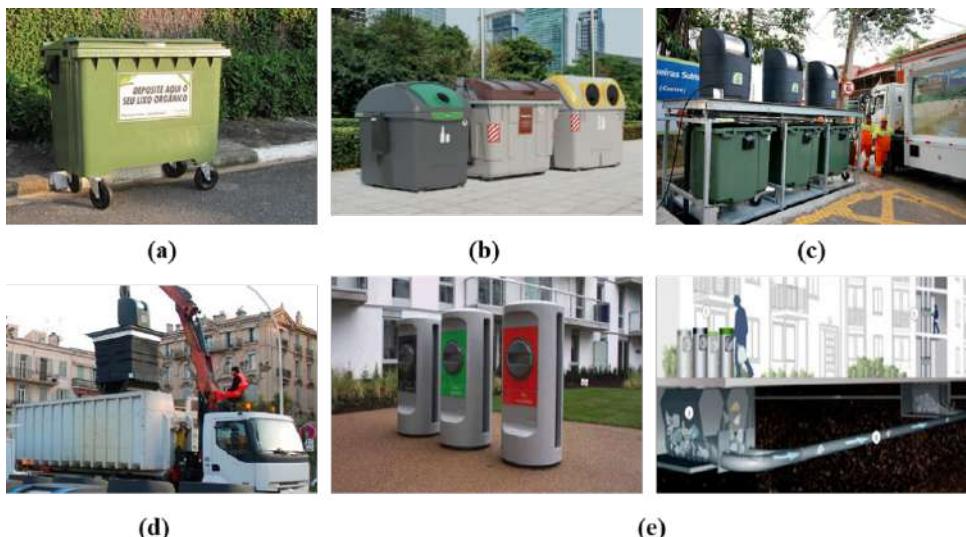


Figura 1 - Tipos de contêineres

Fonte: Costa (2023).

Legenda: a) contêiner de superfície móvel; b) contêineres estacionários; c) contêineres subterrâneos com plataforma hidráulica; d) descarga de contêiner com caixa de concreto; e) e sistema pneumático, na superfície e subsuperfície.

COLETA MECANIZADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS ACONDICIONADOS EM CONTÊINERES

O tipo de veículo empregado na coleta mecanizada também influencia no tipo de contêiner a ser utilizado na conteinerização. Há contêineres para veículos de carga traseira (Figura 2a), carga lateral (Figura 2b), carga vertical (Figura 2c) ou carga frontal (Figura 2d). No Brasil, pelo fato da maioria dos municípios adotarem veículos com coletores compactadores de carga traseira, a coleta mecanizada com carga traseira torna-se a mais fácil de ser adaptada, uma vez que os veículos não precisam ser substituídos, apenas acoplar braços mecânicos ao compartimento compactador. A coleta de carga lateral exige veículos específicos para operarem os contêineres, os quais muitas vezes não estão disponíveis em escala no mercado da América do Norte e América Latina e Caribe, diferentemente do mercado europeu, onde esse modelo de coleta já é consolidado (DSNY, 2023).



Figura 2 –Tipos de veículos de coleta mecanizada de RSU em contêineres x
Fonte: Costa (2023).

Legenda: a) contêiner de superfície móvel; b) contêineres estacionários; c) contêineres subterrâneos com plataforma hidráulica; d) descarga de contêiner com caixa de concreto; e) sistema pneumático, na superfície e subsuperfície.

O sistema de operação de coleta mecanizada consiste primeiramente no encaixe do contêiner ao braço mecânico acoplado ao veículo coletor (Fehn et al., 1964). Essa operação pode necessitar de auxílio manual, como é o caso dos veículos coletores de carga traseira, mas também pode ocorrer de forma inteiramente automatizada com um operador comandando o implemento mecânico por meio de acionamento de controle remoto. Após o engate, o contêiner é içado e vertido sobre a abertura do veículo coletor, descarregando os RSU descartados. Com o contêiner esvaziado, o implemento mecânico do caminhão endireita o contêiner e o retorna à sua posi-

ção inicial no espaço urbano. No caso de coleta de carga traseira, os operadores conduzem o contêiner manualmente até sua posição inicial (Fehn et al., 1964).

TECNOLOGIAS ASSOCIADAS À COLETA MECANIZADA E CONTEINERIZAÇÃO DE RSU

A implantação da coleta mecanizada associada à conteinerização possibilita a introdução de tecnologias que auxiliem na gestão municipal de resíduos sólidos. Associados à IoT (*Internet of Things*), os contêineres podem ser equipados com câmeras ou sensores (de LED ou ultrassônicos) para detectar seu nível de enchimento e transmitir dados à nuvem, por meio de infraestrutura de comunicação *wireless*. Esta implementação permite a análise *online* sobre cada roteiro de recolhimento de RSU e priorização de coleta em áreas onde os contêineres estejam mais cheios, repassando ao motorista do caminhão de coleta a informação sobre a melhor rota a ser realizada (Al-Jabi; Diab, 2017; Anagnostopoulos et al., 2015). Há também possibilidade de adaptação de sensores de peso e tamanho para quantificar e medir os resíduos descartados no contêiner (Al-Jabi; Diab, 2017) ou, ainda, possibilidade de acoplar balanças com tecnologia *wireless* nos veículos coletores, para quantificar, ponto a ponto, o material coletado em cada contêiner (Esmaeilian et al., 2018).

Por outro lado, localizadores GPS podem ser implantados nos contêineres e nos veículos coletores, de modo que se possa ter o georreferenciamento espacial dos pontos de coleta, assim como conhecer, em tempo real, a navegação dos caminhões coletores (Esmaeilian et al., 2018). Tecnologias de identificação também podem ser acopladas à conteinerização e à coleta mecanizada de RSU, como por exemplo o uso de código de barras e RFDI (*Radio Frequency Identification*) que possibilita a leitura e identificação dos contêineres coletados possibilitando a associação do equipamento à pesagem por ponto, lavagem automatizada ou até mesmo a identificação de equipamentos roubados ou danificados (Esmaeilian et al., 2018; Rada; Ragazzi; Fedrizzi, 2013). Cartões magnéticos com tecnologia RFDI também podem ser utilizados e associados aos contêineres que tenham sistema de fechadura, de modo que se possa identificar as credenciais dos usuários que descartam os resíduos nos equipamentos e acionar a abertura do mesmo apenas para efetuar o descarte por usuários (Al-Jabi; Diab, 2017; Silva; Goya, Pereira, 2015). A promoção da higienização dos contêineres de forma mecanizada também é uma tecnologia a ser apontada devido à possibilida-

de sanitização dos recipientes. Por meio de um caminhão higienizador composto por dois tanques, os quais armazenam, respectivamente, a água limpa e água suja (gerada no processo) é possível lavar os contêineres à alta pressão (Silva; Goya, Pereira, 2015).

INTRODUÇÃO DA CONTEINERIZAÇÃO E COLETA MECANIZADA

Exemplos internacionais

A literatura traz relatos da presença do modelo de conteinerização e coleta mecanizada desde o final da década de 1950. Fehn et al. (1964) mencionam em seu artigo que, desde aquela época, a conteinerização e a coleta mecanizada de resíduos sólidos já ocorria nos Estados Unidos, como por exemplo nas bases militares americanas, nos estabelecimentos comerciais em Orlando, Flórida e em concentrações de populações rurais no Condado de Madison, Alabama. Os autores também descrevem que uma das primeiras cidades americanas a realizar a conteinerização e a coleta mecanizada de resíduos foi Valdosta, no estado da Georgia, com a implantação de contêineres em áreas comerciais com o objetivo de tornar essas áreas mais limpas e esteticamente mais bonitas, além de reduzir os custos de operação da coleta de resíduos. Em 1961, a cidade americana de Savannah, também no estado da Georgia, implantou a conteinerização de resíduos sólidos, colocando equipamentos em vielas, edifícios públicos, escolas e áreas comerciais suburbanas (Fehn et al., 1964). Um estudo apresentado para a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) mostrou a experiência de conteinerização e coleta mecanizada de resíduos sólidos vivida na cidade americana de Scottsdale, Arizona, entre os anos de 1969 e 1972 (Stragier, 1974). Foram analisadas a viabilidade, eficiência e economia da modalidade conteinerizada, a aceitação pública com a introdução dos contêineres e aspectos sanitários.

No caso da Europa, os principais estudos encontrados abrangem a conteinerização de resíduos com a separação e a coleta seletiva de resíduos, mesclando a coleta mecanizada ponto a ponto aos PEVs e Ecopontos. É muito comum encontrar cidades europeias que mesclam a coleta em contêineres comunitários com os contêineres individuais para atender as necessidades dos cidadãos e as características físicas de cada localidade. Normalmente, as cidades europeias adotam como sistema primário de coleta conteinerizada e mecanizada, o uso de contêineres estacionários

com coleta de carga lateral. Cidades de baixa densidade populacional normalmente utilizam os contêineres de carga traseira, na maioria das vezes os contêineres individuais, combinados a contêineres estacionários de carga vertical. O uso de contêineres móveis comunitários de carga traseira não é normalmente a primeira e nem a segunda opção de modelo de conteinerização escolhida pelas cidades europeias (DSNY, 2023).

Na Espanha, por exemplo, há basicamente quatro principais sistemas de coleta seletiva que envolvem a coleta ponto a ponto e PEV, recolhendo-se resíduos misturados, resíduos orgânicos, papel e papelão, vidro e embalagens leves (Gallardo et al., 2010). Barcelona, combina o uso de contêineres comunitários móveis e estacionários com contêineres móveis individuais em coleta mecanizadas de carga traseira, carga lateral e carga vertical, para a coleta segregada de cinco frações de resíduos. A frequência diária de coleta é comum na cidade para minimizar o número de contêineres nas ruas. Para os Jogos Olímpicos de 1992, a cidade reformou parte de sua área e instalou sistema pneumático de coleta de RSU (DSNY, 2023). Estudo conduzido por Alvarez et al. (2009) analisou a conteinerização de resíduos recicláveis na cidade Anjuarez, pertencente à Comunidade Autônoma de Madrid, Espanha. A conteinerização e coleta mecanizada ocorria com veículos de carga traseira e utilização de contêineres de 1000L e 800L, distribuídos em 230 pontos de coleta. Em sua análise, os autores propuseram a troca dos equipamentos e do método de coleta para o uso de contêineres do tipo iglu com a coleta mecanizada de carga vertical.

No norte da Itália, Bertanza, Ziliani e Menoni (2018) usaram quatro cidades da região para exemplificar o uso de indicadores tecno-econômicos nas estratégias de coleta de RSU, sendo que um destes municípios adota a coleta conteinerizada para cinco frações de resíduos enquanto os demais municípios adotam a coleta manual porta a porta parcial ou integralmente. Na Turquia, onde predomina a modalidade de coleta manual porta a porta, há localidades onde a modalidade mecanizada e conteinerizada ocorre na coleta seletiva, como na cidade de Istambul, mesclada com a coleta porta a porta e uso de PEV para o descarte de vidro. Os contêineres encontram-se espaçados entre 50 e 100 metros nas ruas, possibilitando que os cidadãos possam depositar seus resíduos a qualquer horário do dia e da semana (Yildiz-Geyhan et al., 2016). Por fim, na Oceania, mais especificamente em Moreland, na Austrália, a conteinerização é adotada com coleta mecanizada de carga lateral, utilizando contêineres de duas rodas, distribuídos em três cores para distinguir as frações orgânica, reciclável e resíduos verdes (Soares et al., 2019).

Exemplos no Brasil

No cenário brasileiro ainda são poucos os municípios que adotam a modalidade de coleta de RSU conteinerizada. Na literatura também são poucos os exemplos encontrados sobre pesquisas com relação à aplicação da conteinerização nas cidades brasileiras. Dos 4.900 municípios que responderam ao formulário do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), ano de referência 2021, apenas 14% afirmaram adotar coleta com elevação de contêineres por caminhão compactador, podendo essa ser implantada apenas em caráter experimental (Brasil, 2022b). Silva, Goya e Pereira (2015) apontam cidades na região sul e sudeste do país que trabalham a coleta de RSU de maneira mecanizada e conteinerizada, como por exemplo Itu/SP, Sorocaba/SP, Santos/SP, Campinas/SP, Duque de Caxias/RJ e em Salvador/BA. Boas práticas de coleta e transporte são apontadas por Olivo e Belo (2019), em cidades como Caxias do Sul/RS, Chapecó/SC, Porto Alegre/RS e Rio de Janeiro/RJ, que utilizam a coleta de RSU automatizada.

No Rio Grande do Sul, Casagrande (2016) analisou a efetividade de ações de educação ambiental no município de Antônio Prado, voltadas para a segregação de resíduos sólidos com o uso de conteinerização aplicada no centro da cidade. Outros municípios gaúchos como Santa Maria e Canoas também passaram a adotar a coleta conteinerizada em áreas urbanas, adotando contêineres de carga lateral e/ou de carga traseira de quatro rodas, principalmente nas áreas centrais (Tierno, 2017). No caso de Canoas, cada ponto de coleta apresenta dois contêineres, um na cor verde para os resíduos orgânicos e outro na cor laranja para os resíduos recicláveis, contando com dois caminhões que fazem a coleta diferenciada dos RSU. Santa Cruz do Sul também adotou a coleta conteinerizada na área central do município para o acondicionamento de resíduos orgânicos e rejeitos, porém, do ponto de vista de Christmann, Karnopp e Arend (2017), a adoção da modalidade na cidade trouxe problemas para a coleta seletiva e para os catadores da cooperativa local, uma vez que a população passou a depositar os RSU nos contêineres de forma indiferenciada.

A cidade de São Paulo tornou-se outro exemplo no Brasil a adotar a conteinerização e o emprego de coleta mecanizada de RSU. Desde 2014, contêineres de superfície e subterrâneos foram colocados em alguns bairros, principalmente na Zona Oeste. Contêineres de carga lateral foram colocados, por exemplo, no bairro Jardins. O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) da capital paulista já apontava a implantação da coleta mecanizada por meio de

conteinerização dos RSU. Na capital paulista, contêineres no formato iglu, com capacidade de 2.500L, de carga vertical, também são utilizados como PEV para o descarte de resíduos secos (Soares et al., 2019; Tierno, 2017).

ASPECTOS DA CONTEINERIZAÇÃO E COLETA MECANIZADA DE RSU

Operacionalização e viabilidade econômica

Em um dos primeiros relatos sobre a conteineirização na cidade americana de Valdosta, foi possível notar a redução de custos proporcionada pela mecanização do serviço de coleta, possibilitando que o investimento feito se pagasse em três anos após a implantação desta modalidade de coleta. A mecanização substituiu um total de 10 trabalhadores para uma equipe de um motorista e um ajudante, em cada um dos dois caminhões que também foram adquiridos e adaptados para o trabalho automatizado. A coleta da área comercial passou de 1050 pontos de paradas mapeados para 278 contêineres (Fehn et al., 1964). Em Scottsdale (Arizona), a mecanização da coleta de RSU substituiu ao todo 12 trabalhadores com o uso dos veículos adaptados à conteinerização. Os coletores dispensados foram alocados em trabalhos temporários e outras carreiras do serviço público. Durante a implantação e operação da conteinerização, foram realizados estudos em cinco diferentes áreas da cidade com contentores de diferentes tamanhos, frequências de coleta e número de residências atendidas. Concluiu-se que era mais econômico implantar um serviço com dois dias de coleta na semana, utilizando o contêiner de 1100L que atenderia quatro residências do entorno e teria um custo de coleta de US\$ 1,17 por residência/mês (Stragier, 1974).

Em Anjuarez, Espanha, uma simulação feita sobre o método de conteinerização e coleta mecanizada com carga vertical mostrou redução significativa no número de pontos de coleta, maximizando o raio de cobertura do serviço para 97% da população. Com isto, a quantidade de material reciclável coletado passível de recuperação passou de 25% para 70% (Alvarez et al., 2009). Os autores apontam que o formato iglu do contêiner elimina a entrada de materiais de tamanho inapropriados. Apontam também que, com um raio de cobertura de 150 metros entre os iglus, evita-se o sobreacregamento dos equipamentos com RSU.

Impactos ambientais

Segundo Araujo (2000), a utilização de equipamentos para acondicionamento de resíduos proporciona benefícios de caráter ambiental como a minimização da poluição difusa e assoreamento em corpos hídricos, além de minimizar problemas na drenagem urbana, uma vez que o uso do contêiner ou caçamba reduz que RSU sejam carregados por enxurradas para galerias pluviais, bueiros, canais e córregos. Já Pérez et al. (2017) propuseram uma metodologia de mensuração de impactos ambientais causados pela etapa de pré-coleta com conteinerização de RSU, por meio de avaliação de ciclo de vida (ACV), analisando os seguintes impactos ambientais: mudanças climáticas; uso da terra; depleção de recursos minerais, fósseis e renováveis; material particulado; toxicidade humana, entre outros. O estudo aponta que o impacto ambiental do contêiner diminui à medida que aumenta o ciclo de vida do produto. Em relação aos tipos de matéria-prima utilizada, a maioria dos indicadores ambientais se mostrou menor ao se utilizar contêineres de PEAD, quando comparado à equipamentos metálicos e de fibra de vidro. Os autores concluíram que quanto maior a capacidade de acondicionar RSU menor o número de contêineres utilizados.

Por meio da metodologia ACV, Yildiz-Geyhan et al. (2016) realizaram comparação de cenários alternativos para a coleta seletiva, nas modalidades porta a porta e em PEV, no distrito de Maltepe, Istambul, Turquia. São apresentados cenários que incluem a separação dos recicláveis em duas ou mais frações e nas modalidades coleta porta a porta (com uso de sacos plásticos), conteinerizada ponto a ponto, com contêineres de PEAD de 1100L e em PEV, com contêineres metálicos de 2000L. O cenário existente, com PEV para descarte de vidro e coleta porta a porta para os demais recicláveis, se mostrou o modelo ideal a ser implantado, porém, os cenários onde a coleta conteinerizada ponto a ponto aparece, para segregação de frações de RSU secos, houve boa performance e mostraram-se satisfatórios para os indicadores ambientais apontados no estudo, muitas vezes devido ao menor consumo de combustível e respectivas emissões atmosféricas, menor consumo de materiais e menor impacto no uso do solo para aterramento para estes dois cenários do que nos outros modelos analisados. Os autores concluem que os cenários onde a coleta conteinerizada aparece poderiam ser ainda mais benéficos e eficientes caso houvesse aumento no percentual da população que separa resíduos recicláveis.

Ergonomia e saúde do trabalhador

Um aspecto importante abordado no relatório de Stragier (1974) é o fato da cidade americana de Scottsdale apresentar altas temperaturas durante o verão e por este motivo a prefeitura municipal tinha dificuldade em manter equipes de coleta trabalhando nas ruas durante esta estação. Com a introdução da coleta mecanizada, a possibilidade de controlar o sistema de esvaziamento do contêiner por controle remoto e dentro da cabine do veículo ventilada por ar-condicionado fez com que o ambiente de trabalho se tornasse mais agradável e salubre para o operador. Ademais, no período em que o projeto foi implantado, não houve acidentes de trabalho com lesões incapacitantes relacionados à coleta dos resíduos domiciliares. Conforme o autor aponta, com melhores condições de trabalho e menos lesões, menos tempo e recursos são gastos com afastamento e hospitalizações dos trabalhadores.

De Looze et al. (1995) mediram o estresse gerado na região lombar dos coletores, comparando a coleta de RSU por meio de três recipientes acondicionadores: i) manual em sacos plásticos; ii) mecanizada em contêineres móveis de duas rodas; e iii) mecanizada em contêineres móveis de quatro rodas. O estudo apontou que a coleta mecanizada em contêineres é preferível à coleta manual por meio de sacos plásticos, pois a frequência e a magnitude do esforço lombar dos trabalhadores são menores utilizando-se de equipamentos. No caso do contêiner de quatro rodas, há maior desgaste físico, que ocorre ao colocar o contêiner vazio de volta à sua posição no meio fio da calçada, logo os autores sugerem o emprego de dois trabalhadores ao invés de um para manusear os contêineres de quatro rodas, como uma forma de reduzir o estresse físico causado pela atividade de coleta.

O uso de contêineres para a coleta mecanizada frente à coleta manual traz benefícios para o trabalhador e sua saúde, pois demanda menos corrida por parte do coletor e consequentemente menor gasto energético. Com a coleta conteinerizada, as distâncias entre os pontos de coleta tendem a ser maiores e, assim, o trabalhador tem a possibilidade de caminhar até o contêiner ao invés de correr e ter maior recuperação física. Outro aspecto observado, quanto à ergonomia da atividade, relaciona-se à menor frequência de flexão e rotação do tronco do indivíduo que realiza a coleta. Por outro lado, a presença dos contêineres para acondicionamento de resíduos mitiga as situações de acidentes de trabalho com materiais perfurocortantes e/ou contaminantes, como muitas vezes acontece na coleta manual, pois o coletor deixa de ter contato físico com o resíduo sólido e passa a manusear apenas os equipamentos coletores (Oliveira, 2020; Picos; Oliveira; Fontes, 2017).

Apesar disso, Oliveira (2020) ressalta que a má utilização do contêiner por parte do usuário, a má distribuição dos equipamentos nas vias públicas e o mal planejamento do serviço de coleta provocam a sobrecarga do contêiner, com sacos de lixo extravasando a capacidade de acondicionamento e, muitas vezes, deixados ao lado do equipamento. Consequentemente, o coletor volta a manusear manualmente os sacos, podendo ter contato com materiais que possam lhe causar algum risco de acidente, volta a realizar um maior número de flexões e torções de tronco e, por fim, a autora observa que a atividade de recolher manualmente os restos que extrapolam do contêiner provocam sentimentos de constrangimento no trabalhador.

É importante ressaltar que, para a saúde e segurança do coletor, a conteinerização de RSU sem a mecanização da coleta traz tantos riscos quanto a coleta manual porta a porta. Garrido et al. (2015) investigaram os problemas de saúde de coletadores associados à atividade laboral coleta de RSU na cidade de Hamburgo, Alemanha, onde os trabalhadores manuseiam de forma manual contêineres de 120L e 240L, despejando os resíduos no veículo coletor. Os autores associaram como problema de saúde: dores nas costas, apontado por 67,2% dos entrevistados, e o considerável esforço feito nos movimentos de flexão e torção do tronco que são realizados pelos coletores durante a operação de coleta. O artigo menciona que intervenções devem ser feitas em relação ao manuseio ergonômico dos contêineres e à varrição de rua, de modo a garantir uma forma de melhorar a qualidade de vida dos coletores.

Aspecto sanitário e de saúde pública

Em Scottsdale, EUA, Stragier (1974) concluiu que, desde que as tampas se mantivessem fixas ao contêiner e fechadas, não haveria problemas sanitários causados pelo resíduo depositado em seu interior. Além disso, a maior frequência na coleta traz maiores vantagens sanitárias, agradando mais aos usuários. O relatório deste estudo aponta que o Departamento Municipal de Saúde declarou que, do ponto de vista sanitário, a nova modalidade de coleta (conteinerizada) era superior ao sistema convencional manual porta a porta.

Por outro lado, a falta de delimitação do acesso aos resíduos contidos nos contêineres pode ocasionar problemas sanitários. Christmann, Karnopp e Arend (2017) pontuam que a presença dos contêineres em vias públicas atrai catadores individuais e sucateiros, que por sua vez acessam e reviram os contêineres em busca de materiais passíveis de reciclagem, expondo-se à presença de materiais perfurocortantes e/ou vetores de im-

portância sanitária, além de, muitas vezes, espalharem os resíduos para o lado de fora do contentor, sujando as vias públicas.

Araujo e Günther (2007) reportam que o uso dos equipamentos como mobiliários urbanos precisam ser regulados, considerando-se questões de saúde pública e qualidade de vida. As autoras relatam que uma vez dispostos em terrenos com elevação acentuada e/ou com curvas, os contêineres podem apresentar riscos à segurança e comodidade de moradores, transeuntes e condutores de veículos. O saturamento de contêineres nas vias públicas, principalmente em quadras que tem uso institucional como escolas e hospitais, também contribui para a piora da qualidade de vida urbana (Araujo, 2000; Araujo; Günther, 2007).

Aceitação e adesão da população

O estudo de Stragier (1974) mostrou que previamente à implantação do sistema de coleta mecanizada de RSU em Scottsdale, EUA, os geradores que receberiam os contêineres estavam dispostos a colaborar, porém, hesitantes com a nova modalidade de coleta de resíduos sólidos domiciliares. Após o teste inicial, entrevistas com os usuários mostraram que estes preferiam a modalidade conteinerizada em relação ao sistema convencional. Os principais aspectos considerados pelos usuários foram a capacidade do contêiner para acondicionar os resíduos, maior limpeza das ruas e o fato do contêiner estar fechado e não tombar. Entretanto, algumas sugestões foram apontadas pelos usuários, como: os contêineres terem maior durabilidade, ter acesso fácil para crianças e reduzir a distância de caminhada até o equipamento.

No caso de Antônio Prado/RS, para estimular a população a realizar a segregação dos resíduos e utilizar os contêineres, foram distribuídos imãs de geladeira para a população envolvida no projeto piloto, no formato do contentor e com informações sobre a separação e descarte dos RSU em cada equipamento. Os contêineres foram instalados na Semana de Meio Ambiente de 2015. Uma amostra da população residente do setor conteinerizado foi entrevistada, revelando aceitação por parte de 93% dos usuários. Os motivos apontados foram: melhoria da limpeza das ruas; melhor aspecto visual e higiênico dos equipamentos; e praticidade e organização para descarte dos resíduos. Casagrande (2016) aferiu que com a implantação da modalidade de coleta conteinerizada há mudanças comportamentais por parte dos usuários em relação à segregação de resíduos. A autora também confirmou que a maior parte dos entrevistados foi orientada em relação à nova modalidade de coleta e que as ações de educação ambiental conseguiram alcançar o público-alvo.

Por outro lado, o exemplo de Santa Cruz do Sul/RS revela que apesar da população ter aderido ao uso dos contêineres, a falta de um recipiente para a fração de resíduos recicláveis tem feito com que os usuários descartem os RSU de forma indiferenciada nos contêineres, misturando rejeito, resíduos orgânicos e recicláveis e até mesmo resíduos volumosos e resíduos de construção civil (Christmann; Karnopp; Arend, 2017).

CONCLUSÕES

A conteinerização e coleta mecanizada de RSU podem trazer benefícios e vantagens à população e à municipalidade. A modalidade de coleta proporciona eficiência operacional, acondicionamento seguro e locais de referência para que a população possa segregar e descartar os resíduos gerados. Proporciona limpeza urbana às cidades e minimiza problemas de poluição difusa. Tendem a beneficiar diretamente os coletores que operam a coleta de resíduos nos municípios, melhorando as condições de trabalho e reduzindo as situações de risco, o que se traduz na melhoria da saúde e segurança desses trabalhadores.

Entretanto, a modalidade conteinerizada necessita de planejamento e adaptação às condições locais, além de exigir recursos econômicos e trabalhadores capacitados para sua operacionalização. Deve-se buscar o melhor modelo e capacidade do contêiner, além do tipo de veículo a ser empregado, para que se adequem à realidade e à demanda de cada município, o que minimiza situações de inadequação de dimensionamento da capacidade de acondicionamento, má distribuição e/ou incorreto uso dos contêineres, mudança desnecessária da frota de veículos de coleta e uso de rotas dispensáveis.

Ademais, deve-se considerar o comportamento cultural da população brasileira, acostumada a descartar seus resíduos em frente às suas residências em lixeiras individuais. Por esta razão torna-se necessário sistemas de comunicação direcionados à população, de modo claro e acessado por todos, com vistas a sensibilizar os usuários e buscar seu engajamento às práticas ambientais relacionadas aos resíduos sólidos e assim, assegurar a operação e viabilidade da modalidade. Ao que tudo indica, a conteinerização parece ser uma prática do futuro e que, aos poucos, tem se disseminado pelo Brasil.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT

NBR 15.911: Contentor móvel de plástico. NBR 15.911, 2010. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT
NBR 13.334: Contentor móvel de plástico. NBR 13.334, 2017. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

AL-JABI, M.; DIAB, M. IoT-Enabled Citizen Attractive Waste Management System. In: 2nd International Conference on The Applications of Information Technology in Developing Renewable Energy Processes & Systems. 2. 2017. Amman, Jordan. *Anais [...]*. Amman: Institute of Electrical and Electronics Engineers. 2017. p. 1-5. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8277804> Acesso em: 14 out. 2022.

ANAGNOSTOPOULOS, T.; KOLOMVATSOS, K.; ANAGNOSTOPOULOS, C.; ZASLAVSKY, A.; HADJIEFTHYMIADES, S. Assessing dynamic models for high priority waste collection in smart cities. *The Journal of System and Software*, v. 110, p. 178-192, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2015.08.049>

ALVAREZ, J. V. L.; LARRUCEA, M. A.; SANTANDREU, F. S.; FUENTES, A. F. Containerisation of the selective collection of light packaging waste material: The case of small cities in advanced economies. *Cities*, v. 26, n. 6, p. 339-348, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2009.09.002>

ARAUJO, J. M. *Caçambas coletooras de resíduos sólidos e riscos à saúde pública: um enfoque segundo os princípios da atenção primária ambiental*. São Paulo, 2000. 138f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ARAUJO, J. M.; GÜNTHER, W. M. R. Caçambas Coletooras de Resíduos da Construção e Demolição no Contexto do Mobiliário Urbano: uma questão de saúde pública e ambiental. *Saúde e Sociedade*, v. 16, n. 1, p. 145-154, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0104-12902007000100013>

BERNART-PONCE, E.; FERRER, D.; GIL-DELGADO, J. A.; LÓPEZ-IBORRA, G. M. Effect of replacing surface with underground rubbish containers on urban House Sparrows *Passer domesticus*. *Urban Ecosystems*, v. 25, p. 121-132, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11252-021-01138-y>

BERTANZA, G.; ZILIANI, E.; MENONI, L. Techno-economic performance indicators of municipal solid waste collection strategies. *Waste Management*, v. 74, p. 86-97, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.01.009>

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 03 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm Acesso em: 06 abr. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2019*. Brasília: SNS/MDR, 2020. 247 p. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snisd/diagnosticos-anteriores-do-snisd/residuos-solidos-1/2019/Diagnostico_RS2019.pdf Acesso em: 13 maio 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. *Plano Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasília: MMA, 2022a. 209 p. Disponível em: <https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/07/Planares-B.pdf> Acesso em: 04 jan. 2023.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. *Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos: visão geral ano de referência 2021*. Brasília: SNS/MDR, 2022b. 72 p. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snisd/produtos-do-snisd/diagnosticos_snisd Acesso em: 02 set. 2023.

CASAGRANDE, V. *Efetividade das ações de educação ambiental para a segregação dos resíduos sólidos domiciliares em sistema de coleta por conteinerização no município de Antônio Prado/RS*. 2016. 168 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências Ambientais) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/xmlui/handle/11338/2112> Acesso em: 14 maio 2021.

CHRISTMANN, I. F.; KARNOPP, E.; AREND, S. C. Catadores e recicladores: inclusão ou exclusão? A cooperativa dos catadores e recicladores de Santa Cruz do Sul/RS – Brasil. *Revista de Desenvolvimento Econômico – RDE*, v. 2, n. 37, p. 233-258, 2017. <http://dx.doi.org/10.21452/rde.v2i37.4830>

COSTA, N. S. *Impactos da conteinerização e coleta mecanizada de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de Lençóis Paulista, São Paulo, Brasil*. 2023. 212 p. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023. <https://doi.org/10.11606/D.6.2023.tde-16112023-175901>

DE LOOZE, M. P.; STASSEN, A. R. A.; MARKSLAG, A. M. T.; BORST, M. J.; WOONING, M. M.; TOUSSAINT, H. M. Mechanical loading on the low back in three methods of refuse collecting. *Ergonomics*, v. 38, n. 10, p. 1993-2006, 1995. <https://doi.org/10.1080/00140139508925246>

DSNY – NEW YORK CITY DEPARTMENT OF SANITATION. *The future of trash: waste containerization models and viability in New York City*. New York: DSNY. abr. 2023. 96 p. Disponível em: <https://www.nyc.gov/assets/dsny/site/resources/reports/future-of-trash> Acesso em: 27 maio 2023.

DUARTE, I. V. S.; GÓIS, J. C. M. *Análise da recolha seletiva de resíduos urbanos em Portugal e comparação com outros países*. 2016. 69 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016. Disponível em: <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/37119> Acesso em: 10 jan. 2022.

ESMAEILIAN, B.; WANG, B.; LEWIS, K.; DUARTE, F. RATTI, C.; BEHDAD, S. The future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper. *Waste Management*, v. 81, p. 177-195, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.09.047>

FEHN, C. F.; HALL, J. O.; ROSENTHAL, M.; CAIN, J. R.; RIGSBY, J. H.; FARMER, H. Bulk storage and mechanized collection of combine refuse. *Public Health Reports*, v. 79, n. 5, p. 413-416, 1964. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1915434/pdf/pubhealthrep00065-0051.pdf> Acesso em: 15 jul. 2022.

GALLARDO, A.; BOVEA, M. D.; COLOMER, F. J.; PRADES, M.; CARLOS, M. Comparison of different collection systems for sorted household waste in Spain. *Waste Management*, v. 30, n. 12, p. 2430-2439, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.05.026>

GALLARDO, A.; CARLOS, M.; PERIS, M.; COLOMER, F. J. Methodology to design a municipal solid waste pre-collection system. A case study. *Waste Management*, v. 36, p. 1-11. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.11.008>

GARRIDO, M. V.; BITTNER, C.; HARTH, V.; PREISSER, A. M. Health status and health-related quality of life of municipal waste collection workers – a cross-seccional survey. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, v. 10, n. 22, 2015. <https://doi.org/10.1186/s12995-015-0065-6>

IBAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. *Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos*. Rio de Janeiro: IBAM,

2001. Disponível em: <http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>
Acesso em: 10 jun. 2021.

KLEIN, F. B.; GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; OLIVIERI, C. As transferências voluntárias do governo federal para a gestão de resíduos sólidos urbanos: um estudo da Região Metropolitana de São Paulo. *Caderno Metropolitano*, São Paulo, v. 22, n. 48, p. 457-478, maio/ago. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2020-4806>

LASO, J.; GARCÍA-HERERRO, I.; MARGALLO, M.; BALA, A.; FULLANA-I-PALMER, P.; IRABIEN, A.; ALDACO, R. LCA-Based Comparison of Two Organic Fraction Municipal Solid Waste Collection Systems in Historical Centres in Spain. *Energies*, v. 12, n. 7, 1407, 2019. <https://doi.org/10.3390/en12071407>

MANGUEIRA, P. Sistema de limpeza e serviços urbanos e gestão de resíduos sólidos. Companhia Municipal de Limpeza Urbana. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/documents/91370/3648679b-caf3-4f70-bcac-92c849916220> Acesso em: 04 maio 2022.

OLIVEIRA, T. M. *Abordagem ergonômica da atividade: a compreensão de determinantes do trabalho dos coletores de resíduos sólidos urbanos*. 2020. 144 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/12416> Acesso em: 15 jan. 2022.

OLIVO, V. E.; BELLO, M. C. Boas práticas na gestão integrada de resíduos sólidos urbanos em municípios brasileiros. *Revista Tribunal de Contas do Estado do Tocantins*, ed. 1, n. 1, p. 151-167, 2019.

PÉREZ, J.; LUMBRERAS, J.; DE LA PAZ, D.; RODRÍGUEZ, E. Methodology to evaluate the environmental impact of urban solid waste containerization system: A case study. *Journal of Cleaner Production*, v. 150, p. 197-213, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.003>

PÉREZ, J.; LUMBRERAS, J.; RODRÍGUEZ, E. Life cycle assessment as a decision-making tool for the design of urban solid waste pre-collection and collection/transport systems. *Resources, Conservation & Recycling*, v. 161, Out. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104988>

PICOS, R. S.; OLIVEIRA, T. M.; FONTES, A. R. M. Análise dos novos constrangimentos inseridos a partir da mudança na atividade dos coletores de lixo com a implantação do contêiner de 1000 litros em uma cidade de médio porte do interior paulista. *Revista Ação Ergonômica*, v. 12, n. 1, p. 56-62, 2017. Disponível em: <https://app.periodikos.com.br/article/62797f->

f3a9539551f72d4253/pdf/abergo-12-1-56.pdf Acesso em: 10 mar. 2022.

PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA DESENVOLVIMENTO. *Acompanhando a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável: subsídios iniciais do Sistema das Nações Unidas no Brasil sobre a identificação de indicadores nacionais referentes aos objetivos de desenvolvimento sustentável/Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento*. Brasília: PNUD, 2015. 291 p. Disponível em: <https://www.undp.org/pt/brazil/publications/accompahando-agenda-2030> Acesso em: 16 maio 2021.

RADA, E. C.; RAGAZZI, M.; FEDRIZZI, P. Web-GIS oriented systems viability for municipal solid waste selective collection optimization in developed and transient economies. *Waste Management*, v. 3, n. 4, p. 785-792, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.01.002>

REICHERT, G. A. *Apoio à tomada de decisão por meio da avaliação do ciclo de vida em sistemas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos: o caso de Porto Alegre*. 2013. 301 p. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Instituto de Pesquisas Hidráulicas – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/87557> Acesso em: 01 maio 2021.

RODRIGUES, L. C.; SPOTI, T. B. *Coleta lateral automatizada de resíduos sólidos urbanos (RSU)*. 2018. 75p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Filosofia e Letras, Fundação Educacional de Ituverava, Ituverava. Disponível em: <https://repositorio.feituverava.com.br/handle/123456789/2922> Acesso em: 30 ago. 2021.

SILVA, J. C. A.; GOYA, T. A.; PEREIRA, A. C. Impacto da mecanização da coleta de lixo sobre o aporte de carga difusa em áreas urbanas. Estudo de caso: Butantã, São Paulo, SP. In: XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. *Anais* [...]. Brasília: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2015. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/4/PAP020310.pdf> Acesso em: 12 nov. 2021.

SOARES, A. F. S.; FERNANDES, C. B. S.; CRUZ, G. S. P.; OLIVEIRA, J. S.; SILVA, L. F. M. Análise dos sistemas de coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos existentes na Austrália e em duas capitais brasileiras: São Paulo e Belo Horizonte. *Direito Izabela Hendrix*, v. 22, n. 22, p. 13-24, 2019. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-izabela/index.php/dih/article/view/2330/1246> Acesso em: 10 jan. 2023.

SOBRAL, M. F. F.; SOBRAL, A. I. G. P. Casos de dengue e coleta de lixo urbano: um estudo na Cidade do Recife, Brasil. *Ciência & Saúde*

Coletiva, v. 24, n. 3, p 1075-1082, 2019. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018243.10702017>

STRAGIER, M. G. *Mechanized residential solid waste collection*. Scottsdale: Scottdales Department of Public Works, 1974. 184 p.

TIERNO, R. *Diagnóstico e sistematização de estratégias para a gestão de resíduos sólidos domiciliares aplicáveis a políticas de planejamento urbano*. 2017. 207 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

UN-HABITAT – UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. *Collection of municipal solid waste in Developing Countries*. Nairobi: UN-HABITAT, 2010. 200 p. Disponível em: https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/02/2010_collection-msw-developing-countries_un-habitat.pdf Acesso em: 10 jun. 2021.

YILDIZ-GEYHAN, E.; YILAN-ÇİFTCI, G.; ALTUN-CİFTCIOĞLU, A.; KADIRGAN, M. A. N. Environmental analysis of different packaging waste collection systems for Istanbul – Turkey case study. *Resources, conservation and recycling*, v. 107, p. 27-37, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.11.013>

5

Crédito de logística reversa de embalagens pós-consumo: avaliação dos efeitos dos programas em cooperativas de catadores no município de São Paulo - SP

Jackeline Maria Alves Perônico
Ednilson Viana

INTRODUÇÃO

O ano de 2010 representa um marco para a gestão de resíduos sólidos (RS) no Brasil. Nesse ano, em 2 de agosto, a Lei Federal nº 12.305 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), regulamentada logo depois, em 23 de dezembro, pelo Decreto nº 7.404 (Brasil, 2010a, 2010b). No conjunto de instrumentos regulatórios, destaca-se o que integra os catadores de materiais recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a logística reversa (LR). O sistema de coleta seletiva de RS passa a priorizar a participação de cooperativas ou outra forma de associação de catadores de materiais recicláveis. Para essa parceria na LR, definem-se três instrumentos: o acordo setorial (AS), a regulamentação expedida pelo poder público ou termos de compromisso.

A PNRS define a LR como um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição de RS ao setor empresarial, seja para

reaproveitamento no ciclo produtivo ou outra destinação final ambientalmente adequada (Ipea, 2010). E enuncia os acordos setoriais (ASs) como uma espécie de contrato entre poder público e fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, com o objetivo de compartilhar a responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos (Ipea, 2010). Já os termos de compromisso não são explicitados em norma, mas referidos como possibilidade na inexistência de AS para o produto ou no caso de haver a necessidade de estabelecimento de compromissos mais rígidos, devendo ser homologados pelo órgão ambiental competente (Cetesb, [2021?]).

Em 2015, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) firma com empresas, em âmbito nacional, o Acordo Setorial de Embalagens em Geral. O objetivo é implementar o sistema de logística reversa (SLR) para embalagens pós-consumo, que são objeto de estudo desta pesquisa. Tais embalagens são aquelas contidas na fração seca dos RS (papel, plástico, metal e vidro). O documento firmado prevê a parceria com as cooperativas de catadores e, como meta, a redução “de no mínimo 22% das embalagens dispostas em aterro, até 2018, o que corresponde ao acréscimo da taxa de recuperação da fração seca em 20%”.

No contexto das discussões para viabilizar as ações acordadas, surge uma proposta de criação de um mercado de créditos de logística reversa (CLR), para servir de remuneração às cooperativas e associações de catadores pelo serviço prestado às grandes geradoras de RS, obrigadas a operar a LR dos produtos que colocam no mercado (MNCR, 2014). Para abastecer esse mercado surgem os programas de CLR, que realizam a gestão e comunicação entre as empresas do setor produtivo e as organizações de catadores para estabelecer a negociação dos CLR.

Conhecido como CLR, essa ferramenta compreende a comercialização de créditos que são oriundos de notas fiscais de venda de resíduo reciclável. O processo se estabelece da seguinte forma: as organizações de catadores ou outro segmento que realiza a mesma atividade, comercializam os resíduos recicláveis para os intermediários da cadeia e/ou recicladores com nota fiscal de venda. Cada tonelada de resíduo reciclável registrada na nota fiscal corresponde a uma unidade de CLR. As organizações de catadores negociam os CLR dessa nota fiscal diretamente com empresas ou por meio de programas. As empresas utilizam os créditos adquiridos através das notas fiscais de venda para cumprir as suas responsabilidades legais, comprovando a compensação ambiental das embalagens que foram disponibilizadas no mercado e precisam ser recuperadas. Como contrapartida, investimentos são realizados nas organizações de catadores.

Atualmente não há regulamentação em legislação federal para a compensação ambiental prevista por meio desses créditos, tendo as notas fiscais de venda como principal comprovação. Em consequência, verifica-se indisponibilidade de informações sobre os processos de comercialização dos créditos e falta de transparéncia nas negociações. Daí a importância de verificar se o mecanismo está cumprindo com os objetivos determinados em lei e remunerando adequadamente e dignamente os catadores de materiais recicláveis pelo serviço ambiental prestado.

Assim reconhecidos os propósitos deste estudo e iniciadas as providências para concretizá-lo, inesperadamente, em fevereiro de 2020 se deu o primeiro caso da doença de Covid-19 no Brasil e que em 11 de março de 2020, foi caracterizada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma pandemia. Ela impactou diretamente a economia e os sistemas de saúde mundiais causando perdas materiais e humanas ainda incalculáveis. Diante do contexto inédito, fez-se necessário investigar também os impactos decorrentes da pandemia de Covid-19 nas referidas cooperativas de catadores.

Esta pesquisa se justifica diante da necessidade de obter mais conhecimento sobre os efeitos socioeconômicos dos programas de CLR de embalagens pós-consumo em cooperativas de catadores de materiais recicláveis no município de São Paulo, com base nos dados coletados por meio de entrevista em 10 cooperativas de catadores previamente selecionadas.

REVISÃO DE LITERATURA

Cooperativas de catadores de materiais recicláveis e resíduos sólidos

A PNRS ressalta a importância da inclusão social dos catadores de materiais recicláveis no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Tal participação é de fundamental importância, mesmo que na maioria dos casos está esteja sendo realizada em condições precárias de trabalho, de forma autônoma e dispersa nas ruas e em lixões, ou coletivamente por meio das organizações de cooperativa e associações (Pinhel, 2013).

A estimativa do Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR) é que existam cerca de 800 mil catadores em atividade no país. Os catadores são responsáveis pela coleta de 90% de tudo que é reciclado hoje no Brasil (MNCR, 2021).

No Brasil, a geração de RSU entre 2010 e 2019 registrou considerável incremento, passando de 67 milhões para 79 milhões de toneladas por ano.

A quantidade de resíduos coletados cresceu em todas as regiões do país e, em uma década, passou de cerca de 59 milhões de toneladas em 2010 para 72,7 milhões de toneladas e, no mesmo período, a cobertura de coleta passou de 88% para 92%. A maior parte dos RSU coletados segue para disposição em aterros sanitários, tendo registrado um aumento de 10 milhões de toneladas em uma década, passando de 33 milhões de toneladas por ano para 43 milhões de toneladas. Por outro lado, a quantidade de resíduos que segue para lixões e aterros controlados também cresceu, passando de 25 milhões de toneladas por ano para pouco mais de 29 milhões de toneladas por ano (Abrelpe, 2020).

A coleta seletiva realizada pelas prefeituras em conjunto com os catedores tornou-se uma política pública em 2007 por meio da Lei Federal nº 11.445/2007 que estabeleceu a Política Nacional de Saneamento (Brasil, 2007).

Acordo setorial (AS)

A construção do AS de embalagens deu-se a partir da iniciativa do poder público em 2012, ao lançar o Edital de Chamamento nº 02/2012, convocando os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a apresentarem uma proposta formal de modelo de LR para o setor que atendesse aos requisitos estabelecidos pela lei (Yoshida, 2012).

O AS de embalagens é formado por 22 entidades de classe que representam os fabricantes de embalagens, usuários, distribuidores e comerciantes, apresentou uma proposta para a implementação do sistema de logística reversa para embalagens de produtos não perigosos pós-consumo ao MMA, em dezembro de 2012 (MMA, 2012).

O Decreto Presidencial nº 9.177, assinado em 23 de outubro de 2017, estabelece normas para garantir a isonomia na fiscalização e no cumprimento das obrigações relacionadas à LR de embalagens em geral, o que quer dizer que, todas as empresas, fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos embalados, mesmo não sendo signatárias de acordos setoriais ou termos de compromisso têm que cumprir a meta de reciclar no mínimo 22% das embalagens que disponibilizam no mercado (Brasil, 2017).

As metas estabelecidas nos AS para a recuperação do material, são parâmetros utilizados pelos programas de CLR.

Logística Reversa (LR) e Créditos de logística reversa (CLR)

Para um melhor entendimento, é necessário diferenciar os termos LR de CLR. O primeiro consiste basicamente na operacionalização do pro-

cesso que inclui transporte, coleta, triagem e destinação ambientalmente adequada de RS. O segundo se refere a uma ferramenta de comercialização de créditos com a finalidade de compensação ambiental, estabelecendo-se da seguinte forma: as organizações de catadores ou empresa privada que realiza a mesma atividade comercializa os resíduos recicláveis para os intermediários da cadeia ou recicladores; nas notas fiscais emitidas nessas operações, cada tonelada de resíduo corresponde a uma unidade de CLR; as empresas do setor produtivo compram diretamente das organizações de catadores essas unidades de crédito ou elas são comercializadas via programas de CLR; os créditos adquiridos pelas empresas ou programas são utilizados para realizar a compensação ambiental e comprovar a recuperação dos resíduos disponibilizados no mercado; o pagamento referente a negociação desses créditos retornam às organizações de catadores como investimento.

O CLR é um mecanismo que auxilia as empresas do setor produtivo a cumprir com suas responsabilidades legais, realizando a compensação e comprovação da recuperação de uma parte dos resíduos disponibilizados por elas no mercado. As empresas do setor produtivo podem realizar a aquisição dos CLR diretamente com as organizações de catadores, ou via programas que realizam a gestão dos projetos de LR.

O seu surgimento é datado em 2013 por iniciativa da Bolsa Verde do Rio de Janeiro (BVRio), uma associação sem fins lucrativos com o objetivo de promover o uso de mecanismos de mercado para facilitar o cumprimento de leis ambientais e apoiar a economia verde e de baixo carbono. Nessa época, o CLR se baseava na remuneração unicamente de cooperativas de material reciclado, eram lastreados por meio notas fiscais das vendas de resíduos recicláveis das cooperativas a recicadoras de material reciclado, gerando assim um certificado que comprovava LR determinada quantidade e tipo de resíduos (Silva, 2021).

Segundo a BVRio (2013):

A venda de CLR não impede que os catadores possam vender o material físico para reciclagem, do ponto de vista ambiental, o valor adicional gerado pela venda de créditos torna vantajoso aos catadores coletar mesmo os RS que tenham baixo valor de venda como matéria-prima, ampliando a gama de produtos coletados.

Em 2014, o MNCR publicou uma nota sobre a associação BVRio e o CLR comunicando o rompimento da parceria, com a seguinte avaliação:

A BVRIO transformou a proposta inicial em um negócio particular, que reproduz uma ideia de concorrência entre as cooperativas e associações

e que não contribui para fortalecer a organização coletiva dos catadores de materiais recicláveis, o que é condição primordial para que se avance na organização e na melhora das condições de vida e de trabalho da categoria (MNCR, 2014).

METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa exploratória, isto é, um tipo de estudo desenvolvido com o objetivo de proporcionar visão geral e aproximativa acerca de determinado fato.

O presente estudo também pode ser classificado, segundo sua abordagem, como quantitativa e qualitativa. Esse tipo de pesquisa busca uma precisão dos resultados, a fim de evitar equívocos na análise e interpretação dos dados, gerando maior segurança em relação às inferências obtidas.

Com as características mencionadas, o desenvolvimento desta pesquisa compreendeu as seguintes etapas: revisão de literatura, elaboração de questionário, prospecção de cooperativas com programas de CLR, seleção das cooperativas, identificação de programas de CLR no Brasil, coleta de dados por meio de entrevista e avaliação dos resultados.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (CAAE:33574319.2.000.5421).

Identificação das iniciativas de programas de CLR em operação no Brasil

Tal identificação partiu do entendimento do contexto nacional dos AS e CLR, por meio da revisão de literatura. Foi conduzida a consulta de um contrato entre o poder público (União e MMA) e fabricantes, de 2015: “Acordo Setorial para Implantação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral” (SINIR, 2020).

Na sequência, em buscas no Google Acadêmico, foram verificados programas de CLR vigentes no Brasil, utilizando-se os termos “Programas de CLR”, “Programas de CLR em Empresas” e “Iniciativas de CLR”. O número elevado de resultados alcançados, 385.000, incluíam muitas notícias sobre LR, consultorias que realizam a gestão de programas de LR e várias empresas que fazem a LR, mas não a comercialização dos créditos.

Feito um processo de exclusão e o refinamento desses resultados, selecionaram-se algumas empresas que praticam a compra e venda de CLR.

Descrição de características das cooperativas de catadores que concordaram em colaborar com a pesquisa

Em busca no Google, pelo termo “Cooperativas de catadores em São Paulo”, procedeu-se a uma primeira seleção, depois refinada com a exclusão de cooperativas localizadas fora da região metropolitana e com resultados duplicados. No site da Prefeitura de São Paulo, identificou-se uma lista com as cooperativas habilitadas e credenciadas no município. Adicionalmente, foi utilizada a página do MNCR e a rota da reciclagem, além de indicações de colegas que trabalham com gestão de resíduos, da Consultoria Egrégora Socioambiental, do Fórum para Desenvolvimento da Zona Leste e da Associação Brasileira dos Profissionais pelo Desenvolvimento Sustentável (ABRAPS).

Identificadas as cooperativas, apurou-se via contatos telefônicos quais participam ou participaram recentemente de programas de CLR e quais aceitariam fornecer informações a esta pesquisa.

A seleção das cooperativas baseou-se nos seguintes critérios:

- Ser sediada no município de São Paulo;
- Participar ou ter participado de programa de CLR de embalagens pós-consumo;
- Aceitar participar da pesquisa.

Avaliação dos efeitos socioeconômicos decorrentes da implementação de programas de LR para as cooperativas de catadores

Para a avaliação dos efeitos foi elaborado um questionário e seu conteúdo continha perguntas em tópicos referente aos dados gerais da cooperativa, processo de parceria, remuneração/produção, segurança do trabalho, saúde, qualificação, formalização/legalização, aspectos gerais e impactos da pandemia de Covid-19. O questionário foi aplicado nas cooperativas.

No processo de identificação das cooperativas os contatos foram levantados e foi realizada uma primeira conversa, onde foi exposto o motivo da ligação para as lideranças de cada cooperativa e, após confirmar se a cooperativa fazia parte de programas de CLR, foi perguntado do interesse de participar da pesquisa. Para as cooperativas que aceitaram foi agendada uma outra chamada telefônica para a realização da entrevista. O primeiro contato aconteceu em fevereiro de 2021. E, um segundo contato via telefone foi realizado de acordo com o agendamento prévio para realizar a coleta de dados, através de entrevista com aplicação de questionário em março de 2021.

Tratamento dos dados

Os dados coletados foram organizados e processados no *software* Excel. A análise descritiva dos dados foi realizada incluindo frequências e médias e alguns gráficos representativos foram construídos. As cooperativas foram categorizadas como: conveniadas e não conveniadas com a prefeitura.

Limitações da pesquisa

Dentre os aspectos limitantes ao desenvolvimento desta pesquisa, o principal foi tão inesperado quanto abrangente. A pandemia de Covid-19, reconhecida entre nós desde fevereiro de 2020, impactou a vida pessoal, profissional, vários segmentos do mundo do trabalho, das comunicações e relações em geral. Todos tivemos de nos rearranjar diante das novas circunstâncias. A coleta de dados foi imediatamente afetada pela paralisação das cooperativas nos primeiros tempos de pandemia. As entrevistas pessoais então previstas e definidas com representantes das cooperativas tiveram de ser repensadas, alterando a metodologia do trabalho e impactando de certa forma seu próprio conteúdo. As entrevistas passaram a ser reagendadas para ser realizadas por telefone.

A alteração metodológica apresentou desafios. Exigiu, por exemplo, outro tempo de preparo na investigação, a começar por nova solicitação via plataforma Brasil para autorização da pesquisa via telefone.

Houve a percepção de certa desconfiança por parte das cooperativas em fornecer os dados requisitados de forma não pessoal.

Por fim, cabe mencionar que o tema referente a comercialização de CLR não é muito abordado na literatura científica e as informações disponíveis são insuficientes para o desenvolvimento da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Identificação dos programas de CLR

No levantamento foram identificados 11 programas que compram e vendem CLR, são eles: BvRio, EuReciclo, Polen, Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC), PRO-LATA Reciclagem, Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE), Glass Is Good, Associação Nacional dos Catadores (ANCAT), Avante Recicla (Danone), Associação Brasileira da Indústria de Produtos

para Animais de Estimação (ABINPET) e Pragma. Dentre todas as iniciativas levantadas, cinco foram citadas nas entrevistas com as cooperativas, três através da pesquisa do Google e outras três através de indicações de colegas da área ambiental.

Os programas citados acima não fizeram parte das entrevistas. Não houve, de início, previsão de realizar entrevistas com representantes dos programas, necessidade que se verificou no decorrer deste estudo pela indisponibilidade de informações referentes aos mesmos.

Descrição das características das cooperativas

No levantamento foram identificadas 33 cooperativas de catadores de materiais recicláveis, onde 25 cooperativas são conveniadas com a prefeitura da cidade de São Paulo e oito cooperativas não possuem convênio. Dentre as cooperativas que conseguimos realizar contato, 15 afirmaram participar de programas de CLR, seis informaram não participar de programas de CLR e duas informaram ter encerrado a parceria com o programa recentemente. Não conseguimos contato via telefone com 10 cooperativas.

Dentre as 15 cooperativas participantes de programas de CLR, oito aceitaram participar da pesquisa e sete preferiram não participar. Duas cooperativas que encerraram a parceria com os programas recentemente aceitaram participar. Com isso, 10 cooperativas aceitaram participar da pesquisa.

Das 10 cooperativas selecionadas para participar da pesquisa, metade possuem convênio com a Prefeitura de São Paulo e a outra metade não.

Metade das cooperativas selecionadas está localizada na zona oeste, 30% estão na zona leste e 20% no centro.

Coleta de dados (entrevistas)

Processo de parceria

De todas as cooperativas entrevistadas, 40% adotaram o programa ABIHPEC e 30% adotaram o programa da ANCET. Os 30% restantes estão divididos igualmente entre os programas da PROLATA, Abiove e Glass is Good.

O programa da ABIHPEC está inserido em cooperativas conveniadas e não conveniadas com a prefeitura (50% em cooperativas conveniadas com a prefeitura e 50% em cooperativas não conveniadas). A ANCET está inserida em cooperativas não conveniadas com a prefeitura. Os programas

da PROLATA, Abiove e Glass is Good estão todos inseridos em cooperativas conveniadas com a prefeitura.

Programas como a ABIHPEC e ANCAT estão inseridos em um número maior de cooperativas pelo fato de comercializar os CLR de variados tipos de resíduos, possuir grandes empresas nos projetos de LR e por abranger uma maior cobertura em nível nacional. Já programas como a Glass is Good, Abiove e PROLATA possuem restrição na comercialização dos CLR, pois trabalham somente com um tipo de resíduo. O programa da Glass is Good trabalha somente com resíduo de vidro, PROLATA com metal e Abiove com óleo vegetal.

A remuneração dos programas que trabalham somente com um tipo de resíduo é praticada de forma diferente e muitas vezes até menor do que a média praticada pelos programas que trabalham com vários tipos de resíduos. Com exceção da Abiove que paga R\$ 180,00 por tonelada.

Em 80% das cooperativas entrevistadas a média da meta mensal exigida pelos programas é de 100 toneladas de resíduo comercializado com nota fiscal de venda. Não há meta estabelecida em 20% das cooperativas entrevistadas, os programas recebem os CLR de todas as notas fiscais de venda independente da quantidade de toneladas de resíduos comercializadas.

O estabelecimento de metas pode ter pontos positivos e negativos. Por um lado, exigir meta mensal pode garantir um ganho padronizado e um rendimento estabelecido, por outro, pode excluir as cooperativas que mais precisam de investimentos.

A média mensal de remuneração por cooperado de todas as cooperativas estudadas antes da inserção dos programas era de R\$ 962,00 e após a inserção dos programas foi de R\$ 1.423,00 (aumento de 48%). Em 60% das cooperativas entrevistadas houve aumento da remuneração e, nos outros 40% a remuneração se manteve. Dentre as cooperativas que tiveram aumento na remuneração, metade delas (três cooperativas) associou o aumento da remuneração à elevação do preço de venda dos resíduos recicláveis praticado durante a pandemia, sendo que uma delas também associou o aumento da remuneração à aquisição de equipamentos fornecidos pelo programa. Durante a pandemia, as indústrias recicladoras aumentaram significativamente o preço de compra dos resíduos recicláveis devido à escassez destes no mercado. Portanto, o fato da cooperativa ser integrante de programa de CLR não tem, necessariamente, um efeito direto sobre o aumento da remuneração.

Foi verificado que, em todas as cooperativas conveniadas, a média de remuneração mensal por cooperado antes da inserção dos programas era de R\$ 1.020,00 e, após a inserção dos programas, passou para R\$ 1.469,00

(aumento de 44%). Já nas cooperativas não conveniadas, a média de remuneração mensal por cooperado antes da inserção dos programas era de R\$ 904,00 e passou para R\$ 1.378,00 (aumento de 52%) depois da inserção dos programas.

De modo geral, com a chegada da pandemia de Covid-19, as cooperativas conveniadas com a prefeitura ficaram mais tempo em paralisação em relação as cooperativas não conveniadas. O aumento da remuneração pode ter sido influenciado também pelo recebimento de auxílio financeiro, que se deu em 83% das cooperativas que tiveram aumento de remuneração.

Todas as cooperativas têm a venda de materiais como fonte de renda. Somente 10% das cooperativas, além de ter como fonte de renda a venda de materiais, recebem remuneração pela prestação de serviço de coleta seletiva. Portanto, não há remuneração em 90% das cooperativas entrevistadas, referente a prestação de serviço de coleta seletiva que inclui: transporte, coleta, triagem e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos.

Apesar de ser lei municipal de São Paulo desde 2002, somente 10% das cooperativas informaram ser remuneradas pela prestação de serviço referente a coleta seletiva.

De acordo com o artigo 141 da Lei 13.478, de 2002, todos os Grandes Geradores de Resíduos Sólidos, ou seja, estabelecimentos comerciais que geram mais de 200 litros de resíduos por dia, deverão contratar uma empresa responsável para a execução dos serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos gerados, mantendo via original do contrato à disposição da fiscalização (PMSP, 2021).

O AS para implantação do Sistema de Logística Reversa para Embalagens em Geral, firmado entre o poder público e fabricantes no ano de 2015, menciona em sua cláusula terceira a parceria das cooperativas de catadores de materiais recicláveis no processo de operacionalização do SLR:

A operacionalização do Sistema de Logística Reversa previsto neste Acordo Setorial se dará mediante a implementação e o fomento de ações, investimentos, suporte técnico e institucional pelas empresas no âmbito da responsabilidade compartilhada pelas embalagens contidas na fração seca dos resíduos sólidos urbanos ou equiparáveis, prioritariamente em parceria com Cooperativas (Coalizão de Embalagens, 2015, p. 8).

Levando em consideração, que o AS foi firmado após a Lei Municipal de São Paulo nº 13.478 de 2002 (PMSP, 2002) e após ser sancionada a Lei Federal nº 12.305 de 2010, que institui a PNRS (Brasil, 2010a) e seu regula-

mento, Decreto 7.404 de 23 de dezembro de 2010 (Brasil, 2010b), o próprio acordo poderia prever o Pagamento por Serviço Ambiental (PSA) para as cooperativas, mas ao invés disso o AC prevê o fomento de ações, investimentos, suporte técnico e institucional como contrapartida.

Dentre as deficiências indicadas no Acordo Setorial de Embalagens estão a falta de definição dos limites da responsabilidade compartilhada, a ausência de interação com a coleta seletiva e a não garantia de renda aos catadores (Martini, 2018). Ou seja, os principais documentos que definem a obrigatoriedade da integração das cooperativas de catadores de materiais recicláveis ao SLR não prevêem o PSA das mesmas.

As cooperativas conveniadas informaram coletar/receber resíduos de condomínios residenciais e/ou empresariais. As cooperativas não conveniadas com a prefeitura informaram coletar/receber os resíduos de empresas, shoppings, órgãos públicos, supermercados, parques, condomínios residenciais e empresariais. Estes que são grandes geradores, em sua maioria.

O tipo de remuneração praticado em 90% das cooperativas é por hora trabalhada, ou seja, pela produção de cada catador.

Após a inserção dos programas de CLR, a quantidade dos resíduos recicláveis comercializados mensalmente pelas 10 cooperativas entrevistadas se manteve em 20% dos casos, diminuiu em 40% e aumentou somente em 40% das cooperativas.

Em 40% das cooperativas onde a quantidade de resíduos comercializados diminuiu após a inserção do programa, foi informado por 50% dessas que o motivo da diminuição dos resíduos foi a pandemia do Covid-19. Dentre as cooperativas que houve diminuição dos resíduos, 50% são cooperativas conveniadas com a prefeitura e após o início da pandemia de Covid-19, a Autoridade Municipal de Limpeza Urbana (AMLURB) paralisou a coleta seletiva municipal por alguns meses e as cooperativas encerraram as atividades temporariamente, e os outros 50% são cooperativas não conveniadas que continuaram funcionando normalmente, mas o *lockdown* atrapalhou a coleta em grandes geradores.

Pode ser que o aumento de RSU gerado nas residências e condomínios residenciais durante o *lockdown* pode ter influenciado o aumento dos resíduos comercializados nas cooperativas durante a pandemia, conforme mostra o estudo realizado pela Prefeitura da Cidade de São Paulo (PMSP, 2021):

Os resíduos provenientes do serviço de coleta seletiva do município apresentaram um crescimento de 12% durante o primeiro ano de quarentena na cidade, quando foram coletadas cerca de 92.6 mil toneladas de reci-

cláveis, contra 82.4 mil toneladas no período anterior – um aumento de 10,1 mil toneladas. Ao analisar apenas o ano de 2020, o município registrou um crescimento histórico nos números de coleta seletiva. De janeiro a dezembro do último ano, foram coletadas 94.4 mil toneladas de resíduos secos passíveis de reciclagem – um aumento de 17,4%, comparado ao mesmo período de 2019.

Em 30% das cooperativas entrevistadas, foi informado que a remuneração por parte dos programas é realizada somente através da aquisição de equipamentos para a produção e em contrapartida receber os CLR das notas fiscais de venda dos resíduos comercializados mensalmente, pois a nota fiscal é o principal mecanismo para comprovar a quantidade de resíduo versus investimento para realizar a compensação ambiental.

Em 10% das cooperativas entrevistadas, foi informado que a remuneração por parte dos programas é realizada através da aquisição de equipamentos e aluguel do galpão.

As cooperativas (30%) que não receberam como investimento a aquisição de equipamentos, informaram variadas formas de remuneração como contrapartida, dentre elas: manutenção de equipamentos, fornecimento de equipamento de proteção individual (EPI), aluguel do caminhão utilizado para realizar as coletas dos resíduos recicláveis e pagamento dos laudos técnicos (PPRA/PCMSO) que são emitidos anualmente.

Dentre todas as cooperativas entrevistadas, apenas 10% (uma cooperativa) informou receber o valor integral em dinheiro, pois está em outra fase do programa, onde a fase posterior foi referente a estruturação da cooperativa (aquisição de equipamentos). O programa da ABIHPEC foi o único verificado com previsão de pagamento integral em dinheiro, em fases posteriores após os investimentos com estruturação operacional da cooperativa.

Não foi informado a forma de remuneração por parte dos programas em 20% das cooperativas entrevistadas.

Apenas 50% das cooperativas entrevistadas informaram o valor pago pelos programas por unidade de CLR. A compra dos créditos se dá pela quantidade de toneladas de resíduos comercializados mensalmente com notas fiscais de venda pelas cooperativas, onde cada tonelada de resíduo equivale a um CLR. A média do valor pago pelos programas por CLR em 50% das cooperativas foi de R\$ 101,00 reais.

Não foi verificada literatura específica para referenciar a média de comercialização praticada para a compra e venda de CLR. Cada programa define o valor a ser pago por tonelada de resíduo comercializado/CLR de acordo com a classificação das cooperativas e esse valor é negociado di-

ferentemente com cada uma delas. Para efeito comparativo, utilizou-se a pesquisa da Ciclosoft do ano de 2020 (Ciclosoft, 2020) e com base em dados fornecidos por 110 municípios brasileiros, foi possível estimar que o custo médio por tonelada de coleta seletiva dos materiais recicláveis foi de R\$ 313,17 e a média de comercialização referente a oito tipos de resíduos recicláveis em 549 organizações de catadores de materiais recicláveis em 24 unidades federativas foi de R\$ 1.060,00 por tonelada. Com isso, verifica-se que o valor pago por tonelada de resíduo/CLR é baixo, visto que o valor pago por tonelada para realizar somente a coleta seletiva é de R\$ 313,17.

Um outro exemplo desta defasagem pode ser verificado no programa de LR da Boticário, onde o valor pago a sete anos atrás era de R\$ 100,00 por unidade de CLR (Salles, 2014), o mesmo valor da média que é praticada atualmente para as cooperativas estudadas. Portanto, os preços praticados na comercialização dos CLR atualmente, não sofrem reajustes desde o surgimento das primeiras negociações.

Condições de trabalho e segurança

Todas as cooperativas, dentre as conveniadas e não conveniadas, informaram utilizar os EPI necessários nas atividades operacionais.

Em 80% das cooperativas, foi informado que os programas de CLR possibilitaram melhores condições de uso e/ou forneceram EPI para as atividades operacionais e 20% informaram não receber apoio ou fornecimento referente aos EPI e esses 20% são cooperativas não conveniadas com a prefeitura.

Em 60% das cooperativas entrevistadas os programas de CLR ofereceram treinamento referente à segurança do trabalho. Todas as cooperativas conveniadas (50%), receberam treinamento referente a segurança do trabalho. Os outros 40% que não receberam treinamento de segurança do trabalho, são todas cooperativas não conveniadas com a prefeitura.

O cálculo da produtividade individual (de cada cooperado) é realizado em 60% das cooperativas entrevistadas e o cálculo da produtividade geral (de todos os cooperados) é realizado em 10% das cooperativas entrevistadas. Os outros 30% não calculam a produtividade dos cooperados. Com isso, o cálculo da produtividade é praticado em 70% das cooperativas entrevistadas.

Dentre todas as cooperativas entrevistadas, 80% informaram que a produtividade aumentou, 10% informaram que a produtividade diminuiu e os outros 10% informaram que a produtividade se manteve. Vários fatores são relacionados a produtividade das cooperativas, dentre eles, o nú-

mero de cooperados (se houve desligamento ou não de cooperados), grau de impureza dos resíduos (alguns materiais precisam de uma triagem mais fina para retirada de outros resíduos como fita, adesivo, rótulos etc.) e o tipo e quantidade dos resíduos (cada resíduo tem sua particularidade, mais leves ou mais pesados e pode precisar de uma triagem diferenciada).

Foi verificado que em 80% das cooperativas entrevistadas a produtividade aumentou, mas somente em 60% das cooperativas entrevistadas houve aumento de remuneração e somente em 40% das cooperativas entrevistadas houve aumento na quantidade de resíduos recicláveis comercializados. Portanto, em parte das cooperativas, o aumento da produtividade não exerceu efeito sobre a remuneração nem sobre a quantidade de resíduos recicláveis comercializados mensalmente. Isto pode estar associado a qualidade ou ao tipo do resíduo coletado/recebido pelas cooperativas.

A falta de conscientização ambiental, em relação à separação correta do resíduo reciclável na fonte, pode influenciar negativamente o trabalho dos catadores. Sem a conscientização ambiental, o resíduo reciclável advindo da coleta seletiva municipal ou de coleta própria pode chegar nas cooperativas com um alto índice de contaminação, o que inviabiliza parte da reciclagem e, consequentemente, reduz a porcentagem de resíduos comercializados em relação à quantidade total de resíduos processados. Ou seja, a qualidade do resíduo processado tem influência direta na renda do catador. Portanto, para que o aumento da produtividade proporcionado pela aquisição de maquinários provenientes dos programas de CLR se converta efetivamente em aumento de comercialização e, consequentemente, em aumento de remuneração para os catadores, é imprescindível que os próprios programas de CLR desenvolvam junto ao poder público políticas de conscientização ambiental que orientem a população em geral e empresas para assim reduzir ao máximo o grau de contaminação dos resíduos a serem processados nas cooperativas.

Saúde

Em 80% das cooperativas entrevistadas, os cooperados não possuem plano de saúde como benefício. Desses 80%, nenhuma cooperativa recebeu investimento referente a plano de saúde por parte dos programas de CLR. Os outros 20% afirmaram possuir plano de saúde e/ou plano odontológico e terem recebido incentivo por parte dos programas de CLR. Esses 20% são cooperativas conveniadas com a prefeitura.

Em 90% das cooperativas entrevistadas, há um acompanhamento e solicitação das carteiras de vacinação dos cooperados por parte das coope-

rativas. E, por parte dos programas de CLR, houve acompanhamento e/ou solicitação das carteiras de vacinação dos cooperados em 20% das cooperativas entrevistadas.

Os laudos técnicos de saúde ocupacional (PPRA e PCMSO) são emitidos anualmente por 70% das cooperativas entrevistadas. Todas as cooperativas conveniadas com a prefeitura emitem anualmente os laudos técnicos de saúde ocupacional e os outros 30% que não emitem os laudos são todas cooperativas não conveniadas com a prefeitura. Os programas de CLR incentivaram a emissão desses laudos em 40% das cooperativas entrevistadas, não incentivou em 50% das cooperativas e 10% das cooperativas não responderam sobre essa pergunta.

Todas as cooperativas que receberam o incentivo para a emissão dos laudos são conveniadas com a prefeitura. Dentre as cooperativas não conveniadas com a prefeitura, 80% não receberam incentivo por parte dos programas para a emissão dos laudos. Menos da metade das cooperativas entrevistadas receberam investimentos para a emissão dos laudos técnicos de saúde ocupacional.

De todas as cooperativas entrevistadas, 80% contribuem financeiramente com a previdência social dos cooperados e 25% destas informaram que paralisou a contribuição com o início da pandemia. Os 20% que não contribuem com a previdência social dos cooperados, são cooperativas não conveniadas com a prefeitura. Todas as cooperativas conveniadas com a prefeitura contribuíram com a previdência social dos cooperados.

Os programas de CLR não contribuíram com a previdência social dos cooperados em 70% das cooperativas entrevistadas. Os programas contribuíram financeiramente para a previdência social dos cooperados em 10% das cooperativas, mas somente no primeiro ano da pandemia de Covid-19. Não houve respostas sobre essa pergunta em 20% das cooperativas entrevistadas.

Qualificação

Dentre todas as cooperativas estudadas, 90% informaram realizar treinamentos e cursos periodicamente para os próprios cooperados.

Os programas de CLR não realizaram e não financiaram cursos profissionalizantes para os cooperados em 70% das cooperativas entrevistadas.

De acordo com o relatório técnico “entre fases” do Acordo Setorial de Embalagens em Geral, entre os anos de 2018 e 2019, 50% do total das cooperativas entrevistadas nesta pesquisa, receberam capacitações opera-

cionais e institucionais dentre as ações realizadas pela coalizão de embalagens (SINIR, 2019).

Formalização/Legalização

Metade das cooperativas entrevistadas são conveniadas da prefeitura, ou seja, recebem resíduo oriundo da coleta seletiva municipal e os outros 50% que não possuem convênio com a prefeitura realizam a própria coleta. Todas as cooperativas realizam a sua própria coleta ou recebem os resíduos de empresas ou pessoas, além das cooperativas conveniadas receberem os resíduos da coleta seletiva municipal.

Dentre todas as cooperativas entrevistadas, 50% delas possuem as licenças necessárias para operar, 30% não possuem as licenças e 20% possuem parte das licenças, ou seja, ainda não estão totalmente formalizadas. Todas as cooperativas que não possuem as licenças e todas que possuem parte das licenças, não são conveniadas com a prefeitura. Metade das cooperativas entrevistas são formalizadas e 100% delas são conveniadas com a prefeitura.

Somente em 10% das cooperativas, os programas de CLR exigiram as licenças básicas para realizar a parceria, ou seja, em 90% das cooperativas entrevistadas não foi preciso ter licença para fazer parte do programa.

Não houve suporte por parte dos programas para auxiliar a emissão das licenças necessárias para a operação em 70% das cooperativas entrevistadas. Entretanto, para todas as cooperativas que não possuem as licenças foi indiferente o efeito sobre o processo de normatização após a inserção dos programas, pois as cooperativas permaneceram na mesma situação de informais.

Impactos da pandemia de Covid-19 no trabalho das cooperativas

Após o início da pandemia de Covid-19, 80% das cooperativas entrevistadas encerraram as atividades a partir de março de 2020 e os outros 20% continuaram com as atividades normalmente. A média da paralisação das atividades nas cooperativas foi de 7,3 meses no ano de 2020.

Dentre as cooperativas que não realizaram a paralisação das atividades no início da pandemia de Covid-19, uma delas informou ficaram quatro dias sem atividades e retornaram somente com os cooperados que não se enquadravam no grupo de risco, pois tinham metas a cumprir.

Todas as cooperativas conveniadas com a prefeitura aderiram a paralisação. Todas as cooperativas que não aderiram a paralisação não são conveniadas com a prefeitura.

As cooperativas habilitadas na prefeitura que integram o programa socioambiental de coleta seletiva de resíduos recicláveis da cidade de São Paulo, receberam um comunicado da AMLURB solicitando a paralisação das atividades até o período que perdurasse a fase emergencial da pandemia de Covid-19. O comunicado em razão da fase emergencial, do Plano São Paulo, instituído pelo Decreto Estadual nº 64.994/2020, informa que o não cumprimento das medidas cabíveis incidirá em responsabilização da cooperativa pela não execução de ações necessárias à contenção da pandemia de Covid-19. Portanto, as cooperativas conveniadas com a prefeitura foram obrigadas a paralisar as atividades.

Durante a pandemia de Covid-19, todas as cooperativas informaram receber ajuda. Foram citados os seguintes tipos de ajuda: cesta básica, produtos de higiene/limpeza, auxílio financeiro e emergencial, EPI e quitação de dívidas.

Foram citados os seguintes doadores: Prefeitura, Braskem, Pimp my carroça, Nestlé, Instituto Muda, Boomera, empresas, pessoas físicas, escolas, Posto de saúde, Governo do estado, Movimento Nacional dos Catadores, Rede Cata Sampa, Fórum Egrégora, Comitê da Cidade, Coopercaps, Boticário, FIA, Natura, Triciclo, HP, Nespresso e os programas de créditos de LR: ABIHPEC, PROLATA e ANCAT.

Foi verificado que 80% das cooperativas entrevistadas receberam auxílio financeiro. Foi citado em 20% das cooperativas entrevistadas que o programa da ANCAT realizou auxílio financeiro durante quatro meses e a prefeitura também realizou auxílio financeiro durante cinco meses no primeiro ano da pandemia de Covid-19.

O MNCR iniciou uma Campanha de Solidariedade aos Catadores do Brasil, em parceria com a ANCAT, visando a arrecadação de verba para o Fundo Solidário. Essa verba foi destinada a um cartão vale-alimentação no valor de R\$ 200,00, que foi então repassado ao catador de materiais recicláveis. Essas e algumas outras iniciativas surgiram como apoio aos trabalhadores desta categoria, priorizando os que não contaram com auxílio nenhum.

Em 10% das cooperativas entrevistadas foi informado receber auxílio somente da prefeitura durante quatro meses e outros 10% informou receber auxílio financeiro durante quatro meses sem citar a fonte.

A Prefeitura de São Paulo apoiou 900 famílias de cooperados das 25 cooperativas do programa socioambiental de coleta seletiva de São Paulo que deverão receber durante três meses R\$ 1.200,00 por mês. Outros 1.400 catadores autônomos que atuam no projeto municipal Reciclar para Capa-

citar também receberam R\$ 1.200,00 mensais, 50% pela Prefeitura e 50% pelo Governo Federal (ABES, 2020).

A média mensal de remuneração por cooperado de todas as cooperativas estudadas antes da pandemia era de R\$ 1.120,00, e após a pandemia foi de R\$ 1.490,00 (aumento de 33%). Após o início da pandemia de Covid-19 a remuneração aumentou em 60% das cooperativas entrevistadas, a remuneração diminuiu em 20% e se manteve em 20%.

Para todas as cooperativas conveniadas, a média mensal de remuneração por cooperado antes da pandemia era de R\$ 1.110,00 e após a pandemia era de R\$ 1.669,00 (aumento de 50%). Já a média da remuneração por cooperado de todas as cooperativas não conveniadas antes da pandemia era de R\$ 1.130,00 e passou para R\$ 1.310,00 (aumento de 13%) depois da pandemia. Parte das cooperativas associaram novamente o aumento da remuneração ao preço elevado de venda dos resíduos, praticados durante a pandemia, pois com a escassez de resíduo reciclável durante esse período fizeram as indústrias recicadoras aumentar significativamente o preço de compra. Isso pode indicar que a atuação dos programas de CLR pode não ter tido efeito sobre o aumento da remuneração.

Houve conhecimento de catadores contaminados em 60% das cooperativas entrevistadas, dentre estes 33% informaram ser os catadores da própria cooperativa. Dois catadores vieram a falecer. Em 40% das cooperativas não houve conhecimento de catadores contaminados.

Houve diminuição dos resíduos recicláveis recebidos e/ou coletados, após o início da pandemia de Covid-19 em 50% das cooperativas entrevistadas, ou seja, metade das cooperativas entrevistadas sofreram impacto direto na quantidade de resíduos após o início da pandemia de Covid-19. Houve aumento em 40% das cooperativas entrevistadas e 10% das cooperativas não responderam essa pergunta.

A diminuição dos resíduos pode estar relacionada com a qualidade do resíduo (resíduo reciclável contaminado que é destinado para o aterro sanitário), com o *lockdown* que afetou a coleta nos grandes geradores e com o fato de que a maioria das cooperativas que tiveram diminuição dos resíduos não são conveniadas com a prefeitura e, portanto, não recebem os resíduos oriundos da coleta seletiva municipal.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), estima-se que durante o período de emergência sanitária decorrente da pandemia de Covid-19, e por conta das medidas de quarentena, isolamento e distanciamento social adotadas, deverá ser observado um aumento relevante, de 15 a 25%, na quantidade gerada de RS domiciliares (Abrelpe, 2020).

CONCLUSÕES

A primeira e mais importante constatação desta pesquisa se refere à necessidade de os programas de CLR refletirem, de modo mais relevante, os objetivos a que se propuseram em sua atuação junto às cooperativas de catadores de materiais recicláveis. Após alguns anos de percurso, menos de uma década, verificou-se que os efeitos quanto a saúde, condições de trabalho, formalização e pagamento por serviços ambientais, deixam a desejar.

De modo geral, esta pesquisa constatou que os efeitos causados pelos programas nas cooperativas de catadores foram tímidos. No entanto, foram identificados efeitos positivos e negativos na aplicação dos programas de CLR em cooperativas de catadores de materiais recicláveis.

Constatou-se como efeito positivo o aumento de remuneração, embora esse item esteja associado também, por parte das cooperativas, à elevação dos preços de venda dos resíduos durante o segundo ano da pandemia. Houve melhorias nos processos ergonômicos, no fornecimento de EPI e nos treinamentos em segurança do trabalho.

Revelou-se como aspecto positivo o não estabelecimento de metas e a não exigência das cooperativas serem formalizadas para fazer parte dos programas de CLR.

Externalidades negativas foram identificadas em parte das cooperativas no que tange a quantidade de resíduos recicláveis comercializados mensalmente e na falta de investimento para contribuição da previdência social, oferta de planos de saúde e de cursos profissionalizantes para os cooperados.

A informalidade, contudo, foi pontualmente observada como negativa após a inserção das cooperativas nos programas, envolvendo, por exemplo, ausência de suporte técnico e/ou financeiro para emissão de laudos técnicos de saúde ocupacional e aumento de produtividade sem correspondência na remuneração e quantidade de resíduos recicláveis comercializados mensalmente e também o estabelecimento de metas.

Outra avaliação negativa diz respeito aos investimentos fornecidos pelos programas de CLR. Verificou-se que eles podem estar sendo limitados quando focados no aumento da produtividade e operacionalização das cooperativas de catadores de materiais recicláveis. O valor pago por unidade/tonelada de CLR foi também considerado muito baixo e, de fato, não sofreu reajuste desde o início da atuação dos programas de CLR.

Os dados apurados por esta pesquisa também apontaram ausência de pagamento pelo serviço ambiental prestado pelas cooperativas de catadores, remuneração que se dá por parte dos grandes geradores de RS

e pela maioria dos programas que realizam os investimentos em maquinários como contrapartida. Além desses agentes, as cooperativas deveriam ser remuneradas pelo poder público e pelos programas de comercialização de CLR. Nesse sentido, seria recomendável que os programas repensassem os investimentos referentes a contrapartidas, que hoje se assemelham a um tipo de escambo.

É preciso ressaltar também a ausência de definições e obrigações referentes aos PSA nos AS e Termo de compromisso de logística reversa (TCLR), objetivando assim somente a operacionalização das cooperativas de catadores.

Como sugestão de melhorias, propõe-se para os programas de CLR que os investimentos/remuneração ocorram por etapas. Uma primeira etapa de estruturação para investimentos em maquinários básicos para a operação e uma segunda etapa destinada ao beneficiamento e processamento dos resíduos. Sugere-se também que ocorra suporte técnico e de qualificação, além do PSA. Este pode se dar paralelamente aos investimentos ou após as fases de estruturação, como já feito pelo programa da ABIHPEC, que realiza o pagamento integral em dinheiro pelos CLR.

Uma observação importante é que as cooperativas sem convênio com a prefeitura sofrem outros impactos, como o impedimento ou dificuldade de obterem laudos técnicos de saúde ocupacional, licenças ambientais, previdência social. Por parte dos programas de CLR, a situação acarreta falta de interesse em realizar treinamentos em segurança do trabalho e fornecimento de EPI.

Cabe ainda mencionar nestas conclusões as limitações deste estudo. A primeira se refere à pandemia de Covid-19, com impacto na coleta e na análise dos dados, pois as entrevistas programadas tiveram de ser reagendadas e realizadas sem contato pessoal. Valeria como proposta de futuro trabalho, em cenário sem pandemia, associar os dados aqui apresentados com novas informações a serem obtidas com os gestores dos programas de CLR. Isso porque o tema ainda é pouco abordado na literatura científica, há escassez de dados de comercialização dos CLR e também falta de transparência nas negociações dos créditos que envolvem as plataformas e leilões.

Um agravante complementar, no mesmo sentido, é a ausência de legislação federal para regulamentar as negociações dos CLR por meio de plataformas virtuais, leilões ou outros dispositivos, que contribuíram para incrementar a discussão do assunto.

Por fim, seria ainda alternativa de futura pesquisa analisar os atuais TCLR e o AC de embalagens, para propor melhorias referentes aos paga-

mentos pelos serviços ambientais para as cooperativas de catadores de materiais recicláveis.

REFERÊNCIAS

ABES – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. *Recomendações para a gestão de resíduos em situação de pandemia por coronavírus (covid-19)*. Rio de Janeiro: ABES, 2020.

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. *Recomendação para a gestão de resíduos sólidos durante a pandemia de Coronavírus (COVID-19)*. São Paulo: Abrelpe: 2020. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/recomendacoes-para-a-gestao-de-residuos-solidos-durante-a-pandemia-de-coronavirus-covid-19/> Acesso em: 30 out. 2021.

BRASIL. *Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007*. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm . Acesso em: 10 ago. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (...). *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, 03 ago. 2010a.

BRASIL. *Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010*. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2010b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm Acesso em: 10 jul. 2021.

BRASIL. Decreto nº 9.177, de 23 de outubro de 2017. Regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial da União*, Brasília, 24 out. 2017. Seção 1, p. 1.

BVRIO – BOLSA VERDE DO RIO DE JANEIRO. *Rio de Janeiro Environmental Exchange*. Operational Report 2011-2013. Rio de Janeiro: BVRIO, 2013. 34 p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Conceitos. São Paulo: Cetesb, [2021?]. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/logisticareversa/conceitos/>. Acesso em: 10 mar. 2021.

CICLOSOFT. *Pesquisa Ciclosoft*. Resumo Executivo. 2020. Disponível em:

<https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2023/04/Pesquisa-Ciclosoft-2020.pdf> Acesso em: 02 maio 2021.

COALIZÃO DE EMBALAGENS. *Acordo setorial para implantação do sistema de logística reversa de embalagens em geral*. 2015. Disponível em: https://www.coalizaoembalagens.com.br/wp-content/uploads/2019/12/Acordo_embalagens.pdf Acesso em: 10 jul. 2021.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. *Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para Gestão de Resíduos Sólidos*. Brasília: Njobs Comunicação, 2010. 63 p. Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/index.php?option=com_content&view=article&id=8858%3A-relatorio-de-pesquisa-do-ipea-maio-2010&catid=222%3Adirur&directory=1&Itemid=1 Acesso em: 29 mar. 2020.

MARTINI, D. *Os Acordos Setoriais e PMGIRS*. Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. São Paulo: Seminário ABRAMPA, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/2Sbd9qL> Acesso em: 9 jun. 2018.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Plano Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasília: MMA, 2012. Disponível em: https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/12/plano_nacional_residuos_solidos.pdf Acesso em: 10 mar. 2021.

MNCR – MOVIMENTO NACIONAL DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS. *Nota Pública sobre a BVrio e créditos de logística reversa*. São Paulo, set. 2014. Disponível em: http://www.mncr.org.br/mais-contenido/instrumentos-juridicos/arquivos-em-pdf/nota-publica-bvrio-e-creditos-de-logistica-reversa-em-pdf-para-impressao/at_download/file Acesso em: 10 dez. 2020.

MNCR – MOVIMENTO NACIONAL DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS. *Quantos catadores existem em atividade no Brasil*. [2021]. Disponível em: <http://www.mncr.org.br/sobre-o-mncr/duvidas-frequentes/quantos-catadores-existem-em-atividade-no-brasil> Acesso em: 30 jul. 2021.

PINHEL, J. R. (Org.). *Do lixo a cidadania: guia para a formação de cooperativas de catadores de materiais de recicláveis*. São Paulo: Editora Petrópolis, 2013.

PMSP – PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. *Lei nº 13.478, de 30 de dezembro de 2002*. Dispõe sobre a organização do Sistema de Limpeza Urbana do Município de São Paulo e dá outras providências. São Paulo:

PMSP, 2002. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/arquivos/secretarias/financas/legislacao/Lei-13478-2002.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

PMSP – PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. *Resíduos de Grandes Geradores (RGG)*. [2021?]. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/spregula/residuos_solidos/cadastro_sp_regula/index.php?p=274393 Acesso em: 10 de mar. 2021.

SALLES, C. Primeiro mercado de créditos de logística reversa de embalagens do Brasil está em operação. *Jusbrasil*, Notícias, 25 de maio de 2014. Disponível em: <https://carollinasalle.jusbrasil.com.br/noticias/120463157/primeiro-mercado-de-creditos-de-logistica-reversa-de-embalagens-do-brasil-esta-em-operacao> Acesso em: 10 jul. 2021.

SILVA, J. A. R. *Créditos de Logística Reversa: Atuação e Impactos na Logística Reversa Brasileira e Cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

SINIR – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. *Relatório Técnico: Ações realizadas no Período Entre Fases - 2019*. Acordo Setorial de Embalagens em geral – PNRS. COALIZÃO EMBALAGENS, 2019. Disponível em: <https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/05/Relatorio-Entre-Fases-2018-2019-Coalizao-Embalagens.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2021.

SINIR – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. *Embalagens em geral*. 2020. Disponível em: <https://sinir.gov.br/perfis/logistica-reversa/logistica-reversa/embalagens-em-geral/> Acesso em: 10 mar. 2021.

YOSHIDA, C. Competência e as diretrizes da PNRS: Conflitos e critérios de harmonização entre as demais legislações e normas. In: JARDIM, A.; YOSHIDA, C.; MACHADO FILHO, J. V. *Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos*. Barueri: Editora Manole, 2012. p. 3-36.

6

Resíduos sólidos de usuários na rodovia: estudo de caso da BR 116/SP-PR

Rodrigo Tadeu Oliveira Ribeiro
Ednilson Viana

INTRODUÇÃO

As rodovias foram e são fundamentais para alavancar o desenvolvimento da economia. Este modal de transporte no Brasil é responsável pela mobilidade de 65% da carga e 95% dos passageiros (CNT, 2021).

A instalação de uma rodovia é realizada, muitas vezes, em áreas não antropizadas, ambiente florestal de rica biodiversidade, podendo pertencer a áreas ambientalmente significativas e protegidas pela legislação, como as Áreas de Preservação Permanente (APP) e Unidades de Conservação (UC). Após a instalação, a rodovia será um novo elemento fixo daquele ambiente (Arouca, 2018), operando por um período indefinido, mas com efeitos sobre o meio ambiente como bem lembra Silva (2019, p. 59):

Importante destacar que as rodovias criam profundas modificações no ambiente e representam uma barreira permanente para os processos de evolução natural, além de serem veículo de grande poluição em todas as suas fases.

Dentre os diversos efeitos negativos da operação de uma rodovia, encontra-se o descarte de resíduos sólidos pelos usuários. O ato dos usuários lançarem seus resíduos gerados durante a viagem pela janela é uma atitude habitual nas estradas brasileiras, mesmo que existam outras maneiras mais adequadas e de fácil acesso disponíveis, como acondicioná-los nos saquinhos de lixo no interior do veículo, ou descartar na lixeira da próxima parada da viagem. A ação do descarte irregular pelo usuário pode parecer um ato banal, porém o resíduo se acumula e não desaparece, causando problemas ambientais e de saúde pública (Queiroz, 2021; Salomão et al., 2019). Esses resíduos levam longo tempo para se decompor (Hoppen et al., 2021) e são carreados pelas intempéries obstruindo drenagens, contaminando solo, poluindo florestas, assoreando rios, intoxicando animais, transmitindo doenças (Menezes et al., 2016), podendo alcançar rios e mares a dezenas de quilômetros de distância de sua origem. “O impacto ambiental, muitas vezes, somente é inferido quando consideráveis transtornos chegam à população” (Silva, 2019, p. 22).

Além disso, o funcionamento da rodovia atrai aglomerações humanas ao seu redor, como postos de abastecimento, praças de alimentação e residências. Se esses locais não possuem saneamento básico adequado, também causam impactos ambientais, através do descarte irregular de resíduos ou da emissão de efluente sanitário sem tratamento (Bellia; Bidone, 1993).

Como o funcionamento da rodovia acontece em tempo integral, a estrada recebe poluição por meio do descarte de resíduos sólidos 24h/dia. Segundo dados da Concessionária que administra a Rodovia BR 116/SP-PR chamada de Régis Bittencourt, entre dezembro de 2019 e novembro de 2020, foram coletadas em sua faixa de domínio: 27 toneladas de papel, 30 toneladas de plástico, 24 toneladas de metal, 240 toneladas de pneus inseríveis, 497 kg de vidro, 436 toneladas de resíduos da construção civil e 223 m³ de resíduos/efluente contaminados (Arteris, 2021). Esse montante é a soma dos resíduos gerados nas atividades de: obras de engenharia e conservação (conserva) para melhoria da rodovia; coleta em 10 bases de apoio, seis praças de pedágio, duas balanças, uma sede e; limpeza dos 401,6 km de estrada que liga São Paulo/SP a Curitiba/PR.

Durante as atividades rotineiras de vistoria ambiental nas matas e rios adjacentes à rodovia, realizadas pela equipe de Supervisão Ambiental da BR 116/SP-PR – na Serra do Cafetal no município de Miracatu/SP, localizado no bioma da Mata Atlântica – a equipe se depara com resíduos em volume significativo degradando o ecossistema. São aproximadamente 892,84 kg de resíduos gerados por dia ao longo de toda a extensão da BR

116/SP-PR entre São Paulo/SP e Curitiba/PR. Essa grande quantidade de resíduos descartados diariamente na estrada foi a motivação que levou à realização de estudo inédito neste tema, pelo autor que é também funcionário da empresa Concessionária. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi identificar e classificar a tipologia dos resíduos descartados na rodovia, os geradores e os locais com mais deposição de resíduos sólidos, revelando este problema ambiental despercebido pela sociedade.

METODOLOGIA PARA COLETA DE DADOS EM CAMPO

Para fazer a identificação dos pontos de deposição de resíduos sólidos ao longo e no entorno da rodovia BR 116/SP-PR Régis Bittencourt, foram realizados registros fotográficos desde o início (Taboão da Serra/SP) até o fim da estrada (Curitiba/PR), entre os meses de fevereiro a abril de 2023, nos dois sentidos da rodovia, totalizando 1360 fotos. Para realizar a viagem foi utilizado veículo automotivo, trafegando com velocidade a 80 km/h, estacionando (quando possível) nos pontos com acúmulo de resíduos. Os registros fotográficos foram realizados com o aplicativo *TimeStamp* do smartphone do autor; nas fotos constam a data, horário, localização e coordenadas geográficas em UTM.

RESÍDUOS DE RODOVIAS E SUAS FONTES GERADORAS

Segundo o dicionário Michaelis, define-se “usuário” como “que utiliza algo; que tem o direito de uso, mas não a propriedade” (Michaelis, 2023). Nesse sentido, todos os que utilizam a rodovia são usuários, compondo os grupos a seguir:

- **Motoristas** - pessoa que tem a seu cargo o comando de um veículo motorizado (DNER, 1997), como carros, caminhões, ônibus e motocicletas;
- **Pedestres** - usuários que usam o acostamento para se deslocarem ou utilizam os pontos de ônibus, por exemplo, moradores;
- **Concessionária** - a operação da rodovia depende de vários atores contratados pela Concessionária gestora: i) Apoio e suporte: estruturas físicas e fixas, essenciais para o pleno funcionamento da rodovia, como bases de apoio, praças de pedágio, sede, balança e Polícia

Rodoviária Federal (PRF); ii) Engenharia e conservação: empresas terceirizadas responsáveis pela execução dos projetos de implantação, conservação, suporte e melhorias da estrada;

- **Lindeiros** - De acordo com o Art. 216 do Código de Trânsito Brasileiro, é considerado imóvel lindeiro “aquele situado ao longo das vias urbanas ou rurais e que com elas se limita” (CTB, 1997). Os lindeiros da rodovia são os moradores cujas propriedades fazem limite físico com a faixa de domínio da rodovia;
- **Comércios e Serviços** - são os postos de combustíveis, oficinas, restaurantes, hotéis, estacionamentos, lavatório de caminhões, praças de alimentação e comércios em geral instalados ao longo da rodovia;
- **Moradores temporários** - compostos pelos andarilhos e moradores de rua que se instalam temporariamente nas estruturas da rodovia;
- **Oportunistas** - este grupo é composto por três tipos de usuários: caçadores de animais silvestres, extrativistas vegetais e saqueadores de carga.

No presente estudo serão considerados para análise somente os motoristas, Concessionária, lindeiros e comércios/serviços, por serem os usuários mais frequentes na rodovia, logo, os que geram maior quantidade de resíduos, ou seja, as maiores fontes geradoras.

Os tipos de resíduos gerados por cada grupo de usuários, embasados pela experiência das atividades da equipe de Supervisão Ambiental da rodovia BR 116/SP-PR, constantes no Inventário de Resíduos Sólidos (ferramenta composta pelos resíduos rastreados pela Concessionária) e pelos registros fotográficos realizados durante a identificação da deposição de resíduos sólidos ao longo da referida estrada, são apresentados na Tabela 1. A fim de detalhar as características dos resíduos identificados, na coluna Composição Geral é discriminada genericamente sua constituição.

Observa-se que o grupo de usuários Motorista se destaca dos demais por ter maior diversidade de resíduos gerados e por ser o principal usufruidor da estrada. Além disso, por se locomover, o motorista potencialmente pode impactar a rodovia inteira caracterizando geração difusa, diferente dos outros grupos de usuários que, de modo geral, produzem geração pontual.

Tabela 1 - Tipologia e composição geral de resíduos gerados por usuários da Rodovia BR 116/SP-PR

Usuário	Tipos de Resíduos Sólidos	Composição Geral
Motorista	Garrafa plástica com urina	Plástico e resíduo orgânico
	Fraldas descartáveis	Celulose, plástico, polímeros absorventes e resíduos orgânicos (Moreira et al., 2020).
	Embalagens de alimentos e bebidas	Vidro, isopor, alumínio, plástico, aço, papel, resíduos orgânicos (restos de alimento).
	Restos de pneus	Borracha, aço, tecido de nylon ou poliéster (CEMPRE, 2018).
	Embalagem de óleo lubrificante	Plástico e restos de óleo
	Sedimento depositado em rodovia (SDR) ¹	Partículas de: borracha, lataria (metal), freios, óleos, pavimento, concreto, queimadas e deposição atmosférica (Arouca, 2021; Santos, 2018).
	Resíduos de pós acidentes rodoviários	Restos de veículos (metal, plástico, vidro, borracha), restos de sinalização (borracha, metal, plástico), restos de cargas diversas.
	Carcaça de animais atropelados (RSS)	Resíduo Orgânico
Concessionária - Apoio e Suporte	Resíduos equiparados ao de origem domiciliar (RSU)	Restos de comida (orgânicos), plástico, vidro, papel, metal, pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, efluente sanitário.
	Resíduos de atendimento médico (RSS)	Seringas, ampolas, bandagens e ataduras contaminadas; membros de seres humanos.
	Resíduos contaminados (oriundos das contenções de vazamentos em acidentes)	Serragem e EPIs contaminados com substâncias diversas nos acidentes.
	Veículos apreendidos e abandonados (PRF)	Metal, plástico, borracha, vidro, bateria, combustível e óleo.

continua...

¹ Sedimento Depositado em Rodovia: conjunto de partículas acumuladas no pavimento ou na sarjeta das rodovias em períodos secos. Composto por partículas naturais e antrópicas, de geração difusa, provenientes do desgaste das estradas e veículos, atividades industriais e da construção civil. Com inclusão de poluentes como metais e compostos orgânicos (Arouca, 2021; Santos, 2018).

Usuário	Tipos de Resíduos Sólidos	Composição Geral
Concessionária - Engenharia e Conservação	Resíduos da construção civil	Concreto, fresa, madeira, latas de tinta, estopa contaminada com óleos e graxas, orgânico (restos de comida), efluente sanitário (banheiro químico), metal, plástico, papel, papelão, sacaria de cimento, manta geotêxtil, solo, restos de vegetação, EPI contaminado.
Lindeiros	Resíduos de origem domiciliar (RSU)	Restos de comida (orgânicos), plástico, vidro, papel, metal, pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes.
Comércios e Serviços	Resíduos equiparados ao domiciliar (RSU)	Restos de comida (orgânicos), plástico, vidro, papel, metal, pilhas, baterias, lâmpadas, efluente sanitário.
	Resíduos de oficina mecânica, postos de abastecimento e borracharias	Pneus, resíduos oleosos (óleo usado), estopas contaminadas por óleos e graxas, baterias, filtro de óleo (Lopes; Kemerich, 2007)

ASPECTOS LEGAIS DOS RESÍDUOS DE RODOVIA

Na legislação nacional não há classificação específica sobre resíduos de rodovias, porém, as características desse tipo de resíduo enquadram-se nos grupos existentes na normativa vigente. No Brasil, os resíduos sólidos podem ser categorizados pela periculosidade e origem.

A classificação dos resíduos sólidos com base na periculosidade, segundo a ABNT NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004), é classificada como:

- **Classe I – Perigosos:** Apresentam risco ao meio ambiente e à saúde pública, em função de sua natureza física, química ou infectocontagiosa. Possui uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade², corrosividade³, reatividade⁴, patogenicidade⁵ e toxicidade⁶ (carci-

² **Inflamabilidade:** facilidade de queima ou de entrar em ignição, causando fogo ou combustão.

³ **Corrosividade:** capacidade de produzir líquido capaz de corroer o aço.

⁴ **Reatividade:** instável e capaz de reagir de forma violenta.

⁵ **Patogenicidade:** possui substâncias capazes de produzir doenças em seres vivos.

⁶ **Toxicidade:** capacidade de provocar efeito adverso no organismo, devido a sua interação.

nogênico⁷, mutagênico⁸, teratogênico⁹ e ecotoxicológico¹⁰). Exemplos: tintas à base de solvente, baterias, óleo automotivo;

- **Classe IIA - Não Perigosos - Não Inerte:** Não categorizado como perigoso (Classe I) e inerte (Classe IIB). Pode ter como propriedade: biodegradabilidade¹¹, combustibilidade¹² ou solubilidade¹³ em água. Exemplos: resíduos orgânicos, papel, lodo de Estação de Tratamento de Água;
- **Classe IIB¹⁴ - Não Perigosos - Inerte:** Não se destrói ou decompõe quando disposto no solo. Exemplos: entulho e aço.

A classificação de resíduos sólidos pela origem é estipulada pela Lei Federal nº 12.305/2010 chamada de Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); no tocante a Política Estadual de Resíduos Sólidos, no estado de São Paulo é instituída pela Lei Estadual nº 12.300/2006 (PERS/SP) e no estado do Paraná a Lei Estadual nº 20.607/2021 institui o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS/PR). Essas leis estaduais foram consideradas devido a localização da rodovia.

As categorias de resíduos que se correlacionam com os resíduos de rodovias, estipuladas por estas legislações são:

- **Resíduos Sólidos Urbanos (RSU):** composto por Resíduos Domiciliares (restos de alimentos, produtos deteriorados, embalagens em geral, resíduos de higiene pessoal) e Resíduos de limpeza urbana (originados da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros tipos de limpeza); no PERS/SP os resíduos comerciais estão inclusos nos Resíduos Sólidos Urbanos;
- **Resíduos Comerciais:** resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço (exceto grandes geradores). O resíduo destes locais possui grande volume de resíduos de escritório, por exemplo:

⁷ **Carcinogênico:** substância capaz de desenvolver câncer.

⁸ **Mutagênico:** capacidade de causar danos ao material genético, causando defeitos genéticos.

⁹ **Teratogênico:** capaz de alterar a estrutura do embrião ou feto.

¹⁰ **Ecotoxicidade:** capacidade de causar riscos a um ou mais compartimentos ambientais.

¹¹ **Biodegradabilidade:** propriedade de se decompor naturalmente, por meio de fungos e bactérias.

¹² **Combustibilidade:** capacidade de sofrer combustão ou de ser queimado.

¹³ **Solubilidade:** possui constituintes que podem ser solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, exceto os aspectos: cor, turbidez, dureza e sabor.

¹⁴ **Classe IIB:** Não tem constituinte algum solubilizado em concentração superior ao padrão de potabilidade da água.

- papel, plástico e resíduos de higiene pessoal de funcionários;
- **Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico¹⁵:** originados no abastecimento de água potável, esgotamento sanitário e na drenagem e manejo de águas pluviais (exceto os RSU);
- **Resíduos de Serviços de Saúde (RSS)¹⁶:** são resíduos sépticos, oriundos de instalações médicas, hospitais, unidades básicas de saúde, clínicas médicas ou veterinárias, funerárias, barreiras sanitárias, entre outros. São exemplos: agulhas, algodões, bandagens, remédios vencidos, tecidos, órgãos, membros etc.;
- **Resíduos da Construção Civil (RCC)¹⁷:** gerados em obras de demolições, construções e reformas. Inclui os resultantes de preparação e escavação de terrenos de obras civis. Exemplos: fôrmas de madeira, latas de tinta, sacaria de cimento, concreto, entre outros.

No tocante à responsabilidade dos geradores de resíduos da rodovia, os Lindeiros, assim como aos pequenos geradores do Comércios e Serviços, que geram resíduos considerados como RSU, a competência é da gestão pública municipal, que realiza a coleta regular. No entanto, os usuários devem respeitar as determinações do poder público municipal, em cumprimento a dias, horários da coleta e formas de acondicionamento (Silva Filho; Soler, 2013). Isso porque, se os resíduos sólidos ali gerados não forem dispostos de maneira adequada, pode se tornar uma fonte geradora de resíduos para a rodovia.

Já os Motoristas precisam descartar seus resíduos nos coletores espalhados pela rodovia, seja nos estabelecimentos comerciais ou nas estruturas de suporte ao usuário. O descarte inadequado ao longo da estrada resulta em impactos ao ambiente e à segurança dos usuários, além da degradação estética e questões sanitárias. Ainda, os resíduos perigosos gerados por estes usuários, como as embalagens de óleo lubrificante, pilhas e baterias entram no rol dos itens que precisam retornar ao fornecedor no pós-consumo, para cumprimento do sistema de logística reversa, art. 33 da PNRS (Brasil, 2010), de forma independente do serviço público de limpeza urbana.

O art. 20 da PNRS (Brasil, 2010) regulamenta a elaboração e implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), documento que apresenta todos os processos do manejo de resíduos e seus responsáveis por cada etapa, sendo a sua apresentação ao órgão ambiental obrigatória pela Concessionária gestora da rodovia. Mesmo assim, os atores terceirizados que

15 Estes resíduos no PERS/SP são categorizados como Resíduos Industriais.

16 Estipulada pela Resolução da Diretoria Colegiada - RDC N° 222/2018.

17 Instituído pela Resolução Conama nº 307/2002 e suas atualizações.

formam o Apoio e Suporte, Engenharia e Conservação também necessitam elaborar o seu próprio PGRS. Por exemplo, as empreiteiras contratadas para obras e conservação, geradoras de RCC, necessitam elaborar seu Plano de Gerenciamento de RCC, assim como a empresa responsável pelos atendimentos médicos na estrada, geradora de RSS, tem obrigatoriedade de elaborar seu Plano de Gerenciamento de RSS. Inclusive o grupo Comércio e Serviços que geram resíduos de oficina mecânica, postos de abastecimento e borracharias, também entram na obrigatoriedade do PGRS, item II art. 20 da PNRS (Brasil, 2010).

Para o fiel cumprimento do PGRS torna-se importante o rastreamento dos resíduos pós-coleta. O Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) é a ferramenta de rastreamento instituída pela Portaria MMA nº 280/2020 (Brasil, 2020), a qual o torna obrigatório em todo o território nacional, para todos os geradores de resíduos sujeitos à elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (conforme disposto no art. 20 da Lei nº 12.305/2010). A função dessa ferramenta é rastrear a massa de resíduos, controlando a geração, armazenamento temporário, transporte e destinação dos resíduos sólidos no país.

Portanto, a gestão dos resíduos sólidos pelas concessionárias das rodovias implica no cumprimento da normativa vigente, e em conduzir todas as contratadas e usuários a cumpri-la. O não cumprimento da normativa pode causar danos ao meio ambiente e à saúde pública, incorrendo o responsável em crime ambiental, em consonância com o art. 54 da Lei de Crimes Ambientais nº 9605/1998, replicada a seguir:

Art. 54: Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora. Podendo causar penalidade de reclusão, de um a quatro anos, e multa (Brasil, 1998).

TIPOLOGIAS E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA RODOVIA BR 116/SP-PR

Com base nos dados obtidos na pesquisa sobre resíduos sólidos na rodovia em estudo (Tabela 1) e nos grupos de características definidos por Viana e Candini (2016), foi possível classificar os resíduos gerados na rodovia. Utilizando-se a origem, periculosidade, estado físico e potencial de reciclagem¹⁸ (recicabilidade), apresentados nas Tabelas 2 a 6.

¹⁸ Reciclagem: “O processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas para sua utilização como insumo,

Tabela 2 - Classificação dos resíduos sólidos encontrados na rodovia BR 116/SP-PR, utilizando os critérios de periculosidade, estado físico e reciclagem, originados na fonte geradora Motoristas

Resíduos de Motoristas			Garrafa Plástica com Urina*	Fraldas Descartáveis	Embalagens de Alimentos e Bebidas	Restos de Pneus	Embalagens de óleo lubrificante	Sedimento Depositado em rodovia (SDR)	Carcaça de animais (atropelados)	Pós Acidentes Rodoviários
Perigoso	Sólido	Reciclável	-	-	-	-	Embalagens de óleo lubrificante	-	-	***Resíduos da Carga transportada
	Não Reciclável	-	-	-	-	-	SDR (possui toxicidade (Santos, 2018))	-	-	
	Reciclável	-	-	-	-	-	-	-	-	
Não Perigoso	Sólido	Reciclável	Garrafa Plástica (separada da Urina)	Fraldas em gerais	Embalagens em geral e resto de comida	Restos de Pneus	-	-	Carcaça de Animais (RSS - Grupo A4**)	Restos do veículo e sinalização; ***resíduos de carga transportada
	Não Reciclável	-	-	-	-	-	-	-	-	***Resíduos da carga transportada
	Líquido	Reciclável	Urina	-	-	-	-	-	-	
Não Reciclável	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

*Sem separar a garrafa da urina, considera-se o resíduo como Não Reciclável. A urina separada pode ser reciclada em Estação de Tratamento de Efluentes.

** Este resíduo pode ser decomposto. Classificação no Grupo A4 segundo a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 222/2018.

***Como a variedade da carga transportada é ampla, foram consideradas todas as características da tabela.

Fonte: elaborado pelos autores com base em Brasil (2010, 2018); Paraná (2021); São Paulo (2006).

matéria-prima ou substância em um processo produtivo equivalente ao que deu origem ao resíduo ou de outra natureza, excluindo a recuperação energética e o uso de resíduo em enchimentos” (ABNT, 2023). Contudo, nas tabelas 2 a 6 a reciclagem também considerou a reutilização e compostagem do resíduo sólido.

Tabela 3 – Classificação dos resíduos sólidos encontrados na rodovia BR 116/SP-PR, utilizando os critérios de periculosidade, estado físico e reciclagem, originados na fonte geradora Concessionária: Apoio e Suporte

		Resíduos da Concessionária: Apoio e Suporte		Resíduos equiparados ao domiciliar (RSU)		Resíduos de Atendimento Médico (RSS)		Resíduos Contaminados (oriundos das contaminações de vazamentos em acidentes)		Veículos Apreendidos e Abandonados (PRF)	
Perigoso	Sólido	Reciclável	Pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes; cartuchos e tonners (Ventura, 2018)	-	-	-	-	-	Bateria		
	Líquido	Não Reciclável	-	Seringas, ampolas, bandagens e ataduras usadas (RSS - Grupo E*)	Serragem e EPIs contaminados com substâncias químicas diversas	-	-	-	-		
		Reciclável	-	-	-	-	-	-	Óleo		
		Não Reciclável	-	-	-	-	-	-	Combustível		
Não Perigoso	Sólido	Reciclável	Restos de comida (orgânicos), plástico, vidro, papel, metal	-	-	-	-	-	Metal, plástico, borracha e vidro		
	Líquido	Não Reciclável	-	Membros de seres humanos (RSS - Grupo A3*)	-	-	-	-	-		
		Reciclável	Efluente Sanitário	-	-	-	-	-	-		
		Não Reciclável	-	-	-	-	-	-	-		

*Classificação segundo Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 222/2018.

Fonte: elaborado pelos autores com base em Brasil (2010, 2018); Paraná (2021); São Paulo (2006).

Tabela 4 – Classificação dos resíduos sólidos encontrados na rodovia BR 116/SP-PR, utilizando os critérios de periculosidade, estado físico e reciclagem, originados na fonte geradora Concessionária: Engenharia e Conservação

Resíduos da Concessionária: Engenharia e Conservação			Resíduos da Construção Civil (RCC)
Perigoso	Sólido	Reciclável	Latas de tinta à base de solvente (RCC -Classe D*)
		Não Reciclável	Estopas e EPIs contaminados (RCC -Classe D*)
	Líquido	Reciclável	
		Não Reciclável	-
Não Perigoso	Sólido	Reciclável	Concreto, fresa, solo (RCC - Classe A*); madeira, metal, plástico, papel, papelão, sacaria de cimento, vidro, latas de tinta à base de água (RCC - Classe B*); restos de vegetação, restos de comida (marmita).
		Não Reciclável	Manta geotêxtil
	Líquido	Reciclável	Tinta à base de água e efluente sanitário (banheiro químico)
		Não Reciclável	-

*Classificação segundo Resolução Conama nº 307/2002 e suas atualizações.

Fonte: elaborado pelos autores com base em Brasil (2002, 2010); Paraná (2021); São Paulo (2006).

Tabela 5 – Classificação dos resíduos sólidos encontrados na rodovia BR 116/SP-PR, utilizando os critérios de periculosidade, estado físico e reciclagem, originados na fonte geradora Comunidade Lindeira

Resíduos da Comunidade Lindeira			Resíduos Domiciliares (RSU)
Perigoso	Sólido	Reciclável	Pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes; cartuchos e tonners (Ventura, 2018)
		Não Reciclável	-
	Líquido	Reciclável	
		Não Reciclável	-

Continua...

Resíduos da Comunidade Lindeira			Resíduos Domiciliares (RSU)
Não Perigoso	Sólido	Reciclável	Restos de comida (orgânicos), plástico, vidro, papel, metal
		Não Reciclável	-
	Líquido	Reciclável	Efluente Sanitário
		Não Reciclável	-

Fonte: elaborado pelos autores com base em Brasil (2010); Paraná (2021); São Paulo (2006).

Tabela 6 – Classificação dos resíduos sólidos encontrados na rodovia BR 116/SP-PR, utilizando os critérios de periculosidade, estado físico e reciclagem, originados na fonte geradora Comércios e Serviços.

Resíduos de Comércios e Serviços			Resíduos equiparados ao domiciliar (RSU)	Resíduos de oficina mecânica, postos de abastecimento e borracharias
Perigoso	Sólido	Reciclável	Pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes; cartuchos e tonners (Ventura, 2018)	Baterias; filtro de óleo (Lopes; Kemerich, 2007)
		Não Reciclável	-	Panos, estopas e EPIs contaminados
	Líquido	Reciclável		Resíduos oleosos (óleo usado ou contaminado)
		Não Reciclável	-	-
Não Perigoso	Sólido	Reciclável	Restos de comida (orgânicos), plástico, vidro, papel, metal.	Pneus inservíveis
		Não Reciclável	-	-
	Líquido	Reciclável	Efluente Sanitário	-
		Não Reciclável	-	-

Fonte: elaborado pelos autores com base em Brasil (2010); Paraná (2021); São Paulo (2006).

A partir de observação das Tabelas 2 a 6, percebe-se que na rodovia objeto deste estudo são geradas diversas categorias de resíduos, alguns ainda com potencial de periculosidade, o que desperta a atenção sobre a responsabilidade de cada gerador e os riscos aos compartimentos ambientais e à saúde pública.

Nota-se ainda que a maioria dos resíduos gerados possuem características de resíduos de origem domiciliar, o que revela potencial para sua recuperação, por meio de reciclagem ou compostagem, o que seria possível como forma adequada de destinação. Por possuir em sua composição os resíduos recicláveis, a destinação correta é transformar o resíduo em material lucrativo para a indústria da reciclagem (Silva, 2019).

Por outro lado, no pior cenário, temos o caso dos resíduos pós acidentes rodoviários envolvendo produtos químicos. A rodovia é suscetível de ser impactada por diversos tipos de substâncias, inclusive substâncias químicas perigosas, em razão de possibilitar o transporte de cargas perigosas no modal rodoviário, o mais utilizado no país. “O transporte rodoviário é a atividade das emergências químicas que mais impacta os compartimentos ambientais, ultrapassando as contribuições da indústria e demais” (Silva Jr; Günther, 2021, p. 378).

ESTUDO DE CASO DA RODOVIA BR 116/SP-PR: IDENTIFICAÇÃO DA DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS

A Rodovia BR 116/SP-PR possui 401,6 km de extensão (314,6 km no estado de São Paulo e 87 km no Paraná), cruzando 17 municípios, 56 APP, quatro UC, quatro áreas de serras e 14 pontos com abastecimento público de água. Essa rodovia é concessionada desde 2008 e possui seis praças de pedágios, uma sede, 10 bases de apoio ao usuário, duas balanças e seis bases da PRF. Nas margens da rodovia há diversos pontos de comércio e prestação de serviços ao usuário, moradores (comunidade lindeira), empresas e cidadãos em condições de rua morando nas estruturas da estrada (sob pontes, viadutos e passarelas). A BR 116/SP-PR em sua maior parte, encontra-se em zona rural, com pequenos trechos em áreas urbanas.

A estrada possui Licença Ambiental de Operação vigente, devendo atender diversas condicionantes para proteger o meio ambiente. Uma das ferramentas da Concessionária é o Inventário de Resíduos, que contém informações sobre resíduos coletados na estrada, rastreados por meio dos Manifestos de Transporte de Resíduos (MTR) e Certificados de Destinação Final (CDF). Os resíduos coletados são compostos por aqueles gera-

dos nos Pedágios, Bases de Apoio, Obras de Engenharia e Conservação. Na Conservação existe a atividade de recolhimento dos resíduos depositados nas margens da rodovia, aqueles que são descartados irregularmente pelos usuários.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Ao longo da experiência do mapeamento de resíduos sólidos na rodovia estudada, foi possível observar diversas similaridades entre as áreas de acúmulo. Primeiramente, destacam-se os locais com frequente estacionamento de caminhões, como os cantos e saídas dos comércios, pedágios (Figura 1) e terrenos onde há espaço disponível para o caminhão estacionar. Além da deposição de resíduos com características de resíduo domiciliar nestes locais, também é perceptível o intenso odor de urina nos pedágios, inclusive, nota-se a presença de garrafas plásticas com urina, encontradas por toda a extensão da rodovia (Figura 2). Os motoristas de caminhões estacionam nestes locais para se alimentar, descansar e/ou dormir e aí descartam seus resíduos, mesmo que em algumas destas áreas seja proibido o estacionamento pela legislação de trânsito, como por exemplo, na saída de pedágios, onde existem placas de proibido parar ou estacionar. Ao descansar em locais proibidos corre-se o risco de sofrer autuação pela PRF, mesmo assim, percebe-se ser este um cenário habitual diário no cotidiano desses motoristas.



Figura 1 – Caminhões estacionados em local proibido, após o Pedágio observa-se resíduos de embalagens na margem

Foto: acervo de Rodrigo Tadeu Oliveira Ribeiro.

O serviço de conservação da Concessionária, como mencionado, realiza o recolhimento dos resíduos, direcionando-os para segregação, reciclagem e deposição final em aterros sanitários (rejeitos e orgânicos), porém não realiza a limpeza nas áreas de comércio, sendo essa uma atividade de responsabilidade do proprietário do estabelecimento.

As garrafas plásticas são materiais recicláveis, contudo, aquelas que contêm urina, são descartadas como não reciclável. Cabe ressaltar que, ao longo dos 401,6 km da rodovia BR116/SP-PR, há 74 postos de abastecimento de combustível com sanitários, além das 10 bases de apoio ao usuário franqueadas pela Concessionária, todos disponíveis para uso gratuito e abertos 24 horas/dia.



Figura 2 – Garrafa pet com urina

Foto: acervo de Rodrigo Tadeu Oliveira Ribeiro.

Os demais resíduos descartados pelos motoristas compõem-se de embalagens de comida, bebida e embalagens de óleo lubrificante, porém, como a limpeza não é imediata, esses acumulam-se causando impacto negativo sob o ponto de vista estético-paisagístico, além de impedir o livre escoamento das águas pluviais para o sistema de drenagem, podendo obstrui-los (Menezes et al., 2016), situação ilustrada na Figura 3. Em alguns pontos foi encontrado solo contaminado por óleo (Figura 4), oriundo de vazamento de veículos estacionados. Nesses casos corre-se o risco de infiltração e contaminação do solo, aquíferos freáticos, água de fontes e poços (Silveira et al., 2006).



Figura 3 – Resíduos obstruindo sistema de drenagem

Foto: acervo de Rodrigo Tadeu Oliveira Ribeiro



Figura 4 – Margem com indícios de vazamento de óleo lubrificante

Foto: acervo de Rodrigo Tadeu Oliveira Ribeiro.

Devido às intempéries, como ventos e chuvas, o resíduo descartado nas margens pode ser carreado para fora da faixa de domínio da rodovia. Logo, esses não são coletados pelos serviços normais, permanecendo por tempo indeterminado no compartimento ambiental.

Embora os RSU não sejam considerados como perigosos, sua disposição final inadequada causa impactos ambientais e é fator de risco a agravos à saúde, devido à degradabilidade da matéria orgânica e à atração e proliferação de vetores de doenças infecciosas e parasitárias (Günther, 2008, p. 15).

A não coleta do resíduo também ocorre em segmentos com desnívelamento do terreno, onde o relevo dificulta o deslocamento da equipe e a limpeza, mesmo dentro da faixa de domínio da rodovia. Isso foi evidenciado em áreas laterais e sob as pontes e viadutos, que apresentaram acúmulo e características de desgaste do resíduo, revelando a ação do tempo e falta de limpeza (Figura 5). Isso se torna mais relevante, ao constatar que sob as pontes estão os corpos d'água (rios e lagos), considerados como APP. Os resíduos ao serem carreados para o corpo hídrico causam modificações físicas e químicas, prejudicando a qualidade da água, a fauna aquática e a comunidade ribeirinha, além de estender a poluição para outros rios dos quais são tributários (Figura 6). Em especial na Serra do Cafetal, que se localiza dentro da APA Serra do Mar (entre os km 336 a 367), suas águas fluem em direção ao mar, agravando essa situação, isso porque “a complexa rede hídrica que flui da vertente atlântica da Serra do Mar, em especial na região do Vale do Ribeira, é responsável por transportar grande parte dos resíduos encontrados no litoral paulista” (São Paulo, 2020). Além do corpo hídrico, ocorrem modificações na mata ciliar (Figura 7), onde há perigo de incêndio e de intoxicação da fauna terrestre.



Figura 5 – Resíduos diversos sob viaduto

Foto: acervo de Rodrigo Tadeu Oliveira Ribeiro.



Figura 6 – Resíduos dentro corpo hídrico

Foto: acervo de Rodrigo Tadeu Oliveira Ribeiro.



Figura 7 – Modificações na mata ciliar

Foto: acervo de Rodrigo Tadeu Oliveira Ribeiro.

Ainda sob algumas pontes e viadutos, observou-se a presença de restos de veículos e cargas (Figura 8 e 9) e de sinalização danificada, oriundos de acidentes rodoviários. Este fato gera um alerta, pois existe ampla diversidade de cargas transportadas na rodovia, inclusive produtos químicos perigosos.

Portanto, se a limpeza não for eficiente, ou se os resíduos derramados alcançarem áreas externas à área de limpeza, pode se tornar um problema de saúde pública. “A presença de substâncias químicas, que conferem periculosidade aos resíduos, representa fator de risco a saúde” (Günther, 2008, p. 15).



Figura 8 – Restos de carga oriundo de acidente rodoviário, sob viaduto
Foto: acervo de Rodrigo Tadeu Oliveira Ribeiro.



Figura 9 – Restos de carga oriundo de acidente rodoviário na área lateral e sob viaduto

Foto: acervo de Rodrigo Tadeu Oliveira Ribeiro

Durante a identificação, na área com estabelecimentos comerciais, alguns possuíam acúmulo de resíduos equiparados ao domiciliar, gerados pelo empreendimento, assim como outros apresentavam resíduos específicos de acordo com o ramo do comércio (Figura 10 e 11) como: borracharias com acúmulo de pneus; venda de caldo de cana ou água de coco com concentração de resíduos orgânicos. Por outro lado, o acúmulo de resíduos orgânicos e restos de comida atraem a fauna doméstica, o que pode vir a representar situação de risco de atropelamento de animais. Ademais, este tipo de resíduo gera atração e proliferação de vetores que encontram nos resíduos em degradação, o ambiente ideal para seus criadouros (Besen et al., 2010). Nos postos de serviço automotivo são gerados resíduos da atividade de troca de óleo. O óleo contaminado e suas embalagens, quando descartados inadequadamente no meio ambiente, podem causar contaminação dos compartimentos ambientais (Silva; Oliveira, 2011).



Figura 10 - Acúmulo de resíduos metálicos em estabelecimento comercial

Foto: acervo de Rodrigo Tadeu Oliveira Ribeiro.

As residências lindeiras da rodovia disponibilizam seus resíduos em gaiolas ou caçambas e, na ausência destas, acondicionam sobre o próprio solo permeável no aguardo da coleta pelo serviço público do município (Figura 12). Nesses locais, mesmo com a presença de recipientes para acondicionamento, nota-se aspecto de comprometimento ambiental e sanitário, com resíduos espalhados pelo solo, impacto visual e excesso de moscas,

inclusive mesmo dentro de áreas ambientalmente sensíveis como as UC (Figura 13). Por outro lado, os serviços de coleta municipal devem manter informados os cidadãos com relação ao sistema, horário e frequência de coleta, para disciplinar a apresentação dos resíduos acondicionados e minimizar os impactos sanitários e ambientais decorrentes da espera pela coleta e afastamento dos resíduos gerados.



Figura 11 – Resíduo oleoso em posto de abastecimento

Foto: acervo de Rodrigo Tadeu Oliveira Ribeiro.



Figura 12 – Resíduos da comunidade lindeira sobre solo permeável

Foto: acervo de Rodrigo Tadeu Oliveira Ribeiro.



Figura 13 – Resíduos da comunidade lindeira acondicionados sobre o solo, mesmo com presença de caçambas e localizado dentro da APA Serra do Mar (Unidade de Conservação)

Foto: acervo de Rodrigo Tadeu Oliveira Ribeiro.

Por último, as áreas urbanas correspondentes aos trechos da rodovia que perpassa os municípios de Taboão da Serra/SP, Registro/SP e Colombo/PR, devido ao adensamento populacional, é onde destaca-se a maior concentração de resíduos (Figura 14). Nesses trechos é descartada maior quantidade de resíduos na beira da rodovia, assim como nos calçamentos, pontos de ônibus e nas estruturas de passarelas e viadutos, que abrigam moradores de rua (Figura 15). Observou-se que, mesmo não sendo numerosos, os moradores de rua contribuem significativamente, principalmente sob o viaduto na cidade de Colombo/PR.



Figura 14 – Acúmulo de resíduos em trecho com adensamento populacional
Foto: acervo de Rodrigo Tadeu Oliveira Ribeiro.



Figura 15 – Resíduos de Moradores Temporários, sob passarela

Foto: acervo de Rodrigo Tadeu Oliveira Ribeiro

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ação do descarte irregular de resíduos nas estradas pelos Motociclistas, o acúmulo de resíduos dos Comerciantes e o acondicionamento inadequado de resíduos pelos Lindeiros evidenciam a falta de conhecimento sobre os possíveis impactos ambientais e o hábito indesejável na prática com os resíduos gerados. Ações de Educação Ambiental e a atenção da Concessionária, inclusive com autuação dos geradores, se for o caso, podem ser ferramentas úteis para auxiliar a sanar estes problemas. Percebe-se que, como os geradores não são responsabilizados pelos danos causados ao meio ambiente, continuam a perpetuar os mesmos hábitos prejudiciais.

Pelo lado da responsabilidade da gestora da rodovia, os limites da faixa de domínio e áreas sob pontes e viadutos, por exigirem ações específicas, são fatores limitantes de sua atuação na proteção do ambiente. As áreas de difícil acesso podem ser limpas por equipes treinadas e com equipamentos adequados para a tarefa, muitas vezes não disponíveis. Já nas áreas que extrapolam as faixas de domínio, deve-se tratar esta questão com bom senso, pois há diversos fatores não controlados, como os acidentes e as intempéries, que lançam resíduos para essas áreas.

A Concessionária não tem como controlar as ações dos usuários, porém é possível atuar na promoção de campanhas frequentes de educação e sensibilização ambiental e de trânsito, tornando-se um agente promovedor da sustentabilidade na sociedade, com capacidade de atingir milhões de pessoas. Além disso, ela possui ferramentas para induzir certas atitudes no

tráfego, por meio de indicações e sinalizações, implantação de obstáculos físicos nos locais proibidos de estacionar e depositar resíduos, e mesmo autuações, quando for o caso.

O descarte irregular de resíduos pode ser considerado como desperdício de recursos, os quais poderiam ser canalizados como matéria prima secundária para processos produtivos, com possibilidade de emprego e renda aos catadores de materiais recicláveis, bem como a contribuição para preservação de recursos naturais e harmonia do meio ambiente. Pela falta de práticas de Educação Ambiental e sensibilização e pelo desconhecimento dos potenciais danos sanitários e ambientais, os usuários da rodovia transformam a questão da geração e descarte dos resíduos sólidos gerados nos domínios da Concessionária em importante questão a ser por ela gerenciada. Isso também ganha mais peso porque no Contrato de Concessão¹⁹ da rodovia, o aspecto de preservação ambiental e cumprimento da legislação ambiental vigente e condicionantes da licença ambiental, o que inclui o gerenciamento dos resíduos sólidos, é item obrigatório.

A rodovia mostrou-se como importante agente gerador de resíduos de diferentes categorias, com possibilidade de impactos sanitários e ambientais significativos. Logo, essa temática carece de estudo mais aprofundado, caracterização das diferentes tipologias de resíduos gerados, mapeamento e identificação dos locais de geração e gerenciamento adequado por parte das Concessionárias. Os resultados dos estudos necessitam ser divulgados à sociedade para embasar mudanças comportamentais dos usuários, assim como devem ser levadas aos gestores municipais como subsídios para políticas públicas ambientais. Esse é um passo importante com vistas a minimização da degradação e impactos sobre o ambiente, melhoria da paisagem das estradas e ganhos socioeconômicos.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

19 Contrato de Concessão: Em resumo este documento estabelece as obrigações que a empresa Concessionária deve cumprir durante a sua gestão da rodovia. Segue a definição contida no Edital da Concessão. “Instrumento pelo qual se formaliza a concessão de serviço público precedida da execução de obra pública, compreendendo os serviços de recuperação, manutenção, monitoração, conservação, operação, ampliação, melhorias e exploração do Lote Rodoviário (ANTT, 2008, p. 6).

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 17100-1: Gerenciamento de Resíduos. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ANTT – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. *Edital de Concessão nº 01/2007. Concessão da Exploração da Rodovia: BR- 116/SP/PR. Trecho São Paulo – Curitiba.* 14 de fevereiro de 2008. Disponível em: <https://portal.antt.gov.br/documents/359170/1170731/Contrato.pdf/0fed51ae-c024-6bb8-9d16-cbfd13b42597?t=1593986154907> Acesso em: 07 fev. 2024.

AROUCA, A. *Índices para o controle de impactos ambientais na operação e conservação de rodovias.* Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, SP, 2018. Disponível em: <http://repositorio.unaerp.br//handle/12345/377> Acesso em: 11 maio 2022.

AROUCA, N. G. F. D. *Presença de metais pesados tóxicos no sedimento depositado em rodovia (sdr) em diversos países: uma meta-análise.* 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/44796> Acesso em: 26 out. 2023.

ARTERIS. Régis Bittencourt. *8º Relatório anual de andamento dos programas ambientais da licença de operação – LO nº 712/2008,* 2021.

BELLIA, V.; BIDONE, E. D. *Rodovias, recursos naturais e meio ambiente.* Rio de Janeiro: EDUFF, 1993.

BESEN, G. R. et al. Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas: a insustentabilidade da geração excessiva de resíduos sólidos. In: SALDIVA, P. et al., (Org.). *Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles.* São Paulo: Ex-Libris, 2010.

BRASIL. *Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.* Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e da outras providencias. Brasília: ICMBIO, 12 fev. 1998. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cma/images/stories/Legislacao/Leis/Lei_9605_98_Llei_de_Crimes_Ambientais.pdf Acesso em: 12 maio 2023.

BRASIL. *Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002.* Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília: Conama, 5 jul. 2002. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=98303> Acesso em: 9 maio 2023.

BRASIL. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.* Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá

outras providências. Brasília, 2 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm Acesso em: 9 maio 2023.

BRASIL. *Resolução da diretoria colegiada nº RDC nº 222, de 28 de março de 2018.* Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. Brasília, 28 mar. 2018. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2018/rdc0222_28_03_2018.pdf Acesso em: 12 maio 2023.

BRASIL. *Portaria nº 280, de 29 de junho de 2020.* Institui o Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR nacional, como ferramenta de gestão e documento declaratório de implantação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos, dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos e complementa a Portaria nº 412, de 25 de junho de 2019. Brasília, 29 jun. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-280-de-29-de-junho-de-2020-264244199> Acesso em: 11 maio 2023.

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado.* São Paulo: CEMPRE, 2018. Disponível em: https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/11/6-Lixo_Municipal_2018.pdf Acesso em: 13 mar. 2023.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. *Pesquisa CNT de Rodovias 2021.* Brasília, 2021. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/relatorio-gerencial> Acesso em: 11 jul. 2022.

CTB – CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO. *Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.* Brasília: CTB, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503compilado.htm Acesso em: 14 fev. 2023.

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Ministério dos Transportes. *Glossário de termos técnicos rodoviários.* Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/700_glossario_de_termos_tecnicos.pdf Acesso em: 8 fev. 2023.

GÜNTHER, W. M. R. *Resíduos sólidos no contexto da saúde ambiental.* Tese (Livre Docência em Resíduos Sólidos). Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2008. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/6/tde-19072010-144112/pt-br.php> Acesso em: 13 maio 2023.

HOPPEN, C. et al. Resíduos sólidos: origem, classificação e soluções para

destinação final adequada. In: ANDREOLI, C. V.; TORRES, P. L. *Ciência, inovação e ética: tecendo redes e conexões para a sustentabilidade*. Curitiba: SENAR AR-PR, 2021. Disponível em: <https://sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2021/06/GR.0039-Ci%C3%AAncia-Inova%C3%A7%C3%A3o-e-%C3%89tica-%E2%80%93-Sustentabilidade-Livro-t%C3%A9cnico.pdf> Acesso em: 17 abr. 2023.

LOPES, G. V.; KEMERICH, P. D. C. Resíduos de oficina mecânica: proposta de gerenciamento. *Revista Eletrônica Disciplinarum Scientia Ciências Naturais e Tecnológicas*, v. 8, n. 1, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/1222> Acesso em: 05 abr. 2023.

MENEZES, P. et al. Gestão ambiental em rodovia: perícia em rodovia para identificar e valorar impacto ambiental por descarte e acúmulo de resíduos sólidos. *Revista Internacional de Ciências*, v. 6, n. 1, 2016. <https://doi.org/10.12957/ric.2016.25000>

MICHAELIS. Dicionário Brasileiro de Língua Portuguesa. *Usuário*. Ed. Melhoramentos, 2023. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/usuario#:~:text=Dicion%C3%A1rio%20Brasileiro%20da%20L%C3%ADngua%20Portuguesa&text=1%20Que%20utiliza%20algo%3B%20que,uso%2C%20mas%20n%C3%A3o%20a%20propriedade> Acesso em: 27 jan. 2023.

MOREIRA, P. A. G. et al. Impactos ambientais e opções de tratamento dos resíduos provenientes de fraldas descartáveis: revisão da literatura. *Revista Baru – Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos*, v. 6, n. 1, p. e8128, 2020. <https://doi.org/10.18224/baru.v6i1.8128>

PARANÁ. *Lei Estadual nº 20.607, de 10 de junho de 2021*. Dispõe sobre o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Paraná e dá outras providências. Curitiba, 10 jun. 2021. Disponível em: https://www.aen.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/migrados/1006lei20607.pdf Acesso em: 9 maio 2023.

QUEIROZ, A. R. et al. Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e a problemática dos bolsões de resíduos sólidos em município de pequeno porte. *Engenharia Urbana em Debate*, v. 2, n. 2, p. 7-19, 2021. Disponível em: <https://www.engurbdebate.ufscar.br/index.php/engurbdebate/article/view/24/11> Acesso em: 22 mar. 2023.

SALOMÃO, P. E. A. et al. Impactos ambientais gerados pela construção e operação de rodovias. *Research, Society and Development*, v. 08, n. 10, 2019.

<https://doi.org/10.33448/rsd-v8i10.1368>

SANTOS, P. R. S. *Poluentes em sedimento depositado em rodovia: implicações sobre um manancial de abastecimento em Natal/RN*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/25971> Acesso em: 14 jul. 2022.

SÃO PAULO. *Lei Estadual nº 12.300, de 16 de março de 2006*. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. São Paulo, 16 mar. 2006. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html> Acesso em: 13 maio 2023.

SÃO PAULO. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. *Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo 2020* [recurso eletrônico] /Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente; SIMAS, A. L. F. et al. (Orgs.). 1.ed. São Paulo: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, 2020. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2020/12/plano-resi%C-C%81duos-solidos-2020_final.pdf Acesso em: 08 mar. 2023.

SILVA FILHO, C. R. V.; SOLER, F. D. *Gestão de resíduos sólidos: o que diz a lei*. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Editora Trevisan, 2013. 364 p.

SILVA, I. R. A. *Resíduos sólidos e impactos ambientais: um estudo na SP 613 Rodovia Arlindo Bettio em Teodoro Sampaio - SP*. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) – Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, SP, 2019.

SILVA JR, A. G. D.; GÜNTHER, W. M. R. Acidentes com produtos químicos perigosos nas rodovias do Estado de São Paulo: análise e perspectivas. In: GÜNTHER, W. M. R.; PHILIPPI JR, A. *Novos olhares sobre o ambiente urbano com foco na sustentabilidade*. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, USP, 2021, p. 361-383.

SILVA, T. A.; OLIVEIRA, K. M. Descarte de óleos lubrificantes e suas embalagens: estudo de caso dos postos de gasolina e oficinas da cidade de Ituiutaba, estado de Minas Gerais. *OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia*, v. 3, n. 7, p. 101-114, 2011. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/Observatorium/article/view/45130> Acesso em: 2 maio 2023.

SILVEIRA, E. L. C. et al. Determinação de contaminantes em óleos lubrificantes usados em esgotos contaminados por esses lubrificantes. *Química Nova*, v. 29, n. 6, p.1193-1197, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000600009>

VENTURA, H. F. R. *Gestão sustentável dos resíduos sólidos: práticas na universidade federal da paraíba quanto a destinação adequada dos cartuchos e toners.* Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/14014?locale=pt_BR Acesso em: 25 out. 2023.

VIANA, E.; CANDINI, G. *Classificação de resíduos sólidos: uma visão multi-dimensional.* Curitiba: Editora CRV, 2016.

Parte III

**Ambiente urbano,
infraestrutura e interfaces
com o desenvolvimento
sustentável**

7

Instrumentos de gestão para o enfrentamento de problemas urbanos complexos: uma proposta de Índice de Vulnerabilidade Socioambiental¹

Djonathan Gomes Ribeiro
Maria da Penha Vasconcellos

DESENVOLVIMENTO COMO CRESCIMENTO E AS DESIGUALDADES ECONÔMICAS

Pelo menos desde a revolução industrial, ocorrida no século XVIII, a visão de desenvolvimento esteve atrelada à ideia de progresso e crescimento econômico, tendo como foco o desenvolvimento industrial e o aumento da produtividade. Bresser-Pereira (2014) aponta que, não por acaso, Turgot, um economista, pode ser considerado como o fundador da ideia de progresso e destaca excerto de Condorcet que afirma que “o progresso das indústrias e do bem-estar de cada geração decorre ‘ou de seus próprios progressos ou da preservação dos bens das indústrias precedentes’” (Condorcet, 1988 [1793] *apud* Bresser-Pereira, 2014, p. 37).

¹ Este capítulo é uma síntese da pesquisa desenvolvida na dissertação de mestrado “Pobreza e sustentabilidade ambiental em área urbana: um estudo sobre o município de Santos (SP)” (Ribeiro, 2023).

A visão de progresso atrelado ao crescimento econômico permaneceu ao longo dos séculos, tendo se intensificado no século XX (Bresser-Pereira, 2014; Veiga, 2015). No pós segunda guerra, com a criação da Organização das Nações Unidas (ONU) se reconheceu a grande disparidade gerada ao longo dos séculos entre algumas nações industrializadas e demais países em relação aos seus padrões de vida, definindo-se como meio para diminuir esta desigualdade a noção de “desenvolvimento”, que servia como uma nova designação para o conceito de progresso, porém destacando-se fortemente o viés econômico (Bresser-Pereira, 2014; Machado; Pamplona, 2008) ou de crescimento. A primeira, segunda e terceira décadas de desenvolvimento promovidas pela ONU, respectivamente, 1960, 1970 e 1980, focaram principalmente na transformação econômica, no crescimento e na industrialização (Fukuda-Parr; Hulme, 2009).

No entanto, Machado e Pamplona (2008) destacam a inexistência de uma relação automática entre crescimento e redução das desigualdades ou da pobreza apontando que, após a década de desenvolvimento da ONU dos anos 1960, que teve como intenção promover um crescimento econômico anual, *no mínimo*, de 5% entre os países subdesenvolvidos, o aumento no crescimento econômico não necessariamente gerou melhorias nas condições de vida da maioria das pessoas nos países em desenvolvimento apesar de parte dos países caracterizados como tal terem alcançado a meta de crescimento.

A desassociação entre crescimento econômico e redução das desigualdades em um modelo de desenvolvimento capitalista que não tenha ou conte com escassa regulação por parte do Estado no que se refere à distribuição dos resultados econômicos pode ser compreendida a partir das análises de Piketty. Segundo o autor,

(...) é ilusório pensar que existem, na estrutura de crescimento moderno, ou nas leis da economia de mercado, forças de convergência que conduzam naturalmente a uma redução da desigualdade da riqueza ou a uma estabilização harmoniosa (Piketty, 2014, p. 367).

Um elemento por trás da produção da desigualdade está no fato da propriedade do capital e seus rendimentos ou da riqueza sempre serem mais concentrados do que as rendas provindas do trabalho (salário) Piketty (2014). Independente da época, em todas as sociedades conhecidas, a metade mais pobre da população em termos patrimoniais possui quase nada, em torno de 5% da riqueza total; o décimo superior detém mais de 60% da riqueza total, podendo chegar a 90%; e os 40% da população, entre os 50% mais pobres e

os 10% mais ricos, detém algo entre 5% e 35% do patrimônio total Piketty (2014). A concentração do capital ou da riqueza continua, desta forma, extremamente forte no mundo, apesar da redução observada em países europeus desenvolvidos a partir dos choques derivados das duas guerras mundiais e da adoção de tributações sobre o capital e sobre sua renda Piketty (2014).

O estudo sobre as desigualdades realizado por Piketty (2014) põem em xeque a ideia de que o modelo de desenvolvimento capitalista baseado no crescimento econômico leve de forma automática a redução das desigualdades ou a redução da pobreza – muito pelo contrário –, justamente pelo fato dos frutos da economia serem apropriados de forma fortemente desigual, garantindo maiores ganhos ao topo da pirâmide econômica, notadamente os 10% ou 1% com maiores salários ou patrimônios (riqueza).

REFLEXO DAS DESIGUALDADES ECONÔMICAS NO TERRITÓRIO

As desigualdades econômicas têm reflexo na ocupação do território urbano, produzindo segregação e desigualdades socioterritoriais. Não é difícil identificar em muitas cidades, como em capitais que representam centros econômicos, por um lado, espaços reservados para moradia de populações com poder aquisitivo de médio a alto, e, por outro lado, espaços nos quais habitam populações de baixa renda, geralmente ocupados de forma irregular, caracterizando uma segregação territorial baseada na renda. São espaços que não foram reservados, mas sobraram por não serem de interesse do mercado imobiliário ou serem impróprios para ocupação por decorrência do perigo ambiental, como de inundação ou escorregamento, aos quais estão sujeitos (Silva; Travassos, 2008). Destaca-se que desastres ambientais são elementos que contribuem para a manutenção da pobreza (Cavedon; Vieira, 2011), pois, por exemplo, bens materiais conquistados ao longo do tempo podem ser perdidos, exigindo novos esforços por parte das populações de baixa renda para reconquistá-los. Os baixos salários garantidos pelo setor informal ou formal para a população de baixa renda somados à insuficiência de políticas habitacionais impossibilitam o acesso ao mercado formal de habitação, empurrando-as para áreas desvalorizadas nos centros urbanos ou em suas periferias. Como apontam Silva e Travassos, essa forma de produção urbana existe há algumas décadas no Brasil:

A conjugação de determinadas circunstâncias, dentre as quais a ausência sistemática do poder público na provisão de políticas públicas habitacionais de interesse social, fez com que o então denominado **modelo de expansão periférica** prevalecesse no contexto brasileiro desde a década de

1950 e se transformasse em uma das formas de acesso habitacional mais significativa do país. Além do movimento de ‘periferização’ das cidades, observa-se, a partir da década de 1980, um **processo crescente de favelização** nas regiões metropolitanas brasileiras [grifo dos autores] (Silva; Travassos, 2008, p. 33-34).

Por serem ocupadas de forma irregular, as áreas onde vivem as populações de baixa renda não contam inicialmente com infraestrutura urbana básica, como asfaltamento, saneamento básico ou ligação elétrica regular, nem com serviços públicos básicos, como saúde, educação ou assistência social. Para as populações instaladas nas periferias ainda há o fator de morar distante dos locais de emprego. Essas condições caracterizam uma situação de desigualdade socioterritorial e consequentemente de níveis de desenvolvimento humano.

ALGUMAS CONSEQUÊNCIAS SOCIOAMBIENTAIS DAS DESIGUALDADES SOCIOTERRITORIAIS

A ausência de planejamento e infraestrutura urbana básica em áreas de ocupação irregular resulta em maior impacto socioambiental (Moretti; Fernandes, 2000 *apud* Silva; Travassos, 2008). A ausência de saneamento básico contribui para o despejo irregular do esgoto doméstico que pode resultar na contaminação do solo e de águas subterrânea; o descarte irregular dos resíduos sólidos ou a queima, pode contribuir para a proliferação de vetores de doenças como ratos e baratas e também para contaminação do ar, do solo e de águas subterrâneas. Essa situação tem potencial para gerar um impacto ambiental ou um desequilíbrio no ecossistema². Por sua vez, o acesso à água sem tratamento, bem como o contato com o esgoto despejado de forma irregular, os vetores atraídos pelo descarte irregular dos resíduos sólidos e a fumaça da queima dos resíduos podem contribuir para a proliferação de doenças entre a população.

A autoconstrução das habitações sem a observação de parâmetros arquitetônicos e urbanísticos também tem impactos na saúde humana. A possível má ventilação das habitações pode colaborar com a disseminação de doenças respiratórias (Pasternak, 2016) e também circulatórias relacionadas a ausência de conforto térmico adequado em um contexto de mudan-

2 Segundo Moreira (1999, p. 112), o impacto ambiental diz respeito a “qualquer alteração produzida pelos homens e suas atividades nas relações constitutivas do ambiente e que excedam a capacidade de absorção desse ambiente”.

ças climáticas (Silva; Ribeiro; Santana, 2014). Problemas estruturais também podem representar risco de desabamento ou incêndio total ou parcial das habitações. Como destacado por Pasternak (2016), ao tratar sobre o município de São Paulo, os problemas estruturais das habitações e seus impactos à saúde humana representam um limite dos programas de urbanização de favelas, pois geralmente tratam apenas de aspectos urbanísticos, que são importantes, porém, não suficientes para garantir segurança e qualidade de vida às populações dessas áreas:

Se a política de urbanização de favelas conseguiu êxito ao fornecer água a quase todos os domicílios nos assentamentos subnormais, esgoto a mais de 67% deles e coleta de lixo (embora com frequência desconhecida e com o auxílio de containers), as casas faveladas continuam apresentando fortes precariedades: embora majoritariamente em alvenaria e com sanitário individual, são mal ventiladas, sem exposição à luz solar, úmidas, mal divididas, com cobertura pouco isolante e que permite a infiltração de água, possibilitando o aparecimento de mofo. O espaço comunitário não é tratado, apresentando não raro montes de lixo e entulho, atraindo artrópodes, mosquitos e ratos. Não há área verde nem outro tipo de área de lazer, o arruamento é tortuoso e pouco claro. O desafio de tornar esse espaço e essas unidades de moradia casas saudáveis torna-se cada vez mais complexo, o que traz uma reflexão sobre as políticas de urbanização de favelas atuais (Pasternak, 2016, p. 63).

A construção em locais sujeitos a escorregamento de terra ou inundações também podem representar um risco de morte; e as inundações representam também um risco à saúde, pois o contato com água contaminada eleva o risco de doenças (Coelho-Zanotti; Massad, 2012 *apud* Ribeiro; Pesquero; Coelho, 2016).

Onde as moradias se localizam distantes dos locais de trabalho, as pessoas necessitam de maior tempo no transporte para acessá-los, passando mais tempo no trânsito expostas à poluição nos casos em que a maior parte do trajeto seja feita por ônibus (ITDP, 2020a).

RELAÇÃO ENTRE DESIGUALDADES, POBREZA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL

Embora o movimento ecologista ou ambientalista tenha se fortalecido internacionalmente a partir de produções científicas que destacavam

os impactos ambientais derivados de atividades humanas, nos países pobres ou em desenvolvimento esses movimentos também tinham entre suas pautas a necessidade de redução das desigualdades socioeconômicas e a relação entre essas desigualdades e as questões ambientais.

Em 1987, Viola destacava a diferença do movimento ecologista entre os países de 1º e 3º mundo. Apontava que enquanto no 1º mundo estão praticamente resolvidos os problemas de satisfação de bens e serviços de necessidades básicas (saneamento, vestimenta, transporte), no 3º mundo a maioria da população vive em condições miseráveis, como resultado, os problemas de degradação socioambiental no terceiro mundo são muito mais graves (Oliver, 1983 *apud* Viola, 1987). O não acesso à habitação formal por grande parte da população de baixa renda que leva à ocupação irregular e à degradação ambiental, destacada na seção anterior, exemplifica o cenário nos países em desenvolvimento ainda atualmente. Estes diferentes cenários fazem com que a luta do movimento ecologista no Sul Global seja mais difícil que no Norte. Enquanto nos países do último a educação ambiental e a disseminação de ideais pós-materialistas fazem parte da principal linha estratégica, no Sul, a combinação entre os problemas de degradação ambiental e injustiça social, faz com que seja necessária a realização de um processo de desenvolvimento que seja, ao mesmo tempo, ecologicamente equilibrado e socialmente justo, implicando em uma queda estrutural das desigualdades que, ao mesmo tempo, elevaria o consumo material dos mais pobres, estagnaria e racionalizaria o crescimento do consumo das classes médias e reduziria o consumo das classes altas; movimento que exigiria uma reestruturação de poder mais drástica do que no primeiro e no segundo Mundo. Interessante notar que as colocações de Viola, no final dos anos 1980, ainda servem para descrever o mundo de hoje, vide os escritos de Piketty (2014) que orienta para a adoção de instrumentos legais que reduzam e mantenham baixas as elevadas desigualdades globais que ainda são observadas dentro dos países, tanto desenvolvidos quanto em desenvolvimento.

Desde a segunda metade do século XX e de forma crescente até a atualidade, movimentos internacionais em prol do desenvolvimento sustentável – em partes representados nas declarações e documentos da ONU sobre o assunto – destacam a relevância da superação da pobreza e das desigualdades como algo necessário para que se alcancem formas de desenvolvimento sustentável (Ribeiro; Vasconcellos, 2021). Como exemplo, a Agenda 2030 da ONU, aprovada em 2015, que sintetiza em 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas um “roteiro” de transição, destaca como primeiro objetivo a erradicação da pobreza e como

décimo a redução das desigualdades dentro e entre os países (ONU, 2015). Revisão científica dos ODS realizada pelos *International Council for Science* (ICSU) e *International Social Science Council* (ISSC) destacam igualmente a necessidade de enfrentar a pobreza como meio de promover formas de desenvolvimento sustentáveis, sendo o enfrentamento das desigualdades de geração e apropriação de riqueza indispensável nesse processo (ICSU; ISSC, 2015).

Conservação ou redução de impactos ambientais decorrentes de atividades humanas relacionados ao uso e ocupação do solo e acessibilidade adequada a equipamentos públicos e a emprego são temas indispensáveis à sustentabilidade ambiental com justiça e equidade social e podem ser abordados de forma integrada em processos de desenvolvimento territorial amparados por processos de planejamento urbano e regional.

Lacerda (2013) define o planejamento urbano e regional como um campo de conhecimento multidimensional composto por diferentes disciplinas que têm o ser humano como “objetivo primeiro”; e em constante transformação, seja pela agregação de novas disciplinas e temáticas, seja por ajustes teórico e conceituais. Considera-se assim que ele é adequado a uma visão de desenvolvimento sustentável que é intrinsecamente transdisciplinar.

Segundo as “Diretrizes Internacionais para Planejamento Urbano e Territorial”,

O planejamento urbano e territorial tem uma função econômica inerente e fundamental [e se trata] de um **instrumento poderoso para reformular formatos e funções de cidades e regiões, visando gerar crescimento econômico endógeno, prosperidade e emprego, lidando com as necessidades dos grupos mais vulneráveis, marginalizados e carentes** [grifo dos autores] (ONU-Habitat, 2015, p. 2).

O planejamento urbano e territorial inclui planejamento espacial, visando facilitar e articular decisões políticas com base em cenários diferentes e traduzindo essas decisões em ações que **transformarão o espaço físico e social e apoiarão o desenvolvimento de cidades e territórios integrados** [grifo dos autores] (ONU-Habitat, 2015, p. 23).

No que se refere à importância da acessibilidade a equipamentos públicos e ao emprego na promoção do desenvolvimento social e enfrentamento das desigualdades socioterritoriais, Pereira et al. (2020, p. 9) consideram que o conceito de acessibilidade:

(...) articula de maneira mais explícita como políticas de transporte e políticas de desenvolvimento e uso do solo urbano interagem de maneira a impactar as capacidades das pessoas de se deslocarem nas cidades (...). Ademais, a ideia de acessibilidade traz à tona a dimensão espacial da injustiça e desigualdade no acesso a oportunidades, e ajuda a incorporar de maneira explícita a noção de espaço no desenho de políticas destinadas a enfrentar essas injustiças (Farrington; Farrington, 2005; Pereira; Schwanen; Banister, 2017).

Tendo em vista as considerações expostas, verifica-se que o planejamento urbano e regional é indispensável para a promoção do desenvolvimento territorial sustentável.

DIMENSÕES A SEREM CONSIDERADAS EM UM ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL

Nos processos de planejamento urbano e regional é importante a disponibilidade de informações atualizadas e desagregadas sobre o território a ser trabalhado. Nesse sentido, indicadores podem ser relevantes na compreensão das dinâmicas socioterritoriais.

Na busca por compreensões multidimensionais sobre determinado local, são formulados índices, conjunto de indicadores sobre diferentes temáticas apresentados de forma agregada. Um índice de vulnerabilidade socioambiental tem o potencial de reunir informações relevantes sobre dimensões de pobreza, sustentabilidade ambiental e desigualdades territoriais de forma a representar – sendo, portanto, uma aproximação da realidade - as condições de desenvolvimento ou privação social de uma comunidade.

Considerando a literatura apresentada anteriormente, foi realizado um estudo de caso sobre o município de Santos. Ambos, revisão da literatura e estudo de caso, colaboraram para a proposição de dimensões a serem consideradas em um índice de vulnerabilidade socioambiental formulado, portanto, a partir da mescla entre as perspectivas dedutiva e empírica. O índice tem como objetivo colaborar para identificação de territórios socioambientalmente vulneráveis; para o planejamento de ações pelo poder público com fins a redução dessa vulnerabilidade; e consequentemente para o controle social em relação às ações do poder público por possibilitar o acompanhamento pela sociedade da evolução do índice de vulnerabilidade socioambiental de determinados territórios ao longo do tempo.

A proposta do índice pretende colaborar com a reflexão sobre dimensões a serem consideradas na mensuração da vulnerabilidade socioambiental e como relacioná-las. Como os elementos específicos de cada dimensão do índice apresentado foram selecionados a partir da realidade do Município de Santos, não há a pretensão de que ele se aplique como tal a todas as realidades, sendo necessário considerar outros elementos específicos de cada dimensão que sejam mais adequados a cada contexto³.

O Município de Santos foi escolhido como referência para a elaboração do índice de vulnerabilidade socioambiental pois análises iniciais do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social 2010 (Seade, 2010) e de indicadores de qualidade e perigo ambiental presentes no DataGeo⁴ apontaram desigualdades socioterritoriais significativas no Município e a conjunção entre pobreza, perigo e degradação ambiental presente em determinados territórios. Ao estar localizado em uma zona costeira, Santos também sofre com sérios riscos associados às mudanças climáticas (Prefeitura de Santos, 2022) assim como as demais áreas urbanas em zonas costeiras, que representam mais de 90% das áreas urbanas do mundo (C40 Cities; McKinsey Sustainability, 2021). Além disso, o Município está em uma região com tradição em planejamento regional e territorial⁵ e também tem tradição nessa área, destacando-se os Planos de Saneamento de 1905 e o Plano Diretor Físico do município de 1968 que tiveram impacto significativo na estrutura e fisionomia da área urbana de Santos (Carriço, 2021), possibilitando verificar a existência ou não de influência dessa tradição nas situações de vulnerabilidade socioambiental.

Segundo Alves (2006, p. 47), o termo vulnerabilidade socioambiental pode ser compreendido como “(...) categoria analítica que pode expressar os fenômenos de interação e cumulatividade entre situações de risco e degradação ambiental (vulnerabilidade ambiental) e situações de pobreza e privação social (vulnerabilidade social)”. Esteves (2011), Cavedon e

3 Como exemplo, em Santos, a bicicleta é um importante meio de transporte, assim o acesso a ciclovias foi um elemento considerado na dimensão de mobilidade do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental calculado para Santos. Em outra localidade, pode ser que o metrô seja um importante meio de transporte, assim esse deve ser considerado junto com outros modais relevantes na dimensão de mobilidade do Índice.

4 DATA GEO. Infraestrutura de dados espaciais ambientais do Estado de São Paulo. [2024]. Disponível em: <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/> Acesso em: 26 ago 2024.

5 A Baixada Santista conta com planos como o Zoneamento Ecológico-Econômico, o Plano Metropolitano de Desenvolvimento Estratégico e o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado – este último, ainda não sancionado, embora formulado.

Vieira (2011) apresentam perspectivas semelhantes sobre como dimensões socioeconômicas interagem com dimensões ambientais agravando vulnerabilidades, indicando assim que uma dimensão não pode ser analisada independentemente da outra.

Chegou-se a compreensão de que um índice de vulnerabilidade socioambiental focado em áreas urbanas deve agregar informações sobre o recorte territorial utilizado como unidade de análise que abordem: 1) acessibilidade urbana a infraestruturas de mobilidade e a serviços básicos de educação, saúde e assistência social; 2) nível de pobreza; 3) densidade demográfica; 4) nível de perigo ambiental ao qual está sujeito o território, podendo incluir informações sobre risco climático futuro; 5) acesso a serviços de saneamento básico, compreendendo acesso à água da rede geral, coleta de esgoto, e coleta de lixo. Um índice que aborde desta maneira tanto a dimensão social (itens de 1 a 3) quanto ambiental (itens 4 e 5) da vulnerabilidade socioambiental. Em relação ao recorte territorial a servir como unidade de análise, considera-se que ele deve ser o menor possível para o qual haja dados disponíveis, como os setores censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pois isso pode facilitar a intervenção do poder público com o objetivo de eliminar ou superar situações de elevada vulnerabilidade socioambiental.

A relevância de considerar o nível de acessibilidade urbana está no fato da centralidade desse elemento para o desenvolvimento social em contexto urbano. Serviços de mobilidade são fundamentais para garantir acesso a equipamentos públicos e ao emprego. Entre esses serviços, devem ser considerados não apenas transportes recomendados para deslocamentos de média a longa distância, como ônibus, Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) ou metrô, mas também meios de transporte ativo como a bicicleta e toda a infraestrutura necessária para garantir segurança aos ciclistas como ciclofaixas e ciclovias (TA, 2020?); a bicicleta pode ser um importante meio de locomoção para a população de baixa renda servindo como um diminuidor de tempo de deslocamento para equipamentos públicos e privados em curtas e médias distâncias (ITDP, 2020b). Ressalta-se a relevância que vem sendo dada internacionalmente por alguns especialistas ao conceito de cidade de 15 minutos, onde o transporte ativo ganha destaque, como forma de aumentar a qualidade de vida em áreas urbanas (Schauenberg, 2023).

Em relação aos equipamentos ou serviços públicos a serem considerados na mensuração de acessibilidade, entende-se que os equipamentos indispensáveis ao processo de desenvolvimento social devem ser levados em consideração como acesso a escolas em seus diferentes níveis de ensino básico (infantil, fundamental e médio), acesso a serviços de saúde em seus

diferentes níveis de complexidade (básica, médio e alta), acesso a serviços de assistência social básica (Pereira et al., 2020). Em relação ao acesso a serviços de assistência social básicos que ocorrem nos Centros de Referência da Assistência Social, em teoria eles são estratégicos em processos de enfrentamento da vulnerabilidade social uma vez que servem como porta de entrada para serviços básicos e de maior complexidade da assistência social e podem atuar de forma intersetorial realizando encaminhamentos para serviços de demais secretarias de acordo com cada caso, contribuindo com o acesso da população mais pobre aos demais serviços públicos; contudo, destaca-se que, embora a área de assistência social tenha um papel relevante no enfrentamento da pobreza e vulnerabilidade social intersetorialmente, esse deve ser um esforço feito pela gestão municipal como um todo, sendo uma orientação estratégica de governo que abranja todas as secretarias relevantes (Brasil, 2009).

As informações sobre o nível de pobreza do território, que pode ser mensurada pela proporção de domicílios pobres do recorte territorial analisado, é mais um elemento que, aliado à informação sobre o nível de restrição de acessibilidade à infraestrutura e serviços públicos, colabora para compreender o nível de desenvolvimento ou vulnerabilidade social de uma comunidade.

Considera elementos relevantes ao processo de desenvolvimento social ao avaliar a vulnerabilidade socioambiental é significativo pois esta se trata de um fenômeno social relacional, comprehende-se que quanto maior o desenvolvimento social de uma comunidade, maiores condições ela terá para lidar e se recuperar de impactos ambientais oriundos de desastres (Cavedon; Vieira, 2011), bem como ter condições de tomar decisões e ações que diminuam seu nível de exposição ao perigo ambiental, ao escorregamento ou à inundação por exemplo, ou a espaços ambientalmente degradados que representem risco à saúde, como mudar-se para um local sob menor perigo ambiental e com maior qualidade ambiental. Assim, quanto maior a vulnerabilidade social, maior tende a ser a vulnerabilidade ambiental.

Na dimensão ambiental de um índice de vulnerabilidade socioambiental, é relevante considerar o nível de exposição de perigo ambiental a escorregamento, inundação, climático e tecnológico (como a contaminação do solo, do ar ou da água) ao qual uma comunidade está exposta. Desastres ambientais podem contribuir para a manutenção de situações de pobreza e vulnerabilidade social ou de forma mais grave a perda de vidas. Em um contexto de mudanças climáticas, onde se esperam impactos como aumento da intensidade das chuvas e elevação do nível do mar (IPCC, 2023), é relevante analisar os perigos aos quais as comunidades estão expostas não

apenas pelo histórico de ocorrência de desastres, mas também pelas previsões de impactos climáticos aos quais os territórios estarão sujeitos (Ribeiro, 2023)⁶. A partir dessa compreensão, entende-se que comunidades que já estavam sob perigo de escorregamento e inundação podem ter o perigo agravado e comunidades que não conviviam com estes perigos podem passar a conviver. Estamos passando por uma mudança de realidade climática, fator que pode representar mudanças no dia a dia de muitas comunidades.

Finalmente, os serviços de saneamento básico são indispensáveis em contextos urbanos. A ausência do fornecimento de água tratada da rede geral pode representar riscos à saúde pelo consumo de água contaminada; a não coleta do esgoto doméstico e seu despejo irregular representa sério risco de contaminação do solo e de águas subterrâneas, além de poder contribuir para a proliferação de mosquitos transmissores de doenças como a dengue; o descarte irregular de resíduos sólidos também pode contribuir para proliferação de doenças (Portela et al., 2011; Silva; Machado, 2018; Silveira; Sant'anna, 1990). A ausência de saneamento básico pode gerar um impacto ambiental significativo no território que por sua vez pode gerar prejuízos à saúde humana. O ser humano é integrante do meio ambiente e ao degradá-lo também é prejudicado.

UMA POSSÍVEL FORMA DE CÁLCULO DE UM ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL

A partir das dimensões apresentadas na seção anterior, sugere-se uma forma de cálculo relativamente simplificada que pode facilitar sua elaboração por técnicos municipais, colaborando para rápida identificação dos diferentes níveis de vulnerabilidade presentes no território municipal. As etapas são detalhadas a seguir.

A **primeira etapa** trata de ordenar em forma decrescente as unidades territoriais de análise de acordo com a incidência de pobreza, proporção de domicílios pobres do setor. Pois comprehende-se que quanto maior a incidência de pobreza de um território maior é o impacto social negativo ao desenvolvimento causado pelas restrições de acessibilidade aos equipamentos públicos e privados urbanos (sendo maior a vulnerabilidade social) (Pereira et al., 2020; Seade, 2010) e também é maior o risco ambiental

⁶ Entrevista concedida em 2022 por Ivan Maglio para a pesquisa de mestrado “Pobreza e sustentabilidade ambiental em área urbana: um estudo sobre o Município de Santos (SP)” (Ribeiro, 2023).

pela menor condição de lidar com os desastres ambientais (sendo maior a vulnerabilidade ambiental) (Cavedon; Vieira, 2011). Após ordenados, as unidades territoriais devem ser separadas em quatro grupos a partir do cálculo de quartis dos valores de pobreza. Estes quatro grupos servirão como referência para os quatro grupos de vulnerabilidade socioambiental. Sendo assim, o G4 agrupa 25% das unidades territoriais com as maiores proporções de domicílios pobres e o G1 agrupa 25% das unidades territoriais com as menores proporções de domicílios pobres.

A **segunda etapa** trata de ordenar as unidades territoriais de cada um dos quatro grupos por risco ambiental, considerando sob risco ambiental grave aquelas que correm tanto perigo de escorregamento quanto perigo de inundação; essas unidades são as mais socioambientalmente vulneráveis de seus respectivos grupos. Esta medida é adotada por considerar que em uma classificação de vulnerabilidade socioambiental a proteção imediata da vida contra desastres ambientais deve ter prioridade máxima dentro de cada grupo de vulnerabilidade, e se considera que estas unidades correm maiores riscos ambientais em relação aquelas que enfrentam somente um dos perigos de escorregamento ou inundação. Entre estas unidades territoriais, devem ser consideradas mais vulneráveis as que contam com maior proporção de moradores em relação ao total de moradores urbanos do Município, pois são mais pessoas sofrendo risco ambiental grave (esta é a **terceira etapa**). As proporções de moradores das unidades territoriais em relação à população urbana devem ser separadas em quatro grupos, utilizando-se de quartis, desta forma, o grupo de unidades com as 25% maiores proporções de moradores é considerada prioritária em relação as demais e assim por diante.

A **quarta etapa** trata, em cada um dos quatro grupos de vulnerabilidade, de ordenar em forma decrescente por nível de restrição de acessibilidade aos equipamentos públicos urbanos as unidades que não sofrem com risco ambiental grave. Pois quanto maior a restrição de acesso a equipamentos públicos urbanos entre as populações em situação de pobreza, menor as oportunidades de desenvolvimento social. Considera-se que, em determinados casos, se uma pessoa tem oportunidades de desenvolvimento socioeconômico ela pode obter recursos suficientes para se mudar para locais com menor perigo e degradação ambiental, sendo assim, o desenvolvimento socioeconômico pode ser relevante para a redução da vulnerabilidade ambiental.

Na mensuração do nível de restrição de acessibilidade, os diferentes tipos de restrição devem receber pesos que influenciam na soma final do nível de restrição. A pontuação pode ser consultada na Tabela 1 e varia de 0 a 25 pontos, sendo que 0 representa nenhuma restrição de acessibilidade e 25 representa restrição máxima de acessibilidade. Com os pesos busca-se re-

tratar a relevância de cada tipo de acesso no processo de desenvolvimento social. As mensurações de acessibilidade podem ser feitas considerando o domicílio da unidade territorial mais distante da infraestrutura ou do equipamento público considerado, pois considera-se que se o domicílio mais distante estiver dentro da distância ou tempo de deslocamento considerados ideais, os demais domicílios da unidade territorial também estarão. É importante que as mensurações das distâncias e tempos de deslocamentos levem em consideração possíveis caminhos efetivamente percorridos pelos moradores, para aproximar os indicadores de restrição de acessibilidade da realidade da população (ITDP; Multiplicidade Mobilidade, 2020).

Tabela 1 – Pesos por restrição de acesso à infraestrutura ou serviço público

Infraestrutura ou serviço	Ponto (peso)
Infraestrutura cicloviária – acima de 300 metros de distância do domicílio (ITDP; Multiplicidade Mobilidade, 2020).	1,5
Ponto de ônibus – acima de 500 metros de distância do domicílio (Campos; Ramos, 2005).	1
Saúde baixa complexidade – acima de 30 min. de deslocamento a pé desde o domicílio (ITDP, 2020c).	3,5
Saúde média complexidade – acima de 30 min. de deslocamento em transporte público em horário de pico (7h) desde o domicílio (ITDP, 2020c).	3
Saúde alta complexidade – acima de 30 min. de deslocamento em transporte público em horário de pico (7h) desde o domicílio (ITDP, 2020c).	3
Ensino infantil (creche e pré-escola) - acima de 15 min. de deslocamento a pé desde o domicílio (ITDP, 2020b).	2,5
Ensino fund. iniciais – acima de 15 min. de deslocamento a pé desde o domicílio (ITDP, 2020b).	2
Ensino fund. finais – acima de 15 min. de deslocamento a pé desde o domicílio (ITDP, 2020b).	2
Ensino médio – acima de 15 min. de deslocamento a pé desde o domicílio (ITDP, 2020b).	2,5
Assistência – acima de 15 min. de deslocamento a pé desde o domicílio. ⁷	4
Soma	25

⁷ O tempo de até 15 minutos de deslocamento a pé foi considerado ideal, tendo em vista a importância dos CRAS estarem próximos das populações potencialmente usuárias do serviço (Brasil, 2009).

Obs: os termos baixa, média e alta complexidade de serviços de saúde, seguem a nomenclatura própria da área de saúde, onde baixa complexidade se refere à atenção básica, média complexidade a atendimento de urgência e emergência ou pronto atendimento, e alta complexidade a serviços especializados hospitalares.

A pontuação na Tabela varia de 0 a 25 pontos, sendo que 0 representa nenhuma restrição de acessibilidade e 25 representa restrição máxima de acessibilidade.

A **quinta etapa** trata, entre as unidades territoriais de cada grupo que não contam com risco ambiental grave, ordenar aquelas com o mesmo nível de restrição de acessibilidade pelo percentual de moradores da unidade em relação à população urbana do Município, colocando acima as unidades pertencentes aos grupos com maior percentual. Esta medida é adotada por considerar que nas unidades territoriais com mais população há um maior número de pessoas com restrição de acessibilidade. Contudo, seguindo um princípio de preservação da vida, se a unidade que estiver em uma faixa de menor proporção populacional estiver sob maior perigo ambiental esta deve ser considerada mais vulnerável que a unidade que está em uma faixa de maior proporção populacional e se encontra na mesma faixa de restrição de acessibilidade.

A **sexta etapa** trata de ordenar as unidades territoriais de cada grupo que contam com o mesmo nível de restrição de acessibilidade e estão na mesma faixa populacional de acordo com as restrições de acesso a serviços de saneamento básico, considerando mais vulnerável a unidade que contar com menor acesso. Neste caso, a unidade territorial que não conta com acesso a serviço de água, esgotamento ou coleta de lixo é mais vulnerável que aquela que conta com todos os serviços de forma parcial ou integral.

Os resultados do Índice são apresentados a partir de um conjunto de gráficos e mapas de cada dimensão considerada em sua formulação, de forma a evitar a perda de informação relevante por decorrência de agregação de dimensões, e também por meio de uma tabela e um mapa com o ranqueamento das unidades territoriais de acordo com o nível de vulnerabilidade socioambiental. Além de identificar os territórios prioritários para intervenção com fins ao enfrentamento da vulnerabilidade socioambiental pelo ranqueamento, a identificação dos territórios sob grave risco ambiental também pode orientar a priorização de populações a serem realocadas ou, quando possível, a priorização de áreas para a realização de obras que reduzam drasticamente os perigos ambientais sob os quais está sujeito o território.

Este exercício foi realizado para o Município de Santos com base em dados primários e secundários. A Figura 1, apresenta um dos resultados

finais do índice, nele é possível ver quatro grupos de vulnerabilidade (G1 - G4) calculados com foco em setores censitários urbanos identificados como concentradores de população em situação de pobreza (sem renda ou com renda de até 1/2 salário mínimo). Os setores do G4 são os mais socioambientalmente vulneráveis. Dentro de cada grupo, os que contam com a letra R são os que estão sob perigo tanto de escorregamento quanto de inundação, sendo os mais vulneráveis de seu respectivo grupo; quanto menor o número após a letra R mais vulneráveis eles são considerados.⁸ Observa-se que ao se considerar todo o território de um município o contraste entre os grupos de vulnerabilidade socioambiental tende a ser muito maior, por incluir grupos sociais de diferentes níveis socioeconômicos.

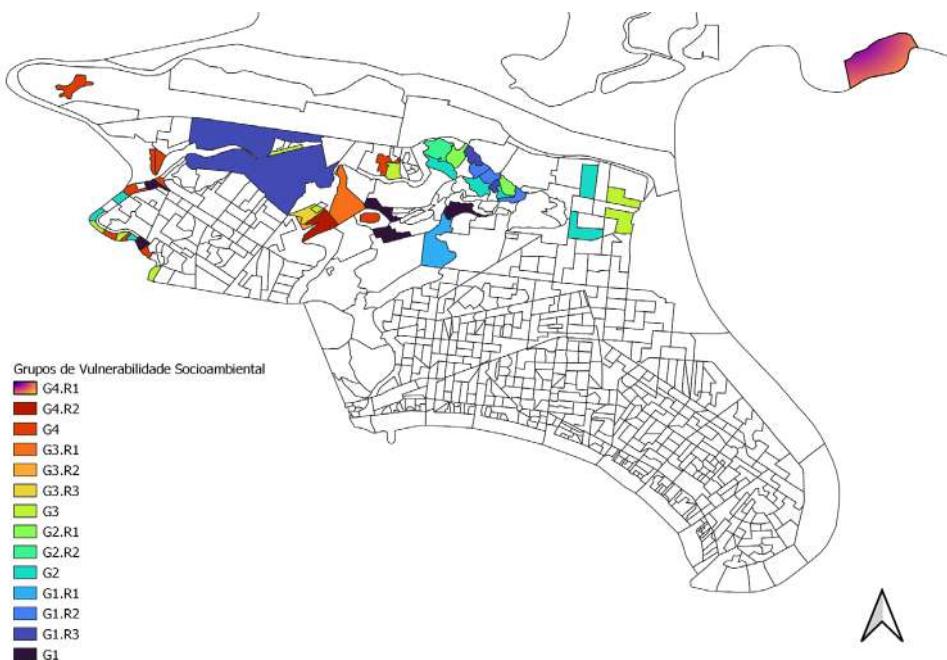


Figura 1 - Índice de Vulnerabilidade Socioambiental – Comunidades Vulneráveis do Município de Santos

⁸ O resultado completo do cálculo realizado para os setores concentradores de pobreza da área urbana do Município de Santos pode ser consultado por meio do seguinte link: Análise de territórios prioritários para ação / Índice de Vulnerabilidade Socioambiental.pdf em RIBEIRO, D. G. Pobreza e Sustentabilidade Ambiental em Área Urbana: um estudo sobre o Município de Santos (SP). Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Em uma escala de vulnerabilidade socioambiental, G1 indica o menos vulnerável, enquanto G4 o mais vulnerável. Dentro de cada grupo, os que contam com a letra R são os que estão sob perigo tanto de escorregamento quanto de inundação, sendo os mais vulneráveis de seu respectivo grupo; quanto menor o número após a letra R mais vulneráveis eles são considerados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em países pobres ou em desenvolvimento, como o Brasil, onde há percentual significativo da população em situação de pobreza e elevados níveis de desigualdades, o processo de transição a formas de desenvolvimento sustentável deve ser realizado promovendo, ao mesmo tempo, redução das desigualdades, da pobreza e sustentabilidade ambiental. O planejamento urbano e regional tem a capacidade de considerar essas diferentes dimensões de forma integrada devido a sua intrínseca multidimensionalidade. Por aliar dimensões sociais e ambientais de forma territorializada, a análise de vulnerabilidade socioambiental tem o potencial para apoiar esse processo de transição integrado promovido por meio de processos de planejamento urbano e regional. Desta forma, é indispensável o fortalecimento das capacidades institucionais da União e especialmente dos Estados e dos Municípios brasileiros para realização de processos de planejamento urbano e regional embasados em indicadores passíveis de desagregação que possibilitem a transformação integrada dos territórios a partir do atendimento às comunidades mais vulneráveis.

REFERÊNCIAS

- ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulista: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 23, n. 1. p. 43-59, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0102-30982006000100004>
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. *Orientações técnicas*: Centro de Referência de Assistência Social - CRAS. República Federativa do Brasil. Brasília: MDS, 2009. Disponível em: https://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/assistencia_social/Cadernos/orientacoes_Cras.pdf Acesso em: 23 fev. 2024.

BRESSER-PEREIRA, L. C. Desenvolvimento, Progresso e Crescimento Econômico. *Lua Nova: Revista de Cultura e Política*, 93, p. 33-60, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0102-64452014000300003>

C40 CITIES; MCKINSEY SUSTAINABILITY. *Focused adaptation: a strategic approach to climate adaptation in cities*. C40 Cities and McKinsey Sustainability, July, 2021. Disponível em: <https://c40.my.salesforce.com/sfc/p/#36000001Enhz/a/1Q00000A9MA/ZOxO84.z876AUV3tsO-FiauSxBcppcUFz0tqEr5xFz7g> Acesso em: 23 fev. 2024.

CAMPOS, V. B. G.; RAMOS, R. A. R. Proposta de Indicadores de Mobilidade Urbana Sustentável Relacionando Transporte e Uso do Solo. *1º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*. São Carlos, Pluris 2005, 2005. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/4871/1/Ramos_CI_2_2005.pdf Acesso em: 25 fev. 2024.

CARRIÇO, J. M. O pensamento crítico de Flávio Villaça e a efetividade do Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana do Município de Santos. Parte I. In: CARRIÇO, J. M.; SALEME, E. R. (Org.). *Temas atuais de direito urbano ambiental*. Santos: Editora Universitária Leopoldianum, 2021. p. 15-65.

CAVEDON, F. S.; VIEIRA, R. S. Conexões entre desastres ecológicos, vulnerabilidade ambiental e direitos humanos: novas perspectivas. *Revista de Direito Econômico e Socioambiental*, v. 2, n. 1, p. 179-206, 2011. <https://doi.org/10.7213/rev.dir.econ.socioambienta.02.001.AO08>

ESTEVES, C. J. O. Risco e Vulnerabilidade Socioambiental: aspectos conceituais. *Caderno IPARDES – Estudos e Pesquisas*, v. 1, n. 2, p. 62-79, 2011.

FUKUDA-PARR, S.; HULME, D. *International Norm Dynamics and ‘the End of Poverty’: Understanding the Millennium Development Goals (MDGs)*. BWPI Working Paper 96; Brooks World Poverty Institute, June 2009. Disponível em: <https://hummedia.manchester.ac.uk/institutes/gdi/publications/workingpapers/bwpi/bwpi-wp-9609.pdf> Acesso em: 20 fev. 2024.

ICSU – INTERNATIONAL COUNCIL FOR SCIENCE; ISSC – INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE COUNCIL. *Review of Targets for the Sustainable Development Goals: The Science Perspective* (2015). Paris: ICSU; ISSC, 2015. Disponível em: <https://council.science/publications/review-of-targets-for-the-sustainable-development-goals-the-science-perspective-2015/> Acesso em: 25 fev. 2024.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate Change 2023. Synthesis Report. Summary for Policymakers.* Geneva: IPCC, 2023. Disponível: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf Acesso em: 25 fev. 2024.

ITDP – INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO. Eletrificação do transporte público é solução urgente no pós-pandemia. #Colabora, 11 dez. 2020a. Disponível em: <https://projeto-colabora.com.br/ods11/eletrofificacao-do-transporte-publico-e-solucao-urgente-para-o-brasil-no-pos-pandemia/> Acesso em: 01 fev. 2022.

ITDP – INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO. Cidades Inclusivas e Acesso às Escolas: Como os futuros gestores municipais precisam atuar para potencializar o acesso às escolas públicas e tornar as cidades brasileiras mais inclusivas e resilientes. *Boletim Mobilizados em foco*, dezembro, 2020b. Disponível em: <https://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2020/12/Boletim-7-MobiliDADOS-cidades-inclusivas-e-acesso-as-escolas.pdf> Acesso em: 23 fev. 2024.

ITDP – INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO. Cidades Resilientes e Acesso aos Serviços de Saúde: Como os futuros gestores municipais precisam atuar para potencializar o acesso da população à saúde e tornar as cidades brasileiras mais resilientes. *Boletim Mobilizados em foco*, abril, 2020c. Disponível em: https://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2020/04/Boletim6_MobiliDADOS.pdf Acesso em: 23 fev. 2024.

ITDP – INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO; MULTIPLICIDADE MOBILIDADE. *Sensibilidade de variáveis sociodemográficas na mobilidade urbana*. 2020. Disponível em: <https://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2021/02/Sensibilidade-de-variaveis-sociodemograficas-na-mobilidade-urbana.pdf> Acesso em: 23 fev. 2024.

LACERDA, N. O campo do Planejamento Urbano e Regional: da multidisciplinaridade à transdisciplinaridade. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 15, n. 1. p. 77-93, 2013. <http://dx.doi.org/10.22296/2317-1529.2013v15n1p77>

MACHADO, J. G. R.; PAMPLONA, J. B. A ONU e o desenvolvimento econômico: uma interpretação das bases teóricas da atuação do PNUD. *Economia e Sociedade*, v. 17, n. 1, p. 53-84, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0104-06182008000100003>

MOREIRA, A. C. M. L. Megaprojetos e ambiente urbano: Parâmetros para

elaboração do relatório de impacto de vizinhança. *PosFAUUSP*, n. 7, p. 109-120, 1999. <https://doi.org/10.11606/issn.2317-2762.v0i7p109-120>

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Transformando Nossa Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil, outubro, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf> Acesso em: 23 fev. 2024.

ONU-HABITAT – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA OS ASSENTAMENTOS HUMANOS. *Diretrizes Internacionais para Planejamento Urbano e Territorial*. Nairóbi: ONU-HABITAT, 2015. Disponível em: https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/04/ig-utp_portuguese.pdf Acesso em: 23 fev. 2024.

PASTERNAK, S. Habitação e Saúde. *Estudos Avançados*, v. 30, n. 86, p. 51-66, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.00100004>

PEREIRA, R. H. M. et al. Desigualdades socioespaciais de acesso a oportunidades nas cidades brasileiras – 2019. *Texto para Discussão* 2535. Brasília; Rio de Janeiro: Ipea, 2020. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9586/1/td_2535.pdf Acesso em: 23 fev. 2024.

PIKETTY, T. *O Capital no Século XXI*. Rio de Janeiro: Editora Intrínseca, 2014.

PORTELA, R. A. et al. A incidência das doenças diarréicas e a sua relação com a ausência de saneamento: uma revisão bibliográfica. *Revista Brasileira de Geografia e da Saúde*, v. 7, n. 13, p. 150-156, 2011. <https://doi.org/10.14393/Hygeia717056>

PREFEITURA DE SANTOS. *Plano de Ação Climática de Santos*. Sumário Executivo. Santos: Prefeitura Municipal de Santos, 2022. Disponível em: https://www.santos.sp.gov.br/static/files_www/files/portal_files/hotsites/pacs/plano_de_acao_climatica_de_santos_pacs_sumario_executivo.pdf Acesso em: 23 fev. 2024.

RIBEIRO, D. G.; VASCONCELLOS, M. P. História, ciência e política: formulação do ODS 1 no contexto da Agenda 2030. In: GÜNTHER, W. M. R.; PHILIPPI JR, A. (Org.). *Novos olhares sobre o ambiente urbano com foco na sustentabilidade*. Coletânea Interfaces Ambiente, Saúde e Sustentabilidade: construindo diálogos e atuações interdisciplinares, n. 4. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 2021. p. 219-254. Disponível em: <http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/>

view/641/571/2156 Acesso em: 25 fev. 2024.

RIBEIRO, D. G. *Pobreza e Sustentabilidade Ambiental em Área Urbana: um estudo sobre o Município de Santos (SP)*. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023. <https://doi.org/10.11606/D.6.2023.tde-22062023-132142>

RIBEIRO, H.; PESQUERO, C. R.; COELHO, M. S. Z. S. Clima urbano e saúde: uma revisão sistematizada da literatura recente. *Estudos Avançados*, v. 30, n. 86, p. 67-82, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.00100005>

SCHAUENBERG, T. Cidade dos 15 minutos: utopia ou projeto viável? DW, 21 mar. 2023. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/cidade-dos-15-minutos-utopia-ou-projeto-vi%C3%A1vel/a-65012181> Acesso em: 23 fev. 2024.

SEADE - SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. *Índice Paulista de Vulnerabilidade Social*, Versão 2010. São Paulo: Seade, 2010. Disponível em: <https://ipvs.seade.gov.br/view/pdf/ipvs/metodologia.pdf> Acesso em: 23 fev. 2024.

SILVA, E. N.; RIBEIRO, H.; SANTANA, P. Clima e saúde em contextos urbanos: uma revisão da literatura. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, v. XIX, n. 1092, 2014. Disponível em: <http://www.ub.es/geocrit/b3w-1092.htm> Acesso em: 20 fev. 2024.

SILVA, J. C. B.; MACHADO, C. J. S. Associação entre dengue e variáveis socioambientais nas capitais do nordeste brasileiro por análise de agrupamentos. *Ambiente e Sociedade*, v. 21, e01332, 2018. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0133r2vu18L4TD>

SILVA, L. S.; TRAVASSOS, L. Problemas ambientais urbanos: desafios para a elaboração de políticas públicas integradas. *Cadernos Metrópole*, n. 19, p. 27-47, 2008. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/8708/6459> Acesso em: 20 fev. 2024.

SILVEIRA, S. S. B.; SANT'ANNA, F. S. P. Poluição Hídrica. In: MARGULIS, S. (Ed.) *Meio Ambiente: Aspectos técnicos e econômicos*. Brasília: Ipea, 1990. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/12060/1/Cap3_poluicao_hidrica.pdf Acesso em: 25 fev. 2024.

TA - TRANSPORTE ATIVO. *Parceria Nacional pela Mobilidade por Bicicleta: Pesquisa Perfil do Ciclista 2018*. [2020?]. Disponível em: <http://ta.org.br/perfil/ciclista18.pdf> Acesso em: 23 fev. 2024.

VEIGA, J. E. *Para entender o Desenvolvimento Sustentável*. São Paulo: Editora 34, 2015.

VIOLA, E. J. O movimento ecológico no Brasil (1974-1986): do ambientalismo à ecopolítica. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, v. 1, n. 3, p. 5-26, 1987.

8

Iniciativas coletivas em espaços públicos durante a pandemia de Covid-19: o caso da Praça Homero Silva no município de São Paulo (SP)

Natalia Zafra Goettlicher
Sonia Maria Viggiani Coutinho

INTRODUÇÃO

A Praça Homero Silva, conhecida como Praça da Nascente (PN), é um espaço público localizado no bairro Pompeia, na Zona Oeste da capital paulista. Com uma diversidade de ações socioambientais, culturais e políticas, coletivas e individuais, de moradores do entorno e de outros locais, que ocorriam em seu interior, teve seu uso mais restrito durante a pandemia de Covid-19. Isso se deu com o Decreto Municipal nº 59.290/2020, que determinou o fechamento dos parques municipais, sob a gestão da Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente (São Paulo, 2020). Essa restrição teve momentos de abrandamentos, até que finalmente o Decreto Municipal nº 60.396/2021 autorizou o funcionamento dos parques municipais em horários normais assim que 80% da população elegível estivesse vacinada ao menos com uma dose, o que ocorreu nos dias subsequentes (São Paulo, 2021). Embora a praça não se enquadre na categoria de parque municipal,

as medidas restritivas envolviam não sair de casa, seja para locais abertos públicos ou fechados.

O objetivo deste capítulo é descrever, a partir de visitas de observação, registros fotográficos e entrevistas semiestruturadas, como se manteve o uso e a conservação da praça, e identificar quais as oportunidades e desafios percebidos nas ações coletivas e individuais durante este período atípico. Indica-se que a praça, anteriormente à pandemia era palco de intensas atividades como festivais, oficinas e mutirões.

O capítulo desenvolve-se da seguinte forma: introdução sobre a problematização; referencial teórico-conceitual dos movimentos sociais, coletivos urbanos, redes e direito à cidade; a importância das áreas verdes urbanas como espaços de articulação para ações coletivas e individuais com destaque para a PN; descrição dos procedimentos metodológicos; resultados, análises e discussões por meio da triangulação das observações, registros fotográficos, entrevistas e literatura, por fim, as conclusões e as referências bibliográficas.

ENQUADRAMENTO TEÓRICO-CONCEITUAL

Movimentos sociais, coletivos urbanos e redes voltadas ao direito à cidade

Estes temas perpassam por Castells (2017), na compreensão dos movimentos sociais a partir da avaliação dos impactos de ações conjuntas sobre instituições e sobre si mesmos e por Gohn (2017), que classifica os diferentes sujeitos sociopolíticos, destacando o caráter educativo das ações coletivas e dos movimentos sociais. Outra pesquisadora, que relaciona a educação com movimentos sociais é Garcia (2009), que afirma que os movimentos sociais contribuem para a construção do campo da educação, pois eles vão além da educação formal.

Castells (2017) relata que ao longo da história, os movimentos sociais são produtores de novos valores e objetivos em torno dos quais as instituições da sociedade se transformam a fim de representar esses valores, criando novas normas para organizar a vida social. Ou seja, eles exercem o contrapoder e são livres do controle dos que detém o poder institucional. Eles também possuem a necessidade de construir um espaço público, onde a comunidade seja livre e que não se limite à internet, para que se torne visível nos lugares da vida social. Assim, conclui que os espaços públicos

ocupados possuem um papel importante na história da mudança social (Castells, 2017).

Harvey (2014) em sua obra “Cidades Rebeldes” afirma que os movimentos pelo direito à cidade encontram-se em plena atividade em várias cidades pelo mundo inteiro. Acredita que a ideia de direito à cidade não surge de caprichos e modismos intelectuais e, sim, das ruas, dos bairros, como um grito de socorro e amparo de pessoas oprimidas em tempos de desespero.

No Brasil, o direito à cidade, está presente na Lei Federal nº 10.257/2001, denominada de Estatuto da Cidade, que “estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental” (Brasil, 2008).

Na obra “Manifesto Convivialista”, os autores Véran e Vandenberghe (2016, p. 10-11), introduzem o tema com a reflexão interessante e relevante para relatar uma cidade ideal:

Imaginemos um mundo perfeitamente convivial! Teríamos uma democracia direta, mais participativa do que representativa. [...] A economia seria plural, definitivamente, enraizada extirpada do binômio mercado/Estado e, novamente, enraizada no mundo da vida, com predominância dos serviços de proximidade e de solidariedade. [...] Numa sociedade na qual se trabalha menos para viver mais e melhor, as relações sociais seriam de colaboração e cooperação, e não de predação e competição. [...] O PIB não seria mais mediria o desgaste coletivo, mas o bem-estar de todos e a felicidade de cada um. Em resumo, o projeto milenar e universal da boa e bela vida com e para os outros, em instituições justas num mundo cosmopolita e num ambiente sustentável, seria finalmente realizado.

Caillé, Vandenberghe e Véran (2016) reforçam as propostas acima consideradas ideais e relatam inúmeras iniciativas existentes, que, por sua vez, já buscam atingir estes valores.

Logo, conclui o que elas possuem em comum: o modo convivialista. Ou seja, elas atuam por uma arte de viver juntos que valorize a relação e a cooperação, além de que permite se opor sem prejudicar-se, cuidando do outro e da natureza, e favorecendo a abertura cooperativa.

Antes da pandemia, era possível participar mais fortemente de iniciativas coletivas em praças e parques, que realizavam ocupações e intervenções presenciais em diferentes zonas de São Paulo, como uma forma de revitalizar, valorizar e desenvolver espaços urbanos verdes de modo mais convivialista. Um exemplo que será analisado neste capítulo é o coletivo

Ocupe & Abrace (O&A) composto pela união de moradores da região da Pompeia (Zona Oeste) (Giaretta; Di Giulio, 2018), com objetivo inicial comum de ocupar a Praça Homero Silva para melhorar a segurança e que depois, levou à descoberta de sua riqueza hídrica, renomeando-a para Praça da Nascente.

Áreas verdes urbanas, espaços públicos e pandemia do Covid-19

O município de São Paulo é uma megaciudadade com mais de 11 milhões de habitantes (IBGE, 2022). Com o processo de urbanização e a redução das áreas verdes, indica-se relevante a conservação das poucas praças e parques existentes na cidade.

Para Moreira et al. (2020), morar em uma megaciudadade provoca impactos adversos na saúde, que podem ser mitigados pela disponibilidade de áreas verdes. Afirmam que os benefícios das áreas verdes na saúde “derivam de fatores que incluem uma redução em poluentes atmosféricos, ruído e impacto do vento, diminuição das temperaturas, promoção de atividades físicas e coesão social” (Moreira et al., 2020, p. 2).

Para Herzog (2013, p. 174), “as paisagens urbanas desempenham funções essenciais para a qualidade de vida humana”. Segundo Spirn (1995, p. 21): “A cidade precisa ser reconhecida como parte da natureza e ser projetada de acordo com isso”.

São diversas as ações de movimentos sociais e ações coletivas em São Paulo como forma de ocupar os espaços públicos com objetivo de obter mudanças concretas nos usos regulares dos mesmos e sobretudo aos direitos na vida cotidiana da cidade (Frígoli Jr, 2018). De acordo com estudo de Hori (2017), as concentrações destes movimentos e ações urbanas estão nas áreas Central, Sul e Oeste da metrópole paulista devido ao fato de que elas sofreram grande privação do uso dos espaços públicos pela proliferação dos espaços fechados.

De acordo com Rocha, Costa e Colchete Filho (2020), com o surgimento do Covid-19 os espaços públicos, que eram vistos como um “remédio” para as doenças de estilo de vida, passaram a configurar como lugares não recomendados pela imposta quarentena, ressaltando a importância que estes espaços públicos possuem como um lugar do encontro, das trocas e da vida urbana.

Segundo Ximenes et al. (2020), um dos resultados da “Pesquisa Emoções Momentâneas: Comportamentos e Hábitos Cotidianos Pós-Pandemia”, realizada em maio de 2020, indica que 85,8% de pessoas, em uma amostra de 1.956 pessoas, sentiram a necessidade de espaços verdes duran-

te a pandemia, indicando a importância destes para uma melhor qualidade de vida.

Tendais e Ribeiro (2020) refletem sobre a importância do uso e ocupação de espaços verdes durante a pandemia, tendo em vista, que o contato com estes espaços e com a natureza poderiam influenciar a elevação da saúde mental e sentimento de bem-estar.

PESQUISA E MÉTODO

Abordagem metodologia – *locus* de estudo

A escolha do local de estudo foi feita com base no Catálogo do Sesc São Paulo 2017, denominado “Territórios em Transformação: Mostra de Iniciativas Socioambientais 2017”, a partir de 36 iniciativas socioambientais mapeadas no Estado de São Paulo (SESC, 2017). Trata-se de um levantamento realizado pela área de Educação para Sustentabilidade do Sesc de identificação de experiências sediadas no Estado de São Paulo, com envolvimento na área socioambiental, na valorização da comunidade local, no caráter educativo e no potencial de reverberação e de transformação em ações concretas.

A partir do rol de iniciativas, o recorte foi realizado, seguindo os seguintes critérios: local (município de São Paulo), objeto da iniciativa (áreas verdes públicas) e sinergia com um maior número de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Nações Unidas Brasil, 2015).

Com base nestes critérios, foi selecionada a Praça Homero Silva, localizada no município de São Paulo, no Bairro da Pompeia, Subprefeitura da Lapa, Zona Oeste, que possui um coletivo urbano chamado Ocupe & Abrace (O&A) com atuação no local. Ela está localizada a três quarteirões do metrô-terminal Vila Madalena e encontra-se na perpendicular da movimentada Avenida Pompeia. Apesar de bem localizada, passa despercebida por muitos que ali passam.

A Praça Homero Silva é mais conhecida como Praça da Nascente. Este segundo nome traduz sua riqueza hídrica com várias nascentes do Córrego da Água Preta. Além das águas, possui uma área verde de 12 mil m², sendo a maior área verde do bairro e um dos últimos remanescentes de Cerrado na capital (Figura 1). O seu relevo é composto por diferentes níveis formando um morro, o que a torna ainda mais atraente por sair do comum das praças planas.



Figura 1 – Mapa digital da Área Verde presente na Praça da Nascente, no Município de São Paulo

Fonte: GeoSampa (2022a).

Descrição metodológica

A partir da seleção do *locus* de estudo, e o mapeamento de iniciativas, foram identificadas e analisadas as motivações e os fatores que poderiam influenciar as ações coletivas sobre espaços públicos urbanos, utilizando como ferramentas de coleta de dados a observação participante, o registro fotográfico e a realização de entrevistas semiestruturadas. A análise dos dados foi realizada por triangulação dos resultados das entrevistas, dos dados observacionais e da literatura. A partir da literatura foram

propostas algumas categorias de análise para elaboração das entrevistas. A análise dos resultados das entrevistas foi realizada por meio de análise de conteúdo, segundo Bardin (2016).

A primeira fase de levantamento do referencial teórico-conceitual foi realizada a partir de bases de dados como *Web Of Science*, *Scopus* e Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP determinando o período de 10 anos, nos idiomas inglês e português, com utilização das respectivas palavras-chave: *Urban collectives/coletivos urbanos; socia-environmental movement/movimento socioambiental; civil society organization/organização da sociedade civil e public space/espaço público.*

A segunda fase foi baseada na leitura dos trabalhos encontrados nas bases de dados e seleção dos trabalhos relevantes.

A terceira fase foi caracterizada pela coleta de dados de forma *on-line* com a realização de entrevistas semiestruturadas dos participantes das iniciativas coletivas e individuais, moradores e comerciantes do entorno da PN, tendo o roteiro de perguntas estruturado de acordo com o perfil do respondente, ou seja, algumas perguntas do roteiro foram adaptadas de acordo com o perfil do respondente, que poderia ser participante das iniciativas coletivas e individuais, pesquisador, morador, e comerciante do entorno da PN. Os nomes dos entrevistados foram preservados e substituídos por siglas, sendo estas compostas por uma letra e um número, os quais significam Entrevistado (E) + número sequencial de acordo com a ordem em que foram realizadas, roteiro seguido e iniciativas em que atuam. Para a realização desta fase de entrevistas semiestruturadas apenas iniciou-se com a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética da Faculdade de Saúde Pública (FSP-USP), número CAAE 46658921.7.0000.5421. Também foram realizados registros fotográficos e observações dos participantes durante as visitas a campo como forma de registrar as atividades realizadas pelos frequentadores da PN.

A unidade de análise foi composta pelos participantes em iniciativas na PN, moradores e comércios vizinhos da PN (vide área marcada em vermelho - Figura 2).

As entrevistas semiestruturadas foram realizadas com dois estabelecimentos comerciais, treze indivíduos participantes de ações coletivas promovidas na praça como o coletivo O&A e o projeto Cerrado Infinito (CI) e um pesquisador, que atuou neste território estudado. Sendo então uma amostra, heterogênea e intencional, de 16 entrevistas individuais com perguntas abertas, que foram realizadas presencialmente ou de forma *on-line*, além de serem gravadas para facilitar as análises e transcrições. Para a realização das entrevistas foi utilizado um guia de perguntas.

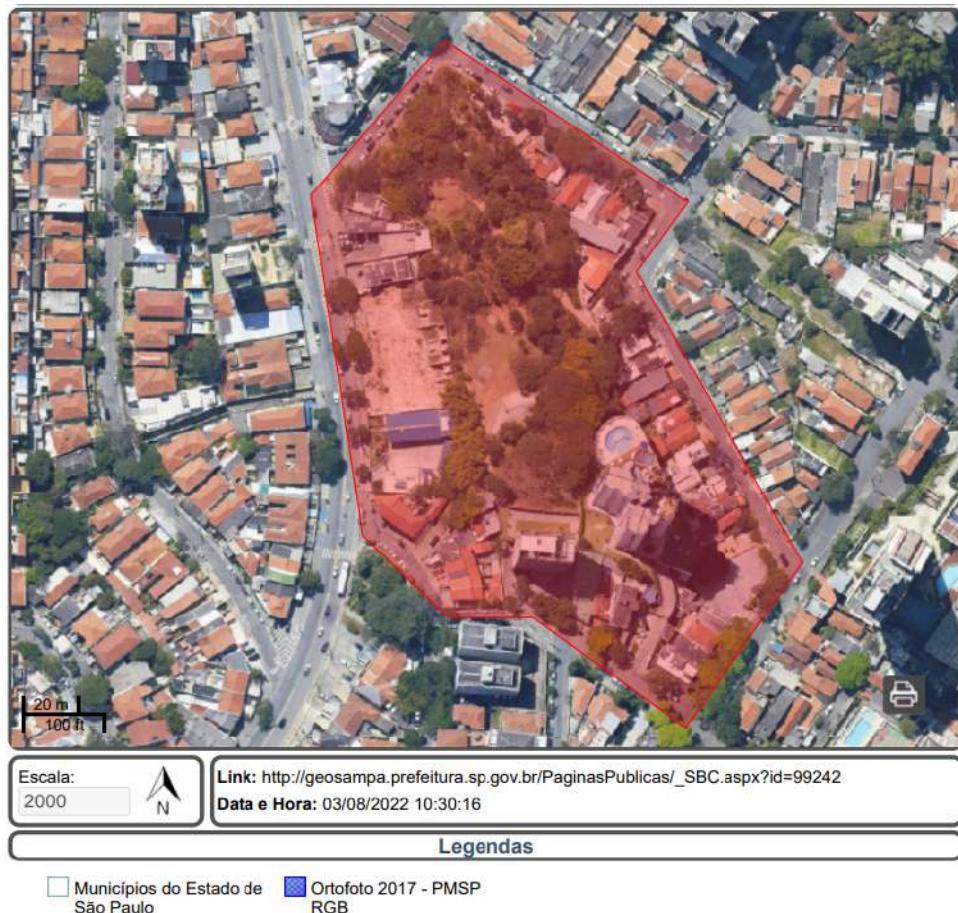


Figura 2 – Mapa da representação da área pesquisada com destaque para as ruas do entorno da Praça da Nascente

Fonte: GeoSampa (2022b).

A quarta fase constituiu a sistematização dos resultados e análise das informações coletadas. Consistiu na organização do material, na análise dos resultados das entrevistas e na análise geral por triangulação dos dados (entrevistas, observação, registro fotográfico e literatura). Como técnica de análise dos resultados das entrevistas, foi utilizada a Análise de Conteúdo (AC) de Bardin (1977). As fases ao longo do estudo foram: 1. Pré-análise, que é a organização propriamente dita; 2. Exploração do material; 3. Tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

Na última fase foram realizadas as conclusões e as recomendações de boas práticas para desenvolvimento de ações coletivas em espaços públicos. Estas recomendações poderão auxiliar no compartilhamento dos resultados da pesquisa com a comunidade, e para que possa ser utilizado como subsídio em pesquisas futuras e em outros espaços públicos.

INICIATIVAS EXISTENTES NA PRAÇA DA NASCENTE: ATIVIDADES E DESAFIOS

Um olhar antes e durante a pandemia

Devido a uma brecha do Plano Diretor de São Paulo, a região da PN está em um processo de elevada especulação imobiliária, setor este que não parou durante a pandemia e tem demonstrado crescimento. A cada dia mais casas foram demolidas e mais prédios comerciais e residenciais foram construídos em seu entorno, colocando em risco a sua vegetação, a biodiversidade local e sua riqueza hídrica, tanto das águas subterrâneas do lençol freático, quanto as que afloram das nascentes.

O terreno vizinho à PN teve várias casas demolidas por uma construtora, com o objetivo de construir um prédio de 22 andares com dois sub-solos de estacionamento.

As diversas iniciativas, coletivos urbanos e moradores do entorno tentam, por meio de articulação e resistência, proteger esta área verde, por meio de processo contra a construtora, que resultou em uma liminar proibindo a construção do prédio até o momento.

Um exemplo de coletivo urbano atuante nesta praça é o coletivo chamado O&A. Desde 2013, um grupo de moradores da região atua com o interesse em melhorar a praça, transformando-a e ocupando-a. Por meio da participação coletiva foi possível revitalizar a PN e preservar as nascentes do Córrego da Água Preta.

Posteriormente, surgiram outras iniciativas na praça como o CI, que busca por meio da arte recuperar a vegetação nativa do Cerrado. O monitoramento das águas das nascentes por voluntários da SOS Mata Atlântica. Ensaios de Bloco de Carnaval chamado Água Preta e outros grupos musicais, teatrais, de dança, práticas esportivas e terapêuticas. Além destas iniciativas, há outras como ações para proteção das colmeias das abelhas nativas sem ferrão, chamadas Jataí, presentes nas árvores da praça (possível extensão da iniciativa SOS Abelha Sem Ferrão), instalação de coletooras de bitucas de cigarro na região da arquibancada e diversas intervenções artís-

ticas espalhadas pela praça, desde grafites nos muros, poemas, móbiles, até escultura de madeira, que foram registradas durante as visitas de campo.

Também ocorrem ações de compostagem e implementação de cultivo agroecológico na praça vizinha localizada no final da Rua Salto Grande, podendo ser considerada uma extensão da PN. A iniciativa responsável por estas atividades é a Nossa Senhora da Compostagem, que foi reconhecida com a placa do Sampa + Rural.

Antes da pandemia do Covid-19, as ações realizadas para o uso e a conservação eram desenvolvidas por iniciativas individuais e coletivas compostas por vários indivíduos participantes destes diferentes coletivos urbanos e moradores do entorno, que frequentavam a praça. Porém, com o avanço do vírus no município, as atividades como festivais, oficinas e mutirões foram suspensas. A partir daí, muitas ações coletivas e articulações passaram a ser na esfera virtual.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos resultados foi realizada pela triangulação entre resultados das entrevistas, observações participantes, registros fotográficos (*in loco* e remoto) e literatura.¹

As visitas de campo realizadas na PN ocorreram ao longo de 20 meses, no período de julho/2020 a março/2022, divididas em diferentes dias da semana e horários para observar o uso e a conservação do espaço, seus usuários e suas atividades durante a permanência na praça, como também as transformações percebidas no local. Foram coletadas informações por meio de conversas informais com usuários, registros fotográficos e acompanhamento das redes sociais das iniciativas identificadas, para que fosse possível identificar e mapear os agentes locais para serem entrevistados posteriormente.

Na primeira sessão de imagens são representadas alguns dos usos mais frequentes da praça durante as observações em campo como: idosos sentados em bancos (Figura 3c), possível morador de rua dormindo em um banco, cuidadora brincando com a criança na gangorra (Figura 3b), jovem tomando refrigerante na mesa de xadrez, grupo de amigos tomando cerveja em outra mesa de xadrez (todos sem máscaras de proteção), pai e filho contemplando o lago (platô de entrada da Rua André Casado) (Figura 3d), senhora sentada

¹ Este capítulo faz parte da dissertação de mestrado da primeira autora (Goettlicher, 2022) e aqui serão trazidos alguns resultados da pesquisa. Recomenda-se a leitura da pesquisa completa.

na estação de exercício para idosos conversando no celular enquanto observa seu cachorro (sem coleira), pessoas passeando com seus cachorros (Figura 3a), criança brincando no trepa-trepa com seus pais (platô do meio passagem da Rua André Casado para a Rua Salto Grande), entregadores de aplicativos *delivery* descansando e mexendo no celular (Figura 3e), jovens e casais sentados conversando e contemplando a vista, idosas sentadas tomando sol (Figura 3f), homem tocando violão, pai e filho brincando de corre-corre, criança subindo em árvore com o auxílio dos pais e homem brincando com o seu cachorro na região da arquibancada (platô superior da Rua Salto Grande).



Figura 3 - Registros fotográficos durante as primeiras visitas à Praça da Nascente no período da pandemia

Fonte: Acervo Natalia Zafra Goettlicher.

Legenda: (a) mulher passeando com cachorro; (b) criança na gangorra; (c) casal de idosos sentados no banco; (d) homem e criança observando o lago; (e) motoristas de *delivery* descansando na região da arquibancada; (f) pessoas tomando sol na região da arquibancada.

A predominância era de indivíduos isolados com seus cachorros ou pequenos grupos de familiares e amigos de até três pessoas. Não foram observadas aglomerações ou atuação de coletivos. Também foi observada a maior permanência durante o final de semana e em momentos de sol. O uso de máscaras não era predominante.

Na segunda sessão de imagens são trazidas alguns exemplos de intervenções artísticas observadas na PN como: busto de madeira utilizando uma

máscara (Figura 4a), mólide de tricô e linhas coloridas formando dois casais negros de origem africana, mólide de arame com flores e folhas desidratadas ao vento, poema de Platão – “O começo é a metade do todo.” – escrito em uma folha sulfite colada no muro, cartazes escritos “Passa Um Rio Por Aqui.” e “Transbord-Ar” com a imagem de um rio abundante colados na mureta onde passam as nascentes canalizadas do Córrego da Água Preta (Figura 4b), tecido de crochê colorido envolvido em uma árvore, muros com pinturas de um olho humano e um diabo e, por fim, o cultivo de plantas nativas do Cerrado.



Figura 4 – Registros fotográficos de intervenções artísticas observadas durante as visitas de campo na Praça da Nascente

Fonte: Acervo Natalia Zafra Goettlicher.

Legenda: (a) busto de madeira com máscara; (b) “Transbord-Ar”.

Também foram realizados registros sobre a conservação e manutenção do espaço da praça. Nas primeiras visitas, ainda no começo da pandemia, foram observadas as coletores de lixo transbordando, aparentando falta de cuidado por parte dos usuários ou mesmo da empresa responsável pela coleta de lixo. Além de outros pontos viciados de descarte inadequado de resíduos, em sua predominância de plásticos, mas também foram observadas no chão máscaras cirúrgicas perto dos brinquedos (Figura 5a), muitas bitucas de cigarro na região da arquibancada e das mesas de xadrez, embalagens de preservativos no caminho subindo a escadaria da Rua Salto Grande e resíduos orgânicos em pratos cerâmicos característicos de oferendas religiosas nas proximidades do lago e da escadaria do CI. Outro ponto observado foram manchas negras presentes como resquícios de fogueiras em mais de um lugar da praça (Figura 5b) e pichações em amarelo e laranja nos diferentes equipamentos públicos como coletores de lixo, poste de iluminação e placas na estação de exercícios para a terceira idade (Figura 5c). Por fim, nas estações mais chuvosas foram percebidas o rápido crescimento da vegetação e a falta de poda na velocidade necessária.



Figura 5 – Registros fotográficos sobre a manutenção observadas durante as visitas de campo na Praça da Nascente

Fonte: Acervo Natalia Zafra Goettlicher.

Legenda: (a) máscara descartável no chão; (b) vestígios de fogo; (c) pichações.

Os últimos registros são de observação do aquecimento imobiliário na região durante a pandemia. A predominância das construções já existentes no entorno da praça é de casas de pequeno e médio porte, similares ao estilo de vila, mas já foram observados imóveis com placas de demolidoras e incorporadoras anunciando novos empreendimentos ou novas construções já iniciadas ou acabadas no entorno da praça (Figura 6) - partindo da Rua André Casado, subindo as travessas da Avenida Pompeia até a estação metrô-terminal Vila Madalena. Neste percurso foi possível perceber e contar 10 prédios sendo construídos ao mesmo tempo e ao menos 07 construtoras diferentes que empreendem na região.



Figura 6 – Registros fotográficos sobre as demolições de casas e novos prédios no entorno da PN durante as visitas de campo

Fonte: Acervo Natalia Zafra Goettlicher.

Legenda: (a) casas demolidas no terreno ao lado da PN; (b) prédio em construção no quarteirão da PN; (c) prédio em construção do lado oposto da PN na Av. Pompeia.

Durante este período, foram realizadas conversas informais com usuários presentes na praça, moradores e comerciantes do entorno para entender melhor como era a praça antes e como estava sendo durante a pandemia. A partir destas conversas, também foi possível identificar alguns atores e iniciativas importantes para a praça. Assim, estas conversas contribuíram para o mapeamento inicial dos agentes locais e, consequentemente, na seleção dos convites para participação da fase de entrevistas com conversas formais e semiestruturadas.

Em paralelo, iniciou-se observação virtual das redes sociais das diversas iniciativas identificadas, acompanhamento de eventos *on-line*, publicações e conteúdos desenvolvidos por uma rede de atores, sendo evidente a continuidade das ações, mesmo que não presencialmente.

Um exemplo de evento *on-line* importante neste período, foi desenvolvido pelo coletivo O&A, em parceria com outras iniciativas como Rios e Ruas, Movimento Boa Praça, CI, Projeto Observando os Rios da SOS Mata Atlântica e a diretora de filme Gabriela Nassar, que estrearam um curta metragem chamado “A Nascente Mora Aqui” (Nassar, 2020), em julho/2020, como forma de dialogar sobre a preservação de espaços públicos/áreas verdes e a sua importância no contexto da pandemia. Neste mesmo dia foi realizado um painel de debate virtual com especialistas.

Em agosto deste mesmo ano, foram divulgados os avanços no processo contra uma construtora, com a concessão de uma liminar em proibição da construção do empreendimento imobiliário ao lado da PN. Em seguida, o coletivo O&A criou um abaixo-assinado pela ampliação da Praça até a Avenida Pompeia, ou seja, a expansão atingiria o terreno onde seria o empreendimento para preservar as nascentes. Esta última petição continua circulando nas redes sociais para alcançar a meta de assinaturas necessárias. Por fim, outra iniciativa em destaque, foi a criação de uma página no Instagram chamada Comitê da Nascente² como forma de comunicar sobre as atividades do Comitê de Usuários da Praça Homero Silva.

Além das excursões presenciais à praça e das incursões virtuais nas redes sociais, também foram realizadas entrevistas virtuais com 16 pessoas com participação de 13 representantes de iniciativas com atuação direta e indiretamente na PN, dois representantes de comércios locais e um pesquisador atuante na história da PN.

Tais resultados relativos ao uso da praça e atividades durante a pandemia serão a seguir relatados.

² COMITÊ DA NASCENTE. *Perfil Instagram*. Disponível em: <https://www.instagram.com/comitedanascente/>. Acesso em: 27 set. 2021.

Foram entrevistados 10 homens e seis mulheres, na sua grande maioria graduados (n=10) ou com pós-graduação (n=04). Quase todos relatam possuir flexibilidade de horário de trabalho e/ou trabalho remoto. Apenas os entrevistados do comércio possuem horário fixo de trabalho - um deles utiliza a praça para descanso nos horários de almoço e o outro, nunca foi à praça; "Eu nunca fui, mas eu estou aqui em frente, eu observo de longe, eu vejo há 7 anos." (E15).

Dentre as áreas de formação citadas destacam-se: Arquitetura (n=04); Geografia (n=02); Administração (n=02), Artes (n=02), Comércio Exterior, Farmácia e Comunicação.

Tendo em vista que a PN, encontra-se em um bairro com perfil de moradores de classe média-alta, há semelhança com o perfil de participantes de coletivos paulistanos entrevistados pelo estudo de Giaretta (2018, p. 141), que afirmou:

No caso de São Paulo, o que se verifica é que, ao possuírem renda elevada, esses indivíduos parecem possuir mais facilidades para dedicação e tempo disponível para a atuação junto a estes coletivos, com maior tempo livre para as ações, já que na maior parte das vezes, suas fontes de renda vêm de trabalhos autônomos ou gerenciados por eles próprios, ou vinculados ao próprio coletivo, como associações e instituições parceiras na promoção de projetos, o que parece se mostrar como características facilitadoras à participação nos movimentos estudados nesta cidade.

Este fator deve-se por muitos dos entrevistados terem declarado trabalho autônomo, o que permite maior flexibilidade de horário e disponibilidade de tempo para participação nas atividades das iniciativas coletivas. Já Hori (2018), afirma que normalmente os indivíduos de classes menos favorecidas não possuem tempo disponível para participar de ações coletivas como a proposta, pois trabalham sem flexibilidade de horário e estão preocupados em sobreviver ao sistema. Algo percebido e relatado pelos entrevistados que trabalham nos estabelecimentos comerciais do entorno da praça, os quais relataram justamente não ter tempo para participar ou mesmo desfrutar da praça como gostariam.

Ao longo da fase de entrevistas foram contactados outros 05 proprietários/trabalhadores de estabelecimentos comerciais do entorno da praça com objetivo de convidar para participarem da pesquisa, porém a maioria destes não aceitaram o convite de participação da autora pela falta de tempo disponível durante o horário comercial, ou aceitaram e não compareceram à entrevista pré-agendada.

Outro ponto predominante é a elevada formação acadêmica entre os participantes (Giaretta, 2018). Tal condição financeira também pode es-

tar relacionada com a maior qualidade escolar dos entrevistados. Quatro participantes relataram ter experiências internacionais: com oportunidade de estudar a pós-graduação fora ($n=01$), ter nascido no exterior ($n=01$), ter morado fora por um período na juventude ($n=01$) e realizado viagens internacionais a trabalho ($n=01$). De acordo com Hori (2018, p. 43), que diz:

A partir dos anos 2000, começou a haver uma inversão na dinâmica de uso dos espaços públicos por parte das classes mais abastadas na cidade de São Paulo. A cidade de muros passou a ser negada por alguns grupos sociais, enquanto espaços abertos, de lazer e convivência, passaram a ser reivindicados por parte das classes mais altas, principalmente pelos jovens que viveram suas infâncias dentro de espaços fechados, controlados e excludentes. Muitos deles puderam conhecer experiências e vivenciar o espaço público em outras cidades do mundo, dando-lhes a consciência de que a cidade de São Paulo é carente de espaços públicos de qualidade, adequados ao uso democrático de todo cidadão.

Alguns moram no entorno da praça e a frequentam com certa constância (embora a pandemia tenha interrompido estas visitas); outros moraram no entorno, mas mudaram para bairros mais distantes ou mesmo para o interior com a pandemia e já não frequentam a praça como antes.

Entre aqueles que relataram frequentar a praça, antes e depois da pandemia, os motivos principais foram: extensão da sua casa ao ar livre como um quintal ($n=02$), descanso ($n=01$), passear com o cachorro ($n=03$), brincar com os filhos ($n=02$), observar o lago, plantas e a vida presente ($n=03$), ser um espaço com distância caminhável da sua casa ($n=02$), pedalar em seu entorno ($n=01$), um local de passagem ($n=02$) e pelos eventos/festas/atividades realizadas ($n=03$). Observou-se que o espaço da praça atuou como um local de encontro durante a pandemia (pós-pico de isolamento social), devido ao sentimento de segurança de estar ao ar livre para encontrar amigos, grupo dos donos de cachorro, tomar sol e levar as crianças para brincar. Algo também observado durante a visita de campo durante o período da pandemia.

Jacobs (2011, p. 104), afirma que: “os próprios parques de bairro é que são direta e drasticamente afetados pela maneira como a vizinhança neles interfere”. Por isso, descreve a importância da variedade de usos que os edifícios propiciam no entorno do local, que promovem uma variedade de usuários que nele entram e dele saem em diferentes horários. Por isso, a autora compara as praças com as calçadas vivas por terem usos contínuos devido a diversidade física funcional de usos adjacentes e pela consequente diversidade de usuários e horários.

Apenas três pessoas não perceberam alterações no espaço durante a pandemia. Os demais falaram sobre a ausência de eventos festivos como

os famosos Festivais da Nascente, que eram realizados com frequência nos últimos anos; e redução das ações coletivas regulares realizadas em formato de mutirões de trabalho. Disseram que, durante a pandemia, as idas para manutenção da praça não eram divulgadas nas redes sociais e eram realizadas com poucas pessoas e respeitando os protocolos sanitários. Um relatou: “Antes os mutirões eram mensais, quinzenais e durante toda a pandemia foram duas ações” (E12); já outro afirmou: “Antes era tudo muito no coletivo. Cuidar do coletivo. O coletivo que tem a força. O coletivo se enfraquece na pandemia. A presença física que faz a diferença e que dá vida.” (E13).

Esta última fala reforça o pensamento de Gehl (2015), que afirma ser natural as pessoas se inspirarem e serem atraídas pelas atividades e presença de outra pessoa. Por isso, reforça que “uma cidade viva emite sinal amistoso e acolhedor com a promessa de interação social. Por si só, a simples presença de outras pessoas sinaliza quais lugares valem a pena” (Gehl, 2015, p. 63).

No início da pandemia muitos indicaram respeito total ao isolamento, ficando de fato em casa, trabalhando de maneira remota e sem ir à praça por medo da contaminação, pela idade avançada, por ter parentes com comorbidade morando junto ou por ter mudado de moradia e/ou cidade. Assim, as articulações passaram de presenciais para virtuais por meio de videochamadas ou conversas via grupo de WhatsApp.

Devido a esta mudança abrupta, houve relatos de episódios depressivos e sentimento de tristeza com a falta de atividades coletivas e de contato social. Também passaram pelo luto devido ao falecimento de uma participante ativa do coletivo.

Com a fase de flexibilização e a tomada da primeira dose da vacina, alguns voltaram a frequentar a praça e outros espaços públicos para encontrar colegas, levar o filho para brincar, tomar sol, passear com o cachorro e ajudar na manutenção mínima necessária do espaço. Por isso, um relato que se destacou foi: “A praça para mim é tudo!” (E9).

Com o fechamento dos parques municipais e outros espaços comerciais de lazer, perceberam o aumento do uso e a ocupação das praças. Como uma oportunidade relatada a seguir: “É um privilégio ter uma praça perto de casa!” (E7); ou “As pessoas estão com outro olhar, porque ficaram privadas disso.” (E11).

Para Gehl (2015, p. 6), em seu livro “Cidades Para Pessoas”, reforça a importância da função social destes espaços públicos:

As cidades devem pressionar os urbanistas e os arquitetos a reforçarem as áreas de pedestres como uma política urbana integrada para desenvol-

ver cidades vivas, seguras, sustentáveis e saudáveis. Igualmente urgente é reforçar a função social do espaço da cidade como local de encontro que contribui para os objetivos da sustentabilidade social e para uma sociedade democrática e aberta.

Este último autor descreve doze importantes critérios de qualidade com respeito à paisagem do pedestre para obtenção de espaços dentro de uma cidade ao nível dos olhos. Ele separa em três linhas chaves: a proteção, o conforto e o prazer. Dentro da primeira linha é previsto a proteção contra o tráfego, acidentes, o crime e a violência permitindo garantir uma sensação de segurança aos usuários do espaço, além de proteção contra experiências sensoriais desconfortáveis como o vento, a chuva, frio/calor, poluição, poeira, barulho e ofuscamento. Já na segunda linha as oportunidades para caminhar, permanecer em pé, sentar-se, ver, ouvir, conversar, brincar e praticar atividade física. Por fim, a terceira linha que prevê a escala humana dos espaços projetados, oportunidades de aproveitar os aspectos positivos do clima (sol/sombra, calor/frescor e brisa) e experiências sensoriais como ótimas vistas, árvores, plantas e água. Segundo o autor, se um destes itens em relação à proteção não for atendido, não fará sentido observar as outras qualidades.

Pelas visitas de campo, percebe-se que a PN tem quase todas estas qualidades sugeridas por Gehl (2015). Porém, por estar em um terreno de vários níveis é de difícil acesso para pessoas com deficiência, pois falta infraestrutura que permita acessibilidade. Uma vez que se predomina escadas e não rampas entre um nível e outro. Também se percebeu uma agradável sensação térmica e frescor dentro do espaço da praça, que se permitiu mesmo em horários de sol pleno refrescar nas sombras de suas diferentes árvores (Gehl, 2015; Jacobs, 2011) e ouvir, predominantemente, o som das águas e das aves presentes em vez do barulho de automóveis na Av. Pompeia. Além da possibilidade de contemplar a natureza do espaço por meio da sua rica biodiversidade local.

Também foram identificadas como oportunidades: o potencial da comunicação por ferramentas *on-line*, a formalização e a retomada do Comitê de Usuários da PN.

Este tipo de mobilização foi observado em campo quando havia cartazes espalhados pelos postes de iluminação e muros da PN com objetivo de informar e convidar os usuários a participarem da petição para a ampliação da praça. Tal mobilização foi articulada pelo grupo de moradores do entorno que fazem parte do Comitê de Usuários da PN (Figura 7). Durante o encontro presencial sobre o tema, domingo dia 22/08/2021, houve pre-

sença de representantes de diferentes iniciativas como: O&A, CI, "(se)cura humana", Pompeia Sem Medo e Fórum Verde Permanente.

Como desafios destacam-se a aceleração da especulação imobiliária no entorno da praça, que por ser muito próxima do metrô-terminal Vila Madalena, é considerada um eixo importante que possibilita uma brecha do Plano Diretor Estratégico (PDE). Tais desafios podem ser percebidos por meio do seguinte relato: "Muitas casas estão sendo demolidas da noite para o dia. Tem 20 prédios sendo construídos ao mesmo tempo próximo ou na Avenida Pompeia." (E8).



Figura 7 – Representação dos cartazes espalhados na Praça da Nascente para mobilizar os usuários pela ampliação da praça, faixa e encontro presencial dos representantes

Fonte: (a): Acervo Natalia Zafra Goettlicher; (b) e (c): Comitê da Nascente (2021).

Legenda: (a) cartazes da petição; (b) faixa "#Pela ampliação da Praça da Nascente"; (c) reunião presencial na praça.

De acordo com o Sindicato das Empresas de Compra, Venda e Administração de Imóveis de São Paulo (SECOVI-SP), durante o ano de 2021, foram 81.841 unidades residenciais lançadas apenas no município de São Paulo, representando um aumento de 36,5% em relação ao ano de 2020, o que simboliza um *boom* do aquecimento imobiliário durante um período de pandemia, uma vez que "o total lançado em 2021 foi 120% superior à média anual de 37,2 mil unidades referentes ao histórico dos últimos 18 anos (2004 a 2021)" (SECOVI-SP, 2021, p. 32).

Também foi trazido que houve abandono e depredação da praça durante os primeiros meses da pandemia, pois foi um período sem ocupação, sem manutenção dos cuidados mínimos necessários e, consequen-

temente, com mato alto e lixo no chão. Fato este relatado já previsto por Jacobs (2011), quando um espaço não é ocupado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pandemia Covid-19 foi um período atípico e demandou adaptação, resiliência e solidariedade de todos. Os espaços públicos e áreas verdes, mesmo distribuídos de forma desigual na capital paulista, foram ansiosamente desejados por todos. As ações presenciais das iniciativas coletivas podem ter sido prejudicadas em um primeiro momento, mas foi possível fortalecer as redes e desenvolver novos aprendizados de articulação e comunicação de forma virtual. Aos poucos, e com os cuidados necessários, ações de cuidado com o espaço foram retornando.

Os moradores do entorno e participantes de iniciativas como o O&A foram essenciais para a história de revitalização desta praça, atuando como grandes guardiões do espaço público e das nascentes presentes nele desde então.

Ao longo dos últimos anos, este grupo de moradores organizaram festivais, mutirões, mobilizações, reuniões, workshops, construção dos lagos e das cacimbas, providenciaram parcerias para a o projeto e execução da reforma necessária para a revitalização do espaço público, participaram de outros projetos em sinergia com a praça e fazem a gestão participativa da praça, fortalecendo o diálogo do grupo com o poder público – antes, durante e depois da pandemia.

O coletivo também atua fortemente com *advocacy*, que neste caso é realizado, principalmente, por meio de intervenção judicial contra a construção de um prédio residencial ao lado da praça e, consequentemente, luta por melhores políticas públicas participandoativamente em audiências públicas para discussão da revisão PDE municipal, articulando e apoiando no desenvolvimento do projeto de lei para a proteção das nascentes - águas urbanas.

Ficou evidente que há diferentes autodenominações/classificações das iniciativas de apoio à PN. Algumas não se autodenominam como um coletivo urbano, pelo fato de ter apenas uma ou duas pessoas atuando mais ativamente no dia a dia da iniciativa, ou por afirmarem não ter uma organização bem definida. As iniciativas são diversas: de revitalização de espaço público, artísticas, culturais, musicais, políticas e ativistas, para além das socioambientais. Têm como objetivo principal o direito à cidade, ao bem comum, ao bem-estar, e ao uso e conservação do espaço público.

Conclui-se, que as ações coletivas já estão provocando uma revolução gentil e sustentável, que reverberam afetivamente para além da PN e inspiram novas iniciativas em diferentes espaços, que podem ser adaptadas à cultura local e replicadas como práticas sociais transformadoras, tanto para uma possível revitalização de um espaço, com ou sem nascentes, quanto para a mitigação de um dano ambiental já produzido.

Os espaços públicos possuem um grande potencial educativo, formal ou informal, e podem tornar-se referências com grande visibilidade, como a PN. Estes espaços propiciam relações interpessoais de diversas ordens e oferecem contato com a natureza, saúde física-mental, lazer gratuito e bem-estar da comunidade do entorno.

Um dos maiores desafios ao longo do processo de pesquisa foi a sua realização durante a pandemia Covid-19, que dificultou as visitas de campo e a observação de ações coletivas presentes na praça.

REFERÊNCIAS

- BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Portugal: Edições 70, 1977.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BRASIL. Senado Federal. *Estatuto da Cidade*. 3. ed. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2008. 102 p.
- CAILLÉ, A.; VANDENBERGHE, F.; VÉRAN, J. F. *Manifesto Convivialista: declaração de interdependência*. São Paulo: Editora Annablume, 2016.
- CASTELLS, M. *Redes de indignação e esperança: movimentos sociais na era da internet*. Tradução de Carlos Alberto Medeiros. 2 ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2017.
- FRÚGOLI JR, H. Ativismos urbanos em São Paulo. *Caderno CRH*, v. 31, n. 82, 2018.
- GARCIA, V. A. *A educação não-formal como acontecimento*. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.
- GEHL, J. *Cidades Para Pessoas*. 3 ed. São Paulo: Perspectiva, 2015.
- GEOSAMPA. Mapa digital da Área Verde presente na Praça da Nascente, no Município de São Paulo, Ortofoto 2017 - PMSP, Escala 1:2.000. [2022a]. Disponível em: http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx?id=73094. Acesso em: 03 ago. 2022.

GEOSAMPA. Mapa da representação da área pesquisada com destaque para as ruas do entorno da Praça da Nascente, Ortofoto 2017 - PMSP, Escala 1:2.000. [2022b]. Disponível em: http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx?id=99242. Acesso em: 03 ago. 2022.

GIARETTA, J. B. Z. *TIC e movimentos sociais no urbano do século 21: interfaces e possibilidades na busca pelo direito à cidade*. 2018. Tese (Doutorado em Saúde Global e Sustentabilidade) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

GIARETTA, J. B. Z; DI GIULIO, G. M. O papel das tecnologias de comunicação e informação (TIC) no urbano do século XXI e na emergência dos novos movimentos sociais: reflexões a partir de experiências na megacidade de São Paulo. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 20, n. 1, 2018.

GOETTLICHER, N. Z. *Territórios em Transformação: fatores que influenciam ações coletivas de uso e conservação de um espaço público*. 2022. Dissertação (Mestrado em Saúde, Ambiente e Sustentabilidade) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

GOHN, M. G. *Manifestações e protestos no Brasil: Correntes e contracorrentes na atualidade*. São Paulo: Cortez Editora, 2017.

HARVEY, D. *Cidades Rebeldes: do direito à cidade à revolução urbana*. São Paulo: Martins Fontes, 2014.

HERZOG, C. P. *Cidades para todos: (re) aprendendo a conviver com a natureza*. Rio de Janeiro: Mauad X, Inverde, 2013.

HORI, P. Os Coletivos Urbanos da cidade de São Paulo: ações e reações. In: XVII ENANPUR São Paulo 2017. *Anais. Sessão temática 6: Espaço, Identidade e práticas sócio-culturais*. São Paulo: ANPUR, 2017.

HORI, P. *Práticas urbanas transformadoras: o ativismo urbano na disputa por espaços públicos na cidade de São Paulo*. 2018. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo 2022 – Panorama, São Paulo (SP)*. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 01 nov. 2023.

JACOBS, J. *Morte e vida de grandes cidades*. 3 ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2011. (Coleção cidades).

MOREIRA, T. C. L.; POLIZEL, J. L.; SANTOS, I. S.; FILHO, D. F. S.; BEN-SEÑOR, I.; LOTUFO, P. A.; MAUAD, T. *Green Spaces, Land Cover, Street*

Trees and Hypertension in the Megacity of São Paulo. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 3, 725, 2020.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. [2015]. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015> . Acesso em: 02 mar. 2020.

NASSAR, G. A Nascente Mora Aqui. *Documentário*. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1TreGrojtJ8&t=2s>. Acesso em: 30 jul. 2020.

ROCHA, J. C. S.; COSTA, F. C.; COLCHETE FILHO, A. F. O espaço público e a pandemia de Coronavírus: o Parque Halfeld em Juiz de Fora/MG. In: IV Simpósio Brasileiro Online de Gestão Urbana, 4, *Anais*, Bauru, 2020.

SÃO PAULO (Prefeitura). Decreto nº 59.290, de 19 de março de 2020. Determina o fechamento dos parques municipais, sob a gestão da Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, bem como do Parque das Bicicletas e do Centro Esportivo, Recreativo e Educativo do Trabalhador - CERET. *Diário Oficial da Cidade de São Paulo*, São Paulo, 20 mar. 2020. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-59290-de-19-de-marco-de-2020/consolidado>. Acesso em: 27 out. 2021.

SÃO PAULO (Prefeitura). Decreto nº 60.396, de 23 de julho de 2021. Autoriza a realização de feiras, convenções, congressos e outros eventos e toma outras providências. *Diário Oficial da Cidade de São Paulo*, São Paulo, 24 jul. 2021. Disponível em: <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-60396-de-23-de-julho-de-2021>. Acesso em: 27 out. 2021.

SECOVI-SP - SINDICATO DAS EMPRESAS DE COMPRA, VENDA E ADMINISTRAÇÃO DE IMÓVEIS DE SÃO PAULO. *Anuário do Mercado Imobiliário 2021*. Disponível em: <https://secovi.com.br/wp-content/uploads/2023/05/anuario-mercado-imobiliario-2021.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2023.

SESC – SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO. *Ideias e ações para um novo tempo: territórios em transformação - Mostra de iniciativas socioambientais 2017*. Serviço Social do Comércio. São Paulo: SESC, 2017. Disponível em: https://issuu.com/sescsp/docs/catalogo_final_23-05?issuu_product=document_page&issuu_context=action&issuu_cta=save_publication. Acesso em: 2 abr. 2020.

SPIRN, A. W. *O Jardim de Granito: A Natureza no Desenho da Cidade*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

TENDAIS, I.; RIBEIRO, A. I. Espaços verdes urbanos e saúde mental durante o confinamento causado pela COVID-19. *Revista Portuguesa de Geografia Finisterra*, v. 55, n. 115, p. 183-188, 2020.

VÉRAN, J. F.; VANDENBERGHE, F. Mais um manifesto? In: CAILLÉ, A.; VANDENBERGHE, F.; VÉRAN, J. F. *Manifesto Convivialista: declaração de interdependência*. São Paulo: Editora Annablume, 2016. p. 9-18.

XIMENES, D. S. S.; SILVA, G. M.; MAGLIO, I. C.; CHIQUETTO, J. B.; AMATO-LOURENCO, L. F.; VASCONCELLOS, M. P.; JACOBI, P. R.; COUTINHO, S. M. V.; CÉSAR, V. B. *Pesquisa Emoções Momentâneas: Comportamentos e Hábitos Cotidianos Pós-Pandemia*. São Paulo: Centro de Síntese USP Cidades Globais do IEA, 2020.

9

Uma proposta de critérios ambientais, sociais e de governança (ESG) para o setor de saneamento¹

Camila Paulini
Wanderley da Silva Paganini

INTRODUÇÃO

A ênfase nos critérios “ambientais, sociais e de governança”, do inglês *Environmental, Social and Governance* (ESG), vem crescendo de maneira significativa. Grandes investidores institucionais vêm deixando claro a expectativa de um forte compromisso com os critérios que a sigla representa como forma de diminuição de riscos nos negócios e também como consequência do maior entendimento de que a sustentabilidade não é mais uma questão de “se”, mas “quando”. O aumento na demanda pelo reporte destes critérios de maneira confiável, passou a ser ponto vital para as organizações (Garcia; Mendes-Da-Silva; Orsato, 2017). Considerando o cenário do saneamento com um novo marco e o potencial de atração de investimentos, e uma vez que ESG seria sustentabilidade com adição da pauta governança, combinação essencial para investidores (CEBDS, 2020), é fundamental que esse tema seja abordado e explorado.

A importância do acesso à informação na promoção da participação na governança ambiental já era destaque na Declaração do Rio de 1992

¹ Este capítulo tem como base a dissertação do primeiro autor. PAULINI, C. *Uma proposta de critérios ambientais, sociais e de governança (ESG) para o setor de saneamento*. 2023. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

(UN, 1993) e também está compreendida no ODS 16.7 “Garantir a tomada de decisão responsável, inclusiva, participativa e representativa em todos os níveis”. Adicionalmente, o novo marco estabeleceu que deve ser assegurada a publicidade dos relatórios, estudos, decisões e instrumentos equivalentes que se refiram à regulação ou à fiscalização dos serviços.

Roledo e Di Giulio (2019) indicam que o uso de indicadores de desempenho fomenta a transparência e a troca de informações, podendo gerar maior responsabilização e confiança entre *stakeholders*. Ainda que no contexto dos autores o foco fosse o tema água, acredita-se que essa visão também pode ser aplicada ao saneamento. A confiança entre *stakeholders* é fundamental nesse processo principalmente porque o “novo marco do saneamento” e as privatizações não são unanimemente vistas como positivas. Assim, um alinhamento entre o saneamento e a economia tendo a sustentabilidade como fio condutor faz todo sentido. Destaca-se ainda, a relação direta entre investimentos no saneamento e a saúde da população. Segundo Evans et al. (2017), uma nova governança que integre a sustentabilidade e gere valor compartilhado no longo prazo é mandatória.

Padrões de qualidade estão sendo cada vez mais requisitados não só pelo mercado, mas por toda a sociedade, incluindo os órgãos de fiscalização (Domingues; Pereira, 2019). E por que não estabelecer uma diretriz para avaliação do desempenho das empresas de saneamento? A avaliação orientada por um padrão poderá fomentar a transparência e mitigar pontos apontados como negativos, com relação ao novo marco do saneamento, como o aumento da desigualdade de acesso ao saneamento e a falta de atendimento às periferias e municípios longínquos (Ohana, 2020).

Este trabalho teve como objetivo estabelecer critérios de avaliação com relação aos aspectos ESG para o setor de saneamento (água e esgoto). Conforme indicado por Sachs, J. D. e Sachs, L. E. (2021), ainda que iniciativas para o desenvolvimento de ferramentas de avaliação de desempenho de critérios de sustentabilidade e ESG já existam, ainda há um desafio prioritário de harmonização para ordenamento de abordagem nessa prestação de contas aos investidores e à sociedade. Por essa razão, a pesquisa exploratória qualitativa foi escolhida para o desenvolvimento deste trabalho. A natureza tem caráter aplicado uma vez que se busca produzir conhecimento para posterior aplicação dos resultados (Barros; Lehfled, 2000 *apud* Botelho et al., 2015), no caso, uso dos critérios que são propostos.

A pesquisa se iniciou pela avaliação dos sites das companhias de saneamento e a busca pelos relatórios de sustentabilidade para melhor entendimento do universo a ser trabalhado. Posteriormente, foi realizada busca por indicadores e guias relacionados à sustentabilidade e questões ESG no

âmbito do saneamento. Esse material foi compilado, avaliado e então foram propostos os critérios ESG para o saneamento e seus intervalos orientadores. A Figura 1 apresenta o esquema ilustrativo de revisão para proposição de critérios.

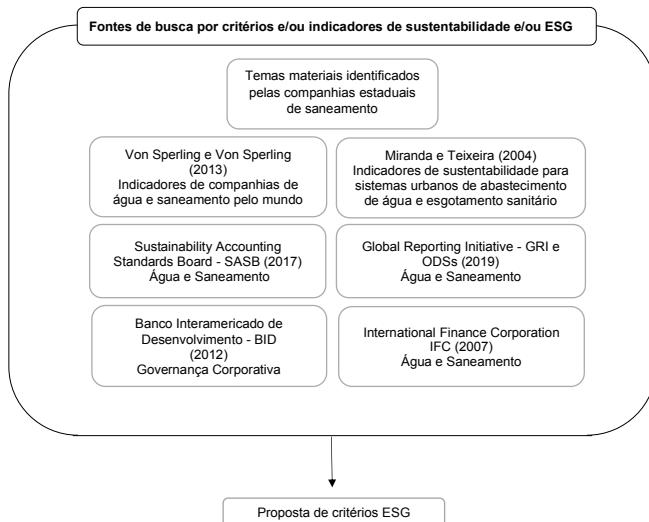


Figura 1 – Esquema ilustrativo de revisão e proposição de critérios

Os indicadores das fontes revisadas foram distribuídos entre os temas mais recorrentes entre as referências. Para alguns dos temas, se verificou que apenas um indicador não contemplaria os critérios mais relevantes entre os temas. Por esse motivo, para alguns dos temas, foi estabelecido mais de um critério.

Os critérios foram então divididos entre grupos: i) Ambientais: Reúso de água, consumo de energia e fonte energética, aproveitamento de biossólidos, proteção de mananciais; ii) Sociais: Universalização do atendimento (água e esgoto), programas de educação e integração das comunidades e implantação de estrutura em áreas irregulares que tenham iniciado sua regularização; iii) Governança: Participação social, transparéncia, asseguração de conformidade ambiental, saúde e segurança, perdas na distribuição e interrupção de abastecimento, gestão de risco e mudanças climáticas.

Os parâmetros balizadores para cada um desses critérios foram elaborados a partir de informações de banco de dados nacionais, revisão bibliográfica de referências correlatas ou através de média entre os valores reportados por companhias estaduais. Isso porque, segundo Nidumolu,

Prahalaad e Rangaswami (2009), empresas que possuem maior comprometimento com a liderança tem como benefício uma maior liderança e escuta por órgãos públicos nas definições de diretrizes para o setor. As opções de resposta variam de falta ou pouca gestão sob o tema até uma gestão estruturada e com resultados monitorados e reportados. Cada uma das respostas possui uma nota relacionada que pode variar entre -1 (mais baixa), 0 (informação não encontrada), 1 (média) e 2 (melhor resultado).

O Quadro 1 resume os temas, critérios e intervalos de avaliação que serão explicados em detalhe na sequência.

Quadro 1 - Critérios ESG e intervalos de Avaliação

Critério	Nota -1	Nota 1	Nota 2
Universalização do atendimento (água)	<74%	entre 75 e 89%	superior a 90%
Universalização do atendimento (esgoto)	<59%	entre 60 e 79%	superior a 80%
Governança (participação social)	A companhia não possui um sistema de participação social.	A companhia possui um sistema de participação social, porém a tomada de decisão não se pauta nesse sistema.	As decisões da companhia contemplam um sistema de participação social.
Governança (transparéncia)	A companhia não divulga seus resultados não financeiros.	A companhia divulga resultados não financeiros, porém dados não são auditados.	A companhia divulga seus resultados não financeiros e estes são auditados por entidade independente.
Reúso de água	Não monitora nem possui iniciativa em andamento.	Possui alguma iniciativa em andamento.	Possui iniciativa e monitoramento sistemático dos resultados.
Gestão de recursos (energia)	Não monitora o consumo energético.	Monitora o consumo energético, sem monitoramento por fonte e/ou sem consumo de fonte renovável.	Monitora o consumo energético por fonte de geração e possui algum percentual consumido de energia renovável e/ou iniciativa em andamento com esse objetivo.

continua...

Critério	Nota -1	Nota 1	Nota 2
Gestão de recursos (biossólidos)	Não possui iniciativa.	Possui a intenção, mas ainda sem execução.	Possui iniciativas implementadas.
Atendimento à legislação ambiental, de saúde e segurança	Não é realizada verificação interna nem asseguração por auditoria independente.	É realizada verificação interna sem asseguração por auditoria independente.	São realizadas auditorias independentes para asseguração de atendimento à legislação ambiental, de saúde e segurança.
Proteção de mananciais	Não há ações sendo desenvolvidas.	Existe ações em andamento, porém não existe um percentual ou valor fixo para desenvolvimento dessas ações.	Um percentual do lucro da empresa é investido em proteção de mananciais.
Aspectos técnicos e operacionais (perdas e interrupções)	Não há monitoramento e/ou ações para redução percentual de perdas e interrupções nos últimos anos.	Os resultados são monitorados, porém não há relatório e/ou redução percentual de perdas e interrupções nos últimos anos.	Os resultados são monitorados, reportados e há redução percentual de perdas e interrupções nos últimos anos.
Aspectos sociais (interação, comunicação e conscientização)	Não há programas em curso.	Há programas em curso, porém não há avaliação e/ou relatório das iniciativas.	A companhia possui programas em curso, avalia e relata resultados quantitativos e qualitativos.
Aspectos sociais (implantação de estrutura em áreas irregulares que tenham iniciado regularização)	A companhia não possui iniciativas em andamento.	A companhia possui iniciativas em andamento, porém não há metas definidas.	A companhia possui iniciativas em andamento e possui metas e prazos estabelecidos.
Gestão de riscos e mudanças climáticas	A companhia não possui metodologia de gestão de riscos, não realiza inventário de emissões nem possui iniciativas voltas às mudanças climáticas.	A companhia está implementando metodologia de gestão de riscos, de inventário ou de gestão de potenciais impactos relacionados às mudanças climáticas.	A companhia possui metodologia de gestão de risco implementada e iniciativas relacionadas à inventário de emissões e/ou gestão de potenciais impactos oriundos das mudanças climáticas.

OS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO ESG E RESPECTIVOS PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO UNIVERSALIZAÇÃO DO ATENDIMENTO

Água

Para este critério foram revisados os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (Brasil, 2018, 2019, 2021) e foi considerado o compromisso assumido no âmbito dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) de alcançar o acesso universal e equitativo a água potável até 2030. Considerando o tempo remanescente de oito anos e o avanço médio nacional necessário por ano para se atingir a meta de universalização de acesso a água, verificou-se que valores abaixo de 75% não alcançariam a meta. Assim, foram sugeridos os seguintes intervalos: Nota 2: superior a 90%; Nota 1: entre 75% e 89%; Nota -1: abaixo de 74%.

Esgoto

A coleta de esgoto seria, após a universalização do acesso à água, a segunda providência do saneamento (Paganini; Bocchiglieri, 2021). Pondera-se aqui também a meta do ODS 6 de até 2030 (ONU, 2023?) reduzir em metade, as águas residuárias não tratadas. Considerando a média nacional de avanço necessário de 6,8%, se verificou as regiões que irão precisar de um avanço superior a esse percentual e seu equivalente em atendimento faltante para a sugestão dos intervalos a seguir: Nota 2: superior a 80% para coleta de esgoto e superior a 50% de tratamento de esgoto; Nota 1: entre 60% e 79% para coleta de esgoto e superior a 50% de tratamento de esgoto; Nota -1: abaixo de 59% para coleta de esgoto e inferior a 50% de tratamento de esgoto.

Governança

Segundo pesquisa realizada por Ribeiro e Johnsson (2018), Governança está relacionada à responsabilidade compartilhada na tomada de decisão, um processo que contempla maior participação e envolvimento da sociedade.

A *Water Governance Facility* considera que a governança da água está relacionada às questões políticas, sociais, econômicas e de sistemas de administração que influenciam a gestão e o uso dos recursos hídricos e de

ecossistemas. A organização indica que a gestão sustentável da água, sua equabilidade e eficiência contribuem para as metas de desenvolvimento sustentável (SIWI, 2021?). Segundo o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), a importância da governança corporativa para empresas provedoras de saneamento é contribuir para o maior impacto social positivo com os limitados investimentos em água e saneamento (Cuéllar Boada, 2012).

A Lei Federal nº 1145/2007 já indicava, em seu artigo 4º, o controle social como princípio fundamental e, em seu artigo 9º, que o titular dos serviços de saneamento deveria formular políticas públicas de saneamento estabelecendo mecanismos de controle social. Segundo o Decreto Federal nº 7217/2010 (Brasil, 2010), entre os mecanismos de controle social estão: debates e audiências públicas, consultas públicas, conferência de cidades, participação de órgãos colegiados de caráter consultivo na formulação da política de saneamento básico, e em seu planejamento e avaliação.

Estudo realizado por Abbott e Cohen (2009) destacou o aumento do interesse em produtividade e eficiência pelas companhias de água e esgoto em todo o mundo. Pesquisa realizada por Leal, Carvalhal e Iervolino (2015) apontou influência positiva nas práticas de governança corporativa para empresas listadas na bolsa de valores. Rosseti e Andrade (2014) *apud* Andrade (2021) apontam que as principais razões para o desenvolvimento da governança corporativa são: relacionamento das corporações com seus acionistas, atuação da diretoria executiva e constituição de conselhos de administração. A globalização também merece relevância devido ao elevado número de países buscando melhores práticas através da adoção de códigos de governança corporativa (Lei Sarbanes-Oxley (2002) por exemplo).

No âmbito brasileiro, o Instituto Brasileiro de Governança Corporativa, constituído em 1995, destaca como princípios: a transparência, equidade, prestação de contas e responsabilidade corporativa.

Srivastava e Kathuria (2020) verificaram que a governança corporativa possui impacto positivo sobre a eficiência operacional. Estudo desenvolvido por Andrade (2021) contemplou 53 prestadoras de serviço de água e esgoto no Brasil e, para avaliar a governança corporativa, foi proposto um índice de Governança Corporativa (IGC) contemplando questões relacionadas à transparência, características do CEO e constituição do conselho. Foi utilizado um questionário com 15 questões binárias e se concluiu que é necessário mensurar os níveis de governança nas empresas, principalmente aquelas não listadas em bolsa de valores e que a evolução das práticas de

governança é notória. Indicou que o tamanho da empresa (mensurado pela receita bruta) é fator determinante para eficiência técnica.

Para a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), o envolvimento de *stakeholders*, a transparência e a divulgação também são princípios de governança e precisam ser contemplados para a governança corporativa (Cuéllar Boada, 2012). O engajamento social promove senso de pertencimento, identidade social e satisfação que estão associados a comportamentos positivos e saudáveis (Luo et al., 2020).

Após a revisão dos materiais mencionados anteriormente, ficou evidente que a governança para o saneamento possui dois pilares fundamentais: a transparência e a participação social. Assim, optou-se por indicar dois critérios relacionados ao tópico “Governança”, a existência de um sistema de participação social e sua influência nas decisões da companhia e a divulgação de resultados não financeiros. Os critérios serão avaliados da seguinte forma: Participação social: Nota 1: As decisões da companhia contemplam um sistema de participação social; Nota 0: A companhia possui um sistema de participação social, porém a tomada de decisão não se pauta nesse sistema; Nota -1: A companhia não possui um sistema de participação social. Transparência: Nota 1: A companhia divulga seus resultados não financeiros e estes são auditados por entidade independente; Nota 0: A companhia divulga resultados não financeiros, porém dados não são auditados; Nota -1: A companhia não divulga seus resultados não financeiros.

Reúso de água

Na revisão bibliográfica sobre reuso de água no Brasil, desenvolvido por Moura et al. (2020), verificou-se que sete estados brasileiros possuem alguma legislação relacionada ao reuso de água. Dos sete estados listados (Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e Ceará), foram revisados os relatórios de sustentabilidade para verificação do volume/percentual da água de reúso. A Bahia realizou estudo de viabilidade para implementação de estação para geração de água de reúso. A Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (Cedae) reportou que produziu aproximadamente 75 mil m³ de água de reúso, mas não foi possível identificar a qual percentual esse volume seria equivalente. Por fim, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) vem monitorando desde 2016 os volumes, e em 2020 foi produzido 1354 mil m³ o que equivale a 0,60% do total de esgoto tratado. O reúso de água é determinado pela Lei 14.026/2020 (Brasil, 2020).

Esses resultados foram adotados como base para os intervalos de classificação: Nota 2: Possui iniciativa e monitoramento sistemático dos resultados; Nota 1: Possui alguma iniciativa em andamento; Nota -1: Não monitora nem possui iniciativa em andamento.

Gestão de recursos

A gestão de recursos no saneamento, perpassa segundo estudos revisados pelo uso sustentável de ecossistemas, de resíduos sólidos, eficiência energética e energia limpa, recuperação de nutrientes e uso de biossólidos.

A média brasileira de gasto energético para cada metro cúbico de água para abastecimento é de 0,73 kWh e com relação ao esgotamento sanitário, há um consumo de 0,27 kWh/m³. Foram revisados os relatórios das companhias de saneamento que já possuem relatório de sustentabilidade e verificou-se que todas aquelas que realizam reporte, possuem controle do consumo energético. Algumas reportam ainda a fonte de geração da energia consumida. Optou-se por sugerir como critério para esse tópico a redução de consumo de energia não renovável para água produzida e esgoto tratado. Os intervalos de avaliação são: Nota 2: Monitora o consumo energético por fonte de geração e possui algum percentual consumido de energia renovável e/ou iniciativa em andamento com esse objetivo; Nota 1: Monitora o consumo energético, sem monitoramento por fonte e/ou sem consumo de fonte renovável; Nota -1: Não monitora o consumo energético.

Com relação à recuperação de nutrientes, se destacam as iniciativas de uso de biossólidos. Isto porque, se por um lado a grande geração de lodo nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) gera custos de disposição, por outro, há maneiras de aproveitamento. Segundo Godoy (2013), entre as principais formas de recuperação estão: Fabricação de tijolos e cerâmicas, produção de agregado leve para construção civil, produção de cimento, fertilizante orgânico, compostagem e recuperação de solos degradados. Nesse ponto, existe uma visão legal diferenciada no âmbito da legislação ambiental e do uso agrícola. Se por um lado as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) abordam o biossólido com um resíduo, o Ministério da Agricultura possui uma visão de produto e existe uma necessidade de convergência entre essas vertentes. A Resolução Conama nº 498 de 2020 é a mais recente publicada para regular as características e usos do biossólido.

De acordo com os últimos relatórios revisados das companhias de saneamento, apenas três possuem algum tipo de iniciativa para aproveitamento de biossólidos: Sabesp, Empresa Baiana de Águas e Saneamento

S.A. (Embasa) e Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar). Assim, optou pelos seguintes intervalos de avaliação: Nota 2: Possui iniciativas implementadas; Nota 1: Possui a intenção, mas ainda sem execução; Nota -1: Não possui iniciativa.

Atendimento à legislação ambiental, de saúde e segurança

Dentre as companhias que publicam relatórios, não foi identificada nenhuma que realize auditorias externas com relação ao atendimento à legislação de meio ambiente, saúde e segurança. Todas possuem em sua estrutura de governança um comitê de auditoria e realizam auditorias, porém, voltadas para questões contábeis. Sugere-se que o escopo das auditorias seja ampliado para verificação e validação dos dados ambientais, de saúde e segurança. Dessa forma, para este critério, a avaliação dos intervalos seria: Nota 2: São realizadas auditorias independentes para asseguração de atendimento à legislação ambiental, de saúde e segurança; Nota 1: É realizada verificação interna sem asseguração por auditoria independente; Nota -1: Não é realizada verificação interna nem asseguração por auditoria independente.

Proteção de mananciais

Uso sustentável da água seria o ponto de interface entre as esferas social, econômica e ecológica (Fay; Silva, 2006). A proteção e recuperação de mananciais é parte essencial para a universalização do saneamento e deve ser premissa para as companhias de saneamento (Santana, 2020). O risco hídrico é um ponto importante e material para as companhias de saneamento, uma vez que está diretamente relacionado à disponibilidade para fornecimento de água à população e a sustentabilidade financeira. Melhor a qualidade de água, menor a necessidade de gastos com tratamento. A Lei nº 14.026/2020 inclui entre as atividades de abastecimento, a reserva de água bruta.

Para a ONU, a segurança hídrica está associada à quatro dimensões: acesso à água adequada às necessidades básicas e bem-estar da população; resiliência a eventos extremos; suprimento de água para atividades produtivas e usos múltiplos e; preservação de ecossistemas e da água em benefício da natureza e das pessoas (Burgardta; Oliveira, 2021).

Todas as empresas que possuem relatório publicado relatam alguma forma de proteção de mananciais, entre elas, as principais medidas estão dispostas no Quadro 2.

Quadro 2 - Iniciativas de proteção de mananciais das companhias estaduais de saneamento

Companhias de saneamento	Iniciativa
Casan (SC)	Captação de mananciais menos vulneráveis visando proteção dos mananciais.
Cedae (RJ)	Coleta de sementes florestais, produção de mudas florestais nativas da Mata Atlântica, participação na implementação de atividades de restauração florestal e apoio a projetos de restauração e educação ambiental.
Copasa (MG)	Programa Pró-Mananciais: com objetivos de proteger e recuperar microbacias hidrográficas na região de atuação e de educação ambiental junto à comunidade escolar, denominado Chuá Socioambiental, conscientizando sobre a importância da preservação e recuperação de mananciais para fins de abastecimento.
Compesa (PE)	Programa PSHPE concluído em março, 2021 de proteção de mananciais.
Embasa (BA)	Estudos técnicos dos mananciais de captação e ações para recuperação da vegetação nativa no entorno das nascentes e de áreas marginais dos rios contribuintes diretos dos reservatórios responsáveis pelo abastecimento das regiões atendidas, principalmente aquelas com alta criticidade hídrica, com o propósito de ampliar a oferta de água.
Sabesp (SP)	Programa Cinturão Verde dos Mananciais Metropolitanos promoveu o plantio de mais de 845 mil árvores nos últimos cinco anos.
Saneago (GO)	Projeto Fundo Nacional do Meio Ambiente para a recuperação de nascentes e regeneração de Áreas de Preservação Permanentes (APP) na sub-bacia do Ribeirão Meia Ponte para recuperação de 84 nascentes e reflorestamento de 276 trechos de mata ciliar, passando por 172 propriedades rurais. Investimento de R\$ 2,45 milhões.
Sanepar (PR)	Programa Fundo Azul: investimentos em conservação ambiental em bacias de manancial. Em 2021 houve incremento de 46,3% em relação a 2020.

Como forma de balizar as ações nesse sentido, sugere-se os seguintes intervalos de avaliação: Nota 2: Um percentual do lucro da empresa é investido em proteção de mananciais; Nota 1: Existem ações em andamento, porém não existe um percentual ou valor fixo para desenvolvimento dessas ações; Nota -1: Não há ações sendo desenvolvidas.

Aspectos Técnicos e Operacionais

Entre os aspectos técnicos e operacionais mais citados entre as fontes revisadas estão as questões relacionadas à distribuição de água, interrupção de fornecimento e eficácia operacional.

A perda de água é considerada um dos principais indicadores de desempenho operacional das prestadoras de serviços de saneamento, tendo impacto direto sobre a vida útil dos sistemas de abastecimento, custos operacionais, faturamento e volume de água captado (Casan, 2020). Metas para redução de perdas na distribuição de água tratada e ausência de interrupções estão entre as cláusulas essenciais de contrato estabelecidas pela Lei 14.026/2020. Dados do SNIS 2021, indicam que houve um total de 67,7 mil paralizações e 195,6 mil interrupções no fornecimento de água.

Foi realizada busca entre os relatórios de sustentabilidade das companhias estaduais de saneamento pelas palavras “perdas”, “interrupção” e “fornecimento” para auxílio na definição dos parâmetros orientadores deste critério. O Quadro 3 apresenta as informações entre as companhias de saneamento que possuem relatório de sustentabilidade dos dados relativos às perdas de distribuição e interrupções de abastecimento do último relatório disponível para consulta.

Quadro 3 - Perdas de distribuição e interrupções de abastecimento entre companhias estaduais que possuem relatório de sustentabilidade

Companhia de saneamento	Perdas na distribuição (%)	Interrupção de abastecimento
Casan (SC)	39,7 %	Não reporta
Cedae (RJ)	Reporta perda econômica e troca de hidrômetro	Não reporta
Copasa (MG)	40,1% (2021)	Não reporta
Compesa (PE)	Não reporta	Não reporta
Embasa (BA)	46,6%	Redução de interrupções pelo uso de água subterrânea. Não possui indicadores.
Sabesp (SP)	18,2% (perdas reais em 2021)	Não reporta
Saneago (GO)	26,90%	Não reporta
Sanepar (PR)	Mensurado em litros e não %	Reporte em número absoluto

Dessa forma, para este critério, sugere-se os seguintes intervalos de avaliação para cada um dos temas: Nota 2: Os resultados são monitorados, reportados e há redução percentual de perdas e interrupções nos últimos anos; Nota 1: Os resultados são monitorados, porém não há reporte e/ou redução percentual de perdas e interrupções nos últimos anos; Nota -1: Não há monitoramento e/ou ações para redução percentual de perdas e interrupções nos últimos anos.

Aspectos sociais

Entre os ODS relacionados à água potável e saneamento, está a meta de apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento. Processos participativos têm como resultado sociedades mais produtivas, coerentes e seguras com menos tensões sociais e conflitos violentos (UN, 2016).

Ao revisar os relatórios de sustentabilidade das companhias de saneamento, os pontos identificados como materiais que tangem os aspectos sociais são: treinamento e desenvolvimento de funcionários, gestão socioambiental e desenvolvimento comunitário, gestão de pessoas (saúde, segurança e qualidade de vida) e engajamento com comunidades locais. Nota-se que os temas materiais apontados pelas companhias possuem grande aderência aos temas elencados pelas bases revisadas: geração de trabalho e renda, valores acessíveis para serviços de saneamento, igualdade e respeito aos respeitos trabalhistas, educação da população e integração de comunidade. Sendo assim, sugere-se para este critério avaliar a interação, comunicação e conscientização da população: Nota 2: A companhia possui programas em curso, avalia e reporta resultados quantitativos e qualitativos; Nota 1: Há programas em curso, porém não há avaliação e/ou reporte das iniciativas; Nota -1: Não há programas em curso.

Ainda, considerando o objetivo de universalização, as formas precárias de saneamento em assentamentos irregulares e os prejuízos ambientais, sociais e na saúde, tanto da falta como de ligações irregulares, outra avaliação necessária é com relação ao empenho das companhias na implantação de estrutura em áreas irregulares que tenham iniciado a regularização.

Estudo realizado pelo Instituto Trata Brasil (Trata Brasil, 2020) em parceria com a consultoria Reinfra e a Coordenação de Saneamento Básico, em 2015, verificou a percepção de moradores de assentamentos irregulares sobre a conexão das moradias com a rede de saneamento e o pagamento por este serviço. Dos participantes da pesquisa, 94% indicaram interesse na conexão às redes. Destes 35% indicaram interesse em pagar entre R\$ 12,01

e R\$ 24,00 pela tarifa mensal. Esses valores são até maiores do que algumas tarifas sociais praticadas entre as companhias de saneamento: Nota 2: A companhia possui iniciativas em andamento e possui metas e prazos estabelecidos; Nota 1: A companhia possui iniciativas em andamento, porém não há metas definidas; Nota -1: A companhia não possui iniciativas em andamento.

Gestão de Riscos e Mudanças climáticas

Entre as oito companhias de saneamento que possuem relatório de sustentabilidade, duas possuem entre seus temas materiais as mudanças climáticas (Sabesp e Sanepar). Quatro possuem iniciativas de realizar inventários de emissões de gases de efeito estufa (Sanepar, Sabesp, Copasa, Cedae). Sete companhias (Casan, Caema, Cedae, Copasa, Compesa, Sabesp, Saneago, Sanepar) possuem metodologia em curso de gestão de riscos e uma realiza publicação dos resultados obtidos (Copasa). A Embasa em seu último relatório publicado de sustentabilidade indicou que iria implementar processo de gestão de riscos.

Então, a partir destes levantamentos, sugere-se o que segue: Nota 2: A companhia possui metodologia de gestão de risco implementada e iniciativas relacionadas à inventário de emissões e/ou gestão de potenciais impactos oriundos das mudanças climáticas; Nota 1: A companhia está implementando metodologia de gestão de riscos, de inventário ou de gestão de potenciais impactos relacionados às mudanças climáticas; Nota -1: A companhia não possui metodologia de gestão de riscos, não realiza inventário de emissões, nem possui iniciativas voltadas às mudanças climáticas.

Os critérios e seus respectivos intervalos estão compilados no Quadro 1.

Recentemente, em junho de 2023, foi lançada a versão corrigida da norma ABNT PR 2030: Ambiental, social e governança (ESG) – Conceitos, diretrizes e modelo de avaliação e direcionamento para organizações. Essa prática estabelece dentro dos eixos ESG, temas e critérios, bem como a sugestão deste trabalho. Verificou-se aderência em diversos pontos em cada um dos eixos:

- Ambiental: Mudanças climáticas, recursos hídricos, recursos ecosistêmicos (nesta pesquisa estabelecido como proteção de mananciais com foco ao recurso de recarga hídrica), gestão de resíduos, uso sustentável do solo (neste trabalho estaria representado pelo uso de biossólidos), questões como emissões, contaminação, produ-

tos perigosos (estariam contemplado no critério deste trabalho de atendimento à legislação ambiental).

- Social: Saúde e segurança ocupacional, impacto social (por exemplo por meio de implantação de infraestrutura em áreas irregulares que tenham iniciado regularização), diálogo e engajamento de partes interessadas.
- Governança: Composição da governança corporativa, estratégia para sustentabilidade, engajamento de partes interessadas, gestão de riscos, auditorias interna e externa e relatórios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temática ESG ganhou destaque nos últimos anos, principalmente como forma de gestão de riscos financeiros. Entretanto, a cobrança pelo mercado, por uma melhor gestão dos temas ambientais, sociais e de governança não trouxe uma metodologia orientadora para as companhias que, por sua vez, utilizam guias disponíveis no mercado que divergem entre no que diz respeito às metodologias. Não existe um formato padrão de reporte entre as empresas de saneamento o que torna o entendimento do status de comprometimento com as questões ESG mais complexo. Existe também uma falta de padronização com relação à forma de apresentação dos dados em número absolutos e percentuais. Uma vez que as empresas possuem diferentes abrangências, o percentual possibilita melhor compreensão dos stakeholders sobre determinado critério.

Dentre as empresas que possuem relatório de sustentabilidade, a governança aparece como item significativo mais recorrente e em seguida aparecem estão as questões relacionadas à operação. As empresas que possuem capital aberto (Sanepar, Sabesp, Casan, Copasa) aparecem entre as empresas que possuem relatórios de sustentabilidade e que já possuem algum tipo de gestão com relação aos critérios sugeridos neste trabalho, entretanto, outras empresas como Saneago, Cedae, Embasa, Copesa não possuem capital aberto, porém apresentaram alguma gestão sobre os critérios aqui propostos.

A maior parte das empresas de saneamento estaduais não possui relatório de sustentabilidade publicado em suas páginas e a maior parte dos relatórios se concentra nas regiões sul e sudeste do país. Essas regiões em termos de universalização apresentam os maiores percentuais. Vale destacar, entretanto, que importantes iniciativas de reúso de água, aproveitamento de biossólidos, proteção de mananciais vêm sendo desenvolvidas

pela Embasa da região nordeste. A Saneago, da região centro-oeste, também apresenta iniciativas de proteção de mananciais e possui um percentual de perdas menor que companhias da região sul por exemplo.

Não foram estabelecidas metas a serem atingidas porque o que se espera com este trabalho é contribuir para que as companhias tenham um processo de melhoria contínua.

REFERÊNCIAS

ABBOT, M.; COHEN, B. Productivity and efficiency in the water industry. *Utilities Policy*, v. 17, n. 3-4, p. 233-244, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jup.2009.05.001>

ANDRADE, L. A. A. *Elaboração de um indicador de governança corporativa para as empresas de água e esgoto no Brasil e avaliação de seus impactos sobre a eficiência técnica*. Dissertação (Mestrado Profissional) – Fundação Getúlio Vargas, Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2021.

BOTELHO, K. T.; DIAS, M. R.; BARBOSA, A. S.; COLALILLO, E. G. P.; WALCHHUTTER, S. Indicadores de Sustentabilidade Empresarial: Um estudo exploratório. *Divers@ Revista Eletrônica Interdisciplinar*, v. 8, n. 2, p. 104-116, 2015. <http://dx.doi.org/10.5380/diver.v8i2.45050>

BRASIL. Presidência da República. *Decreto n. 7.217, de 21 de junho de 2010*. Regulamenta a lei nacional do saneamento básico. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7217.htm Acesso em: 31 mar. 2022.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. *Diagnóstico SNIS 2018*. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-information/acoes-e-programas/saneamento/snisd/diagnosticos-anteriores-do-snisd/agua-e-esgotos-1/2018> Acesso em: 14 maio 2022.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. *Diagnóstico SNIS 2019*. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-information/acoes-e-programas/saneamento/snisd/diagnosticos-anteriores-do-snisd/agua-e-esgotos-1/2019> Acesso em: 09 maio 2021.

BRASIL. Presidência da República. *Lei 14.026, de 15 de julho de 2020*. Atualiza o marco legal do saneamento básico. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm Acesso em: 31 mar. 2022.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. *Diagnóstico SNIS 2021.* SNIS. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snис/diagnosticos-anteriores-do-snис/agua-e-esgotos-1/2020> Acesso em: 14 maio 2022.

BURGARDETA, L. K. B.; OLIVEIRA, A. S. *O papel das agências reguladoras de saneamento e dos prestadores de serviços na proteção de mananciais para segurança hídrica.* NC, Fundação FEMSA, BID, GE, 2021. Disponível em: <https://www.tnc.org.br/content/dam/tnc/nature/en/documents/brasil/tnc-papel-das-reguladoras-agua-2021.pdf> Acesso em: 06 jun. 2022.

CASAN – COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO. *Relatório de Sustentabilidade 2020.* Disponível em: <https://ri.casan.com.br/sustentabilidade/relatorio-de-sustentabilidade/> Acesso em: 26 fev. 2024.

CEBDS - CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. *A diversidade indispensável para o futuro que queremos.* 2020. Disponível em: <https://cebds.org/a-diversidade-indispensavel-para-o-futuro-que-queremos/#.X5YjTIhKjIU> Acesso em: 25 out. 2020.

CUÉLLAR BOADA, F. H. A governança corporativa em empresas de água e saneamento. *BID Nota Técnica*, n. 106, 2012. Disponível em <https://publications.iadb.org/handle/11319/6333> Acesso em: 10 jan. 2021.

DOMINGUES, N. P. S.; PEREIRA, P. C. X. Risco à saúde e segurança do trabalhador como um aspecto do plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. In: DI GIULIO, G. M.; GÜNTHER, W. R. (Org.). *Inovação nas práticas e ações rumo à sustentabilidade.* São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 2019. p. 34-63.

EVANS, S.; VLADIMIROVA, D.; HOLGADO, M.; FOSSEN, K.; YANG, M.; SILVA, E. A.; BARLOW, C. Y. Business model innovation for sustainability: Towards a unified perspective for creation of sustainable business models. *Business Strategy and the Environment*, v. 26, p. 597-608, 2017.

FAY, E. F.; SILVA, C. M. M. *Índice de uso sustentável da água (ISA-Água) na região do sub-médio São Francisco.* Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 157p.

GARCIA, S. A.; MENDES-DA-SILVA, W.; ORSATO, R. J. Sensitive industries produce better ESG performance: Evidence from emerging markets. *Journal of Cleaner Production*, v. 150. p. 135-147, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.180>

GODOY, L. C. A Logística na Destinação do Lodo de Esgoto. *Revista Cien-*

tífica On Line – *Tecnologia, Gestão e Humanismo*, v. 2, n.1, 2013.

GRI – GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Estudo Setorial sobre os ODS. Água e Saneamento. 2019.

IFC – INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. Environmental, Health, and Safety Guidelines for Water and Sanitation. 2007. Disponível em: <https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/2000/2007-water-and-sanitation-ehs-guidelines-en.pdf>. Acesso em: 02 dez.2021.

LEAL, R. P. C.; CARVALHAL, A.; IERVOLINO, A. P. One Decade of Evolution of Corporate Governance Practices in Brazil. *Revista Brasileira de Finanças*, v. 13, n. 1, p. 134-161, 2015.

LUO, M.; DING, D.; BAUMAN, A.; NEGIN, J.; PHONGSAVAN, P. Social engagement pattern, health behaviors and subjective well-being of older adults: an international perspective using WHO-SAGE survey data. *BMC Public Health*, v. 20, n. 99, 2020. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7841-7>

MIRANDA, A. B.; TEIXEIRA, B. A. N. Indicadores para o monitoramento da sustentabilidade em sistemas urbanos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 9, n. 4. p. 269-279, 2004.

MOURA, P. G.; ARANHA, F. N.; HANDAM, N. B.; MARTIN, L. E.; SALLES, M. J.; CARVAJAL, E.; JARDIM, R.; SOTERO-MARTINS, A. Água de reuso: uma alternativa sustentável para o Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 25, n. 6, p. 791-808, 2020. <https://doi.org/10.1590/S1413-4152202020180201>

NIDUMOLU, R.; PRAHALAD, C. K.; RANGASWAMI, M. R. Why sustainability is now the key driver of innovation. *Harvard Business Review*, 2009. Disponível em: <https://hbr.org/2009/09/why-sustainability-is-now-the-key-driver-of-innovation> Acesso em: 09 set. 2021.

OHANA, V. Relator da ONU: novo marco do saneamento pode aprofundar desigualdade. *Carta Capital*, 22 jan. 2020. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/politica/relator-da-onu-novo-marco-do-saneamento-pode-aprofundar-desigualdade/> Acesso em: 25 out. 2020.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Objetivo de desenvolvimento sustentável 6. Água potável e saneamento. 2023?* Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6> Acesso em: 8 nov. 2023.

PAGANINI, W. S.; BOCCIGLIERI, M. M. O novo marco legal do saneamento: universalização e saúde pública. *Revista USP*, n. 128, p. 45-60, 2021. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.i128p45-60>

RIBEIRO, N. B.; JOHNSSON, R. M. F. Discussões sobre governança da água: tendências e caminhos comuns. *Ambiente & Sociedade*, v. 21, e01252, 2018. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0125r2vu18L1AO>

ROLEDO, C.; DI GIULIO, G. M. Acesso à informação e transparéncia: condições fundamentais na governança da água. In: DI GIULIO, G. M.; GÜNTHER, W. R. (Org.). *Inovação nas práticas e ações rumo à sustentabilidade*. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 2019. p. 98-117.

SANTANA, C. Recuperação de mananciais ajudará na universalização do saneamento básico. *Jornal da USP*, 03 ago. 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/actualidades/recuperacao-de-mananciais-ajudara-na-universalizacao-do-saneamento-basico/> Acesso em: 06 jun. 2022.

SACHS, J. D.; SACHS, L. E. Business alignment for the “Decade of Action”. *Journal of International Business Policy*, v. 4, p. 22-27. 2021. <https://doi.org/10.1057/s42214-020-00090-6>

SIWI – STOCKHOLM INTERNATIONAL WATER INSTITUTE. What is Water Governance? [2021?]. Disponível em: <https://siwi.org/undp-siwi-water-governance-facility/what-is-water-governance>. Acesso em: 20 jun. 2021.

SRIVASTAVA, G.; KATHURIA, V. Impact of corporate governance norms on the performance of Indian utilities. *Energy Policy*, v. 140, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111414>

TRATA BRASIL. *Universalização*. 2020. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/principais-estatisticas/universalizacao/> Acesso em: 01 maio 2022.

UN – UNITED NATIONS. *Report of the United Nations Conference on Environment and Development*. v. 2. Rio de Janeiro: United Nations, 1993. Disponível em: <https://digitallibrary.un.org/record/168679> Acesso em: 10 nov. 2020.

UN – UNITED NATIONS. *Leaving no one behind: the imperative of inclusive development. Report on the World Social Situation*. New York: United Nations, 2016. Disponível em: <https://www.un.org/esa/socdev/rwss/2016/full-report.pdf> Acesso em: 15 out .2021.

VON SPERLING, T. L.; VON SPERLING, M. Proposição de um sistema de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 18, n. 04, p. 313-322, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522013000400003>.

Parte IV

**Serviços ambientais e
mitigação às crises planetárias**

10

Estratégias de infraestrutura verde para mitigação da poluição atmosférica no ambiente urbano

Thiago Luiz Salvadeo Santos
Leandro Luiz Giatti
Thiago Nogueira

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, no mundo todo, a aglomeração em centros urbanos tem crescido consideravelmente. Segundo o relatório do Programa de Assentamentos Humanos das Nações Unidas (UN-HABITAT, 2022), 55% da população mundial vive em áreas urbanizadas. Até 2050 a previsão é de 68% de ocupação urbana. No entanto, países em desenvolvimento possuem um processo de urbanização mais acelerado, resultando em impactos negativos como a exploração de recursos naturais, destruição de ecossistemas terrestres, perda da biodiversidade, aplicação de fertilizantes químicos, degradação ambiental da água, do solo e do ar. O aumento de áreas impermeabilizadas têm provocado a redução de vegetações nativas.

A oferta de serviços e atividades remuneradas, consolidada nas regiões centrais das cidades, provoca o fluxo de pessoas e maiores deslocamentos, que em sua maioria, são realizados por veículos automotores. O aumento da frota de automóveis, ônibus e motocicletas, movidos a com-

bustíveis fósseis, não renováveis, geram poluentes atmosféricos, que são um dos fatores de risco e de impacto ao meio ambiente e à saúde humana.

Elevados níveis de poluentes são uma ameaça à qualidade de vida humana, particularmente àquelas pessoas que se encontram em alta vulnerabilidade social. Países de média e baixa renda são acometidos por uma maior exposição aos poluentes atmosféricos, sendo 89% das mortes prematuras no mundo ocorridas nesses lugares (WHO, 2022). A maioria dos países afetados concentram-se nas regiões do Sudeste Asiático e do Pacífico Ocidental em áreas urbanas com grandes contingentes populacionais (WHO, 2022).

Estima-se que a poluição do ar tenha causado 4,2 milhões de mortes prematuras em todo o mundo durante o período de 2019, em áreas urbanas e rurais (WHO, 2022). Essa marca aponta a gravidade dos efeitos da poluição do ar na saúde humana e alerta para o desenvolvimento de doenças crônicas associadas às questões cardiovasculares, respiratórias e ligadas à saúde mental. A Organização Mundial da Saúde (OMS) reporta que 37% das mortes prematuras são relacionadas à poluição do ar externo, causadas por doenças cardíacas isquêmicas e acidente vascular cerebral; 18% por doença pulmonar obstrutiva crônica; 23% por infecções respiratórias agudas inferiores e; 11% devido a câncer no trato respiratório (WHO, 2022).

Alguns grupos de pessoas são mais suscetíveis aos malefícios da exposição ao ar poluído provocado pela emissão de material particulado (MP), mesmo por curtos períodos, que resultam em internações hospitalares por causas cardíacas e pulmonares, ataques de asma, bronquite crônica e aguda, e sintomas respiratórios (Keyes et al., 2023; Liu et al., 2019). Por outro lado, os efeitos a longo prazo podem promover doenças crônicas, como a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) em indivíduos que apresentam quadro de asma crônica, insuficiência pulmonar, doenças cardiovasculares e mortalidade cardiovascular (Manisalidis et al., 2020). Além disso, a exposição prolongada pode gerar distúrbios mentais e perinatais, resultando em óbitos de crianças e doenças crônicas na fase adulta (Moce-lin; Fischer; Bush, 2022).

As fontes de poluição do ar em ambientes externos precisam de atenção, uma vez que atingem pessoas de maneiras diferentes. Para isso, ações devem ser tomadas por formuladores de políticas no âmbito local, regional, nacional e internacional, bem como articulação com setores de planejamento urbano, energia, saúde, transporte, educação, resíduos sólidos e agricultura. Além disso, é importante que políticas, programas, projetos e ações se conversem e tenham direcionamentos convergentes.

Por sua vez, o continente europeu registrou uma redução no número de mortes prematuras, durante o ano de 2019, em comparação com o ano de 2018. O relatório da Agência de Proteção Ambiental Europeia (2021) estima que o decréscimo nas concentrações atmosféricas deste poluente tenha contribuído para uma redução das mortes prematuras atribuídas à exposição de dióxido de nitrogênio (NO_2), atingindo um percentual de 16%, seguido de 11% de MP fino e 9% de exposição ao ozônio (O_3).

Em 2021, a OMS atualizou as diretrizes que estabelecem níveis de concentração para a qualidade do ar (WHO, 2021b). Destacam-se seis poluentes que mostraram maior risco à saúde: MP inalável e inalável fino (MP_{10} e $\text{MP}_{2,5}$), O_3 , NO_2 , dióxido de enxofre (SO_2) e monóxido de carbono (CO).

O MP fino causa transtornos graves ao ser humano, sendo filtrado pelos pulmões e distribuído pela corrente sanguínea até atingirem os órgãos. Além disso, a ação de massas de ar pode espalhar esses poluentes e depositar partículas em ressuspensão do solo na vegetação urbana (Ristorini et al., 2020), aumentando a área contaminada e atingindo ainda mais pessoas.

O O_3 , por sua vez, tem a capacidade de gerar danos às produções agrícolas e às porções de florestas e vegetações em áreas rurais. Entretanto, no espaço urbano seu efeito pode ser ainda mais nocivo, devido à redução do crescimento arbóreo, perda da biodiversidade e perturbação dos serviços ecossistêmicos (EEA, 2022).

Óxidos de nitrogênio (NO_x) são transportados pelo fluxo de ar e ficam depositados no solo e em corpos hídricos, resultando em quantias excessivas de nitrogênio. Em rios e córregos, o excesso de NO_x e amônia (NH_3) contribuem para o processo da eutrofização, resultante da proliferação de algas e redução da disponibilidade de oxigênio para outros seres vivos. Em ecossistemas terrestres, a deposição de quantidades excessivas de nitrogênio pode também reduzir a biodiversidade de vegetações nativas mais sensíveis e, eventualmente, promover a propagação de espécies invasoras que consomem altos níveis de nitrogênio, além de mudanças estruturais e função ecossistêmica (EEA, 2022).

Efeitos similares acontecem com a deposição de SO_2 alterando a composição química do solo e dos cursos d'água, conhecido pelo processo de acidificação. Elementos potencialmente tóxicos, como o chumbo (Pb), percorrem longos percursos da fonte poluidora até o receptor e se depositam em áreas agrícolas, contaminando o solo e ampliando os impactos na cadeia alimentar (EEA, 2022).

Áreas urbanas sofrem com a emissão de poluentes de fontes fixas e móveis, porém grande parte das fontes poluidoras empregam a queima de

combustíveis não renováveis, que aumentam a deterioração da qualidade do ar.

Estratégias para a contenção da poluição atmosférica urbana podem ser implementadas com políticas de fomento ao uso de combustíveis renováveis e uso de automóveis elétricos. Além disso, outras medidas podem ser adotadas pelos cidadãos, como utilização de transporte público coletivo, realização de dietas saudáveis orgânicos, monitoramento participativo de pessoas sobre poluentes e desenho urbano (Sofia et al., 2020). Ainda, a expansão do verde urbano, como o conjunto de arborização urbana, jardins públicos e privados, resíduos viários, praças e parques, reduzem os efeitos da poluição do ar em ambientes urbanos.

De acordo com Benedict e McMahon (2006), a infraestrutura verde compreende uma rede de espaços verdes interconectados por um sistema de áreas livres. Esta abordagem coloca o verde na forma de um instrumento de gestão ambiental em consideração aos serviços ecossistêmicos providos, que podem gerar importantes subsídios para a qualidade de vida, sendo também atributos de suporte à vida. Algumas tipologias, associadas à infraestrutura verde, podem auxiliar planejadores urbanos a introduzirem elementos vegetativos para mitigação de poluentes.

Cânions urbanos e ruas abertas são algumas das situações do espaço urbano que frequentemente causam uma maior vulnerabilidade urbana. Vulnerabilidade urbana e social se estabelecem quando a exposição ao perigo representa um risco provável às ocorrências e extensão do impacto (Tolffo; Giatti, 2021). A utilização de arborização, cercas vivas, arbustos, paredes verdes e tetos verdes pode contribuir para proteger pedestres e cidadãos das fontes poluidoras. Entretanto, o uso excessivo de plantio de árvores em cânions urbanos pode agravar as concentrações e efeitos da poluição em âmbito local¹, além de que nem sempre grandes quantidades de árvores resultam em uma boa absorção de poluentes gasosos pelas folhas, como também não retém quantidades significativas de poluentes sólidos pelas superfícies foliares e pelas cascas (Abhijith et al., 2017; Locosselli, 2020).

Este capítulo tem como objetivo discutir a contribuição da infraestrutura verde para a mitigação da poluição atmosférica e diretrizes que podem ser adotadas pela sociedade civil, tomadores de decisão e o setor empresarial para reduzir a exposição das pessoas aos poluentes atmosféricos.

1 A configuração de uma via estreita com a presença de edificações altas onde existem indivíduos arbóreos de copas frondosas e volumosas podem provocar a concentração de poluentes atmosféricos.

METODOLOGIA

Utilizou-se como método de estudo a revisão bibliográfica a partir da busca de artigos científicos, guias de orientação e teses no Google Acadêmico, *Science Direct*, *Scopus*, além de outros conhecidos pelos autores, no que diz respeito às áreas do conhecimento sobre poluição atmosférica, impactos na saúde humana, infraestrutura verde, tipologias vegetativas empregadas nas cidades e instrumento ambiental de planejamento urbanístico.

O estudo adotou as seguintes palavras-chaves: *air pollution*/poluição do ar; *human health*/saúde humana; *urban canyons*/cânions urbanos; *open streets*/ruas abertas; *green infrastructure*/infraestrutura verde; *mitigation*/mitigação. As publicações foram limitadas a filtragem de um período equivalente aos últimos treze anos. Como critério de inclusão foi empregado a leitura de resumos para verificar se os atributos dos artigos se encaixam aos objetivos da pesquisa. A partir disso, a seleção dos artigos foi dividida em seções no que se refere à poluição atmosférica no ambiente urbano, impactos na saúde humana e no meio ambiente, infraestrutura verde para mitigação, situações de cânions urbanos e ruas abertas, e aplicação da quota ambiental no planejamento urbano.

Foram selecionadas produções científicas e guias de recomendações por meio de um filtro temporal entre os anos de 2010 e 2023. A leitura dos títulos, das palavras-chaves e dos resumos contribuíram para trabalhar e fundamentar bases conceituais para o estudo. As referências levantadas contribuíram para a seleção de diretrizes e situações aplicadas em nível local que buscam reduzir os níveis de poluição do ar por meio de tipologias vegetativas em espaços denominados por ruas abertas e cânions urbanos. Além disso, as referências fomentaram uma discussão em relação à aplicação do instrumento de planejamento urbano, vinculado ao licenciamento imobiliário, Quota Ambiental, na cidade de São Paulo.

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO AMBIENTE URBANO

Áreas urbanas demandam esforços para a realização de atividades humanas, desde a produção de energia até a distribuição de alimentos. Entretanto, a ocupação de áreas mais afastadas do centro urbano promoveu maiores deslocamentos para regiões periféricas. A abertura de ruas e a expansão viária possibilitaram o uso de automóveis para o transporte individual de pessoas e mercadorias. Por outro lado, a dependência de carros e ônibus têm gerado elevadas concentrações de poluentes atmosféricos e impactos ambientais consideráveis (Carvalho, 2011).

A predominância de indústrias em zonas urbanas é um fator que causa desconforto para moradores locais, devido aos efeitos associados à contaminação da água e à poluição do ar. As fumaças lançadas pelas chaminés das indústrias, antigamente vinculadas ao desenvolvimento e ao progresso econômico, atualmente são vistas como causa de problemas à saúde humana. Além disso, outros fatores de risco podem ser observados pelas alterações climáticas e pela degradação dos ecossistemas (Malheiros, 2014).

Os poluentes atmosféricos são classificados pelo seu estado físico, dessa forma, apresentam-se em estado gasoso e particulado, que são oriundos majoritariamente da ação humana. Em alguns casos acontecem de forma natural, como o pólen e as emissões de erupções vulcânicas. Alguns poluentes ficam suspensos no ar e podem percorrer longas distâncias por meio de ventos para outros lugares (Floss et al., 2022). Os contaminantes atmosféricos podem ter sua origem em fontes móveis (carros e motocicletas, por exemplo) e fontes fixas (extração mineral, agricultura e setor industrial).

A emissão desses poluentes implica impactos ambientais adversos em águas subterrâneas, no solo e no ar, causando doenças não transmissíveis e mortes prematuras (Manosalidis et al., 2020).

Os poluentes também podem ser classificados como primários e secundários. Os primários são aqueles produzidos pelo setor industrial, por usinas termoelétricas e veículos automotores providos de motores de combustão. Nessa categoria, surgem os materiais particulados, o CO, os NO_x, SO₂ e os compostos orgânicos voláteis (COVs). Os poluentes secundários são gerados por reações de oxidação fotoquímica, sendo os principais exemplos o O₃ e o MP secundário.

O MP é definido como mistura complexa de compostos orgânicos e inorgânicos em estado sólido ou líquido, suspensos no ar, subdivididos conforme a variação do diâmetro em: material particulado inalável (MP₁₀, partículas com diâmetro menores do que 10 µm) e material particulado inalável fino (MP_{2,5} partículas com diâmetro menores do que 2,5 µm). Para exemplificar suas dimensões, as partículas de MP₁₀ são menores que um fio de cabelo, enquanto as partículas de MP_{2,5} são menores que uma hemácia (Floss et al., 2022). Geralmente, tem origem na queima de combustíveis fósseis, como também de processos industriais, incineração de resíduos, queima de carvão mineral e fogões a lenha. Por outro lado, podem ser originados por formações naturais, como pólenes e bioaerossóis.

O CO é um gás tóxico incolor e inodoro, constituído a partir da combustão incompleta de combustíveis de origem orgânica. A emissão por fontes naturais está voltada às atividades vulcânicas, gás natural e descargas elétricas, como por atividades antrópicas, como fornos a lenha, aquecimen-

to a gás, usinas termelétricas, queima de biomassa, escapamento de automóveis e cigarros (Cetesb, 2010).

Os NO_x são concebidos por processo de combustão e englobam os poluentes monóxido de nitrogênio (NO) e o NO₂ (Cetesb, 2022). Sob a incidência de luz solar, o NO transforma-se em NO₂ e juntamente com os COVs contribuem para a formação do O₃ em superfície.

Os COVs são gases e vapores providos da queima incompleta e evaporação de combustíveis veiculares, pelo setor industrial e por processos de transferência de combustível (Cetesb, 2022). São exemplos de espécies presentes na atmosfera urbana os compostos aromáticos monocíclicos, como o tolueno, o etil-benzeno, o benzeno e os xilenos.

O SO₂ é um gás incolor com forte odor, também produzido pela queima de combustíveis fósseis, principalmente carvão, petróleo e minérios que contêm enxofre. Reage com outras substâncias presentes no ar, formando partículas de sulfato responsáveis pela redução da visibilidade na atmosfera (Cetesb, 2022).

Os poluentes secundários são gerados por reações de oxidação fotoquímica, como ocorre com o O₃, a partir da catalisação entre os NO_x e COVs, na presença de luz solar e de calor nos períodos vespertinos de verão. A condensação de alguns poluentes gasosos (NO₂ e SO₂) pode provocar a névoa ácida, como ocorre com o NO_x e o MP secundário (Santos et al., 2021).

IMPACTOS DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NA SAÚDE HUMANA E NO MEIO AMBIENTE

Em várias partes do mundo, concentrações de poluentes atmosféricos afetam sistematicamente a qualidade de vida humana, porém grupo de crianças, idosos e mulheres grávidas estão mais vulneráveis à poluição do ar, que provoca o desenvolvimento de doenças e mortes prematuras. Entretanto, fatores como nutrição, comorbidades, genética e aspectos socio-demográficos podem contribuir para a suscetibilidade de um indivíduo à exposição de poluição (WHO, 2021a).

Em ambientes poluídos, gestantes requerem maior cuidado com o desenvolvimento embrionário, quando expostas às elevadas concentrações de poluentes podem desenvolver problemas associados à diminuição do crescimento uterino, parto prematuro, baixo peso ao nascer, anomalias congénitas, mortes intrauterina e perinatal agravam o risco à saúde (Novaes; Gouveia; Medeiros, 2010).

Crianças e adolescentes são mais acometidos pela poluição durante a fase de crescimento dos órgãos e desenvolvimento dos sistemas imunoló-

gicos. Além disso, a primeira infância tem a saúde prejudicada, aumentando o risco de doenças crônicas posteriormente durante a fase adulta, como diabetes e dificuldade cognitiva (Paul et al., 2020).

Indivíduos com idade superior a 60 anos também estão mais vulneráveis, uma vez que o sistema imunológico apresenta dificuldades para lidar com as funções pulmonares eficientes, gerando obstrução das vias aéreas e limitação dos exercícios físicos (Arbex et al., 2012).

Segundo Nowak e Van Den Bosch (2019), a poluição do ar promove o agravamento de patologias respiratórias e cardiovasculares, como também intensifica a gravidade dos sintomas respiratórios. Quadros de falta de ar, tosse, irritação na garganta, asma e função pulmonar reduzida. Estudos mais recentes demonstram relação entre poluição atmosférica e eventos respiratórios agudos em pessoas com doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DPOCs) e infecções respiratórias, aumentando o número de atendimentos em serviços de emergência e hospitais (Arbex et al., 2012). Casos mais avançados de exposição ao particulado fino ($MP_{2,5}$) apresentam a progressão de câncer de pulmão.

Hongsheng et al. (2023) salientam que os poluentes atingem o Sistema Nervoso Central (SNC) por meio da transmissão neural ao longo do nervo olfatório, filtragem de poluentes atmosféricos no pulmão e a circulação sanguínea. Em especial o particulado fino que atinge a cavidade nasal rapidamente e possibilita o contato direto com neurônios receptores olfativos.

Os efeitos da poluição atmosférica nas funções pulmonares de crianças durante os primeiros anos de vida são recorrentes, inclusive durante o período intrauterino. O sistema de imunidade de crianças não está plenamente desenvolvido, o que aumenta as chances de infecções respiratórias (Santos et al., 2021).

A poluição do ar pode causar efeitos agudos e crônicos sobre a saúde. Os efeitos agudos são aqueles que se revelam após um curto período, entre a exposição e os primeiros sintomas, em poucas horas ou dias. No entanto, os efeitos crônicos acontecem quando existe a exposição prolongada, apresentando sintomas após seis meses (São Paulo, 2022).

Um dos poluentes mais nocivos à saúde humana é o MP, devido aos danos produzidos no sistema respiratório. As partículas de menor tamanho ($< 2,5 \mu\text{m}$ de diâmetro) atingem alvéolos e a circulação sanguínea, e quando a exposição for prolongada, podem provocar efeitos mais graves, como problemas cardiovasculares, síndromes respiratórias e até mesmo óbitos.

Concentrações elevadas de NO_2 podem causar doenças pulmonares crônicas, prejudicar o sentido do olfato, além de irritação nos olhos, garganta e nariz, e em casos extremos acarretam óbitos. Outros problemas

causados por poluentes atmosféricos podem afetar a saúde humana como mostra a Figura 1.

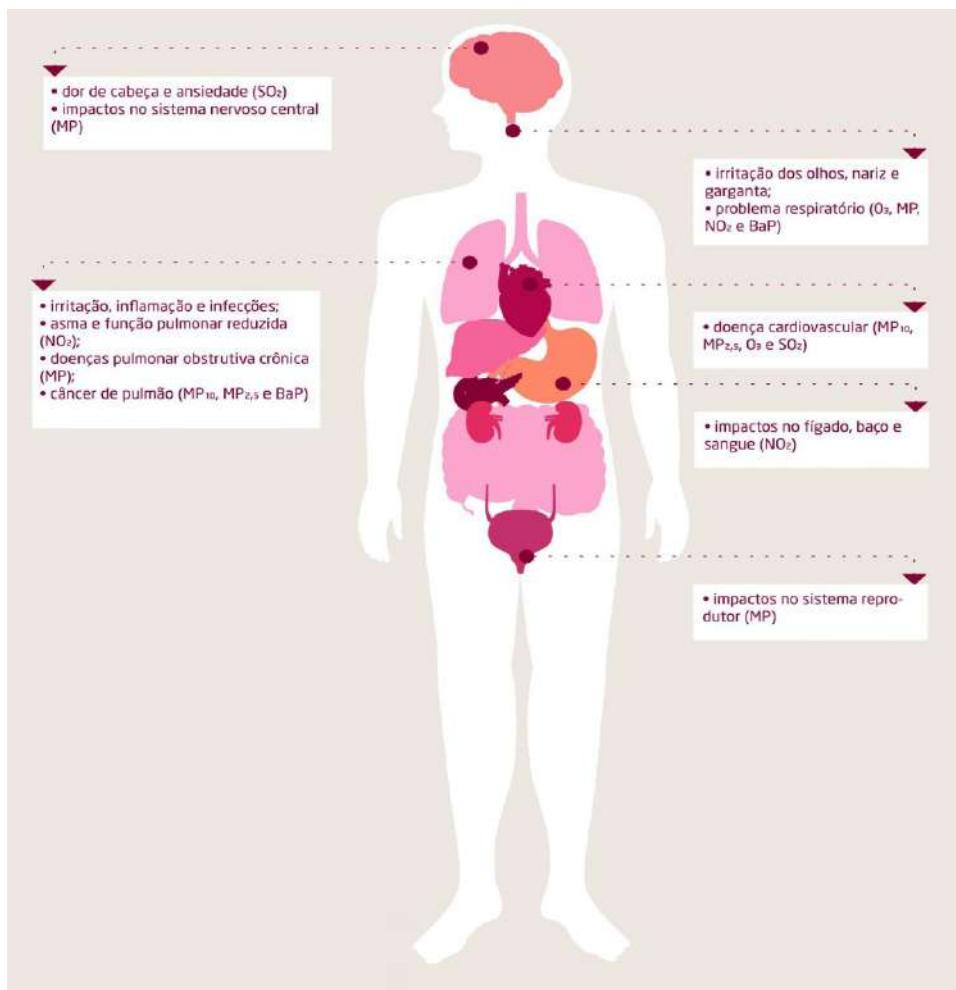


Figura 1 – Impactos da poluição do ar na saúde humana

Fonte: Adaptado pelos autores de EEA (2023).

Segundo Manosalidis et al. (2020), níveis elevados de NO_2 prejudicam hortas e vegetação urbana, pois reduzem o rendimento das colheitas e a eficiência do crescimento das plantas. Outro impacto negativo produzido pelo NO_2 é a redução da visibilidade e descoloração dos tecidos vegetais.

A INFRAESTRUTURA VERDE PARA MITIGAÇÃO DA POLUIÇÃO DO AR

Um dos grandes desafios para as cidades brasileiras é o planejamento de ações coordenadas para enfrentamento dos efeitos das mudanças climáticas, uma vez que políticas intersetoriais são fragmentadas e desarticuladas. As políticas públicas e instrumentos, normalmente não dialogam entre si frente e não levam em conta as alterações climáticas no planejamento urbano: planos diretores, planos de mobilidade urbana, saúde pública, saneamento, gestão de riscos, áreas verdes, drenagem e recursos hidrográficos.

O fomento aos planos de mitigação climática passa pelo ordenamento territorial da paisagem urbana e aspectos multifuncionais pelos quais a infraestrutura verde considera subsídios relevantes para a conservação da natureza. Medidas e conjunto de ações podem proteger e restaurar ecossistemas naturais, bem como ambientes já modificados pela ação humana, de maneira eficaz, sistêmica e adaptativa, a fim de promover o bem-estar e a biodiversidade (Caiche; Peres; Schenk, 2021).

A Infraestrutura Verde foi concebida por Benedict e McMahon (2006) como uma rede interconectada de espaços naturais e abertos urbanos que conservam valores e funções de ecossistemas naturais, dando suporte à água, ao ar limpo e ao ambiente terrestre equilibrado em virtude do bem-estar humano, resiliência urbana, e manutenção da fauna e flora. Manifesta-se por uma estrutura ecológica conjunta ao desenvolvimento social e econômico sustentável, a fim de colaborar para o planejamento urbano por meio de instrumentos de conservação dos espaços verdes (Ribeiro, 2010).

Para cada situação existem tipos de infraestrutura verde que auxiliam os tomadores de decisão a utilizarem adequadamente conforme as características do ambiente inserido. São trabalhadas escalas multifuncionais que melhor se adaptam ao desenho urbano, combinando elementos vegetativos e fatores hidrográficos. Para isso, dividem-se em escalas regionais, locais e particulares (Solera et al., 2020).

Tipologias urbanas aplicadas à escala regional se baseiam, especialmente, na bacia hidrográfica predominante, alternando entre áreas verdes urbanas, corredores verdes, espaços naturais protegidos e cinturão verde. Por outro lado, aquelas utilizadas em escala local – ruas, bairros e espaços livres abertos – são consideradas caminhos verdes, vias de uso múltiplo, hortas urbanas, bacias de retenção, bacias de detenção, alagado construído, canteiro pluvial, jardins de chuva, biovaletas, pavimento permeável e

interseção viária. No âmbito das edificações, em escala particular, são agrupadas as paredes verdes, telhados verdes, cisternas e jardins permeáveis (Solera et al., 2020).

Essas tipologias favorecem o combate às ilhas de calor e às alterações das condições climáticas provocadas pela incidência de edificações altas, pavimentos asfaltados, emissão de gases de efeito estufa, áreas industriais e supressão de áreas verdes. A manutenção de microclimas em áreas urbanas contribui para a transformação, purificação e eliminação de poluentes, agentes químicos e gases tóxicos (Ribeiro, 2010). Áreas verdes proporcionam o equilíbrio dos ciclos hidrológicos, o baixo consumo de energia, evitam desastres e permitem o embelezamento da paisagem urbana.

A infraestrutura verde tem a capacidade de promover benefícios para mitigação dos poluentes atmosféricos e outros mecanismos que melhoram a qualidade do ar, como alteração de padrões de dispersão, menor retenção de poluentes atmosféricos em cânions viários urbanos, redução da exposição humana à poluição e melhoria do conforto urbano e bem-estar (ISCAPE, 2019). Por outro lado, a implantação dessas tipologias traz algumas desvantagens como a dispersão de esporos de fungos, emissão de pó-lens e compostos orgânicos voláteis biogênicos (COVBs). Desse modo, desencadeiam o aumento de agentes causadores de alergia e a deposição em ambientes urbanos. Ações de implementação devem considerar assertivamente espécies nativas do bioma predominante que otimizem os benefícios e minimizem os impactos não intencionais gerados, como por exemplo, o uso de espécies invasoras que possam desequilibrar os ecossistemas (ISCAPE, 2019).

Segundo Janhäll (2015), a vegetação urbana comporta-se por meio de mecanismos que contribuem para a melhoria da qualidade do ar em escala regional e local: a dispersão e a deposição.

A dispersão acontece por transporte físico, diluição e espalhamento de poluentes em diferentes escalas (Tomson et al., 2021). Fontes poluidoras provocam a emissão dos poluentes que são transportados por fluxos de ar até atingirem o receptor. Quanto maior a distância entre a fonte de emissão e o receptor, menor a concentração de poluentes encontrada. Diferentes variáveis influenciam no fenômeno de dispersão, resultando em uma maior ou menor concentração. No espaço urbano, as edificações e a topografia modificam a velocidade, a intensidade e a direção do vento. Edifícios muito altos e perfilados, alteram o fluxo do vento, provocando a concentração de poluentes e obstruindo a circulação de ar. Embora a topografia possa modificar a velocidade e direção de fluxos, áreas mais elevadas favorecem a circulação de ar, enquanto fundos de vale tendem a acumular poluição

atmosférica. A combinação de fatores meteorológicos como ventos, umidade do ar, radiação solar, temperatura ambiente e chuvas, interferem para o tempo de permanência dos poluentes na atmosfera. Em ambientes locais, a vegetação atua como um obstáculo semipermeável frente ao fluxo de ar entre a fonte de poluição e o receptor. A ação passiva reduz a exposição do receptor aos poluentes, por conta da mudança do fluxo de ar e das concentrações de poluentes, uma vez que a barreira vegetativa consegue reduzir a ação do vento perpendicular à rua. Para cada situação é preciso observar as características da vegetação, a topografia e as condições meteorológicas locais (Tomson et al., 2021).

A deposição é outro mecanismo que acontece quando partículas atmosféricas são transportadas pelo fluxo de ar e são depositadas em superfícies foliares, aquáticas ou terrestres. Janhäll (2015) afirma que parte das plantas possuem uma grande área de superfície por unidade de volume que aumenta a probabilidade de deposição em comparação às outras superfícies presentes no espaço urbano. A deposição seca ocorre quando partículas poluentes são depositadas em superfícies sólidas e são removidas gradativamente, conforme a ação interceptada e o tamanho da partícula. Tiwari et al. (2019) salientam que no âmbito local, a vegetação urbana em canteiros viários, tais como cercas vivas e árvores, atuam como uma barreira de filtragem das fontes de poluição do ar, protegendo o pedestre de poluentes atmosféricos. Na escala regional, a rede de florestas urbanas, parques, jardins e praças colaboram para a diluição atmosférica, como também agem como deposição seca. Poluentes gasosos e partículas transportadas pelo fluxo de ar se depositam em elementos vegetativos ao passarem sobre a superfície foliar. Particulados são regularmente depositados em espécies arbóreas, o que causa o bloqueio e insuficiência de luz solar, reduzindo a capacidade de fotossíntese. Outros resíduos podem atrapalhar as trocas gasosas das folhas por estarem depositados na superfície foliar, criando uma camada impermeável da célula vegetal (Cetesb, [2021]).

Espaços urbanos pavimentados causam sérios impactos desagradáveis às pessoas, resultando na superexposição à radiação solar, às enchentes e aos assoreamentos após chuvas intensas. A implantação da infraestrutura verde nas cidades propicia consideráveis ganhos de saúde ambiental, sejam eles físicos, sociais, econômicos ou estéticos (Figura 2). São inegáveis os ganhos climáticos e ambientais quando se adotam soluções verdes nas cidades (ISCAPE, 2019).

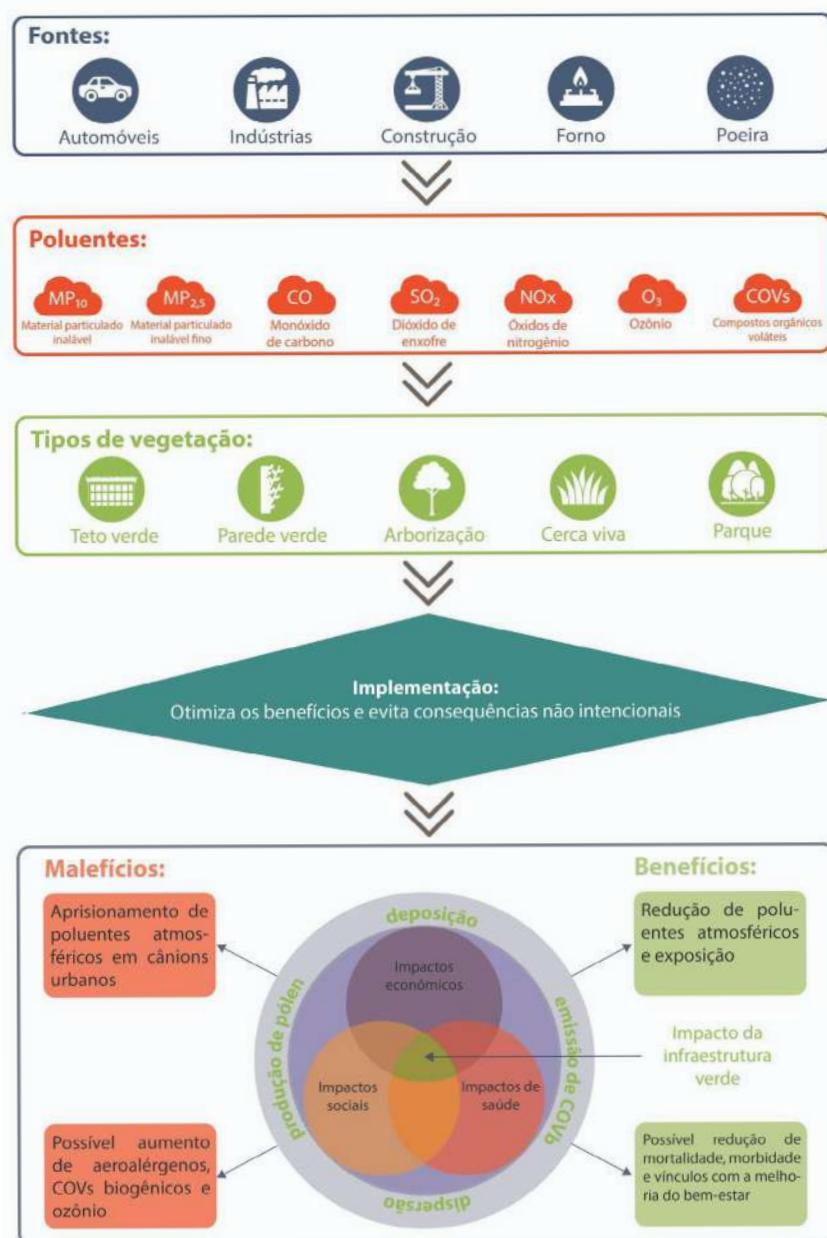


Figura 2 – Diagrama conceitual para mostrar a relação entre as fontes de poluição do ar, tipologias vegetativas, benefícios otimizados e consequências não intencionais

Fonte: Adaptado pelos autores de ISCAPE (2019).

CÂNIONS URBANOS

A qualidade do ar urbano está associada à dispersão de poluentes conforme o fluxo de ventos e a distribuição dos elementos urbanos no sistema viário. São definidos cânions urbanos ruas e avenidas que possuem grande quantidade de edifícios em ambos os lados da caixa viária (Abhijith et al., 2017). Outro fator que interfere na dispersão dos poluentes é a vegetação inserida nos cânions viários como estratégia de paisagismo urbano e periodicamente mantida pelos serviços de zeladoria dos órgãos públicos locais. As tipologias de infraestrutura verde geralmente utilizadas nas cidades contemplam árvores, arbustos, cercas-vivas e paredes verdes.

Existe uma relação entre ruas, tipologias vegetativas e distanciamento das edificações com a concentração dos poluentes do ar. A Figura 3 demonstra a maneira que os poluentes se relacionam entre o espaço viário e as edificações. Considera-se H a altura da edificação e W a largura da via, composta pelo leito carroçável e as calçadas. A relação de proporção indica padrões de dispersão de poluentes. Os cânions urbanos podem ser estabelecidos de acordo com sua proporção (Kumar; Abhijith; Barwise, 2019).

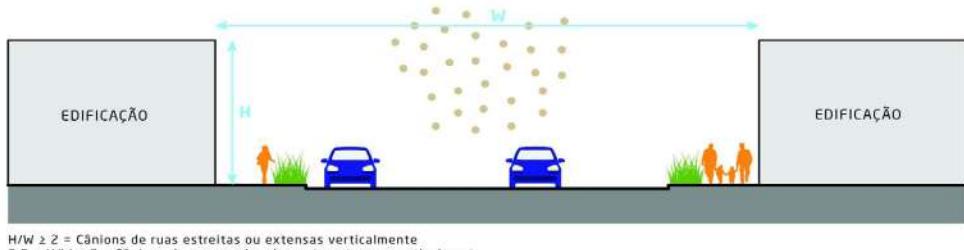


Figura 3 – Razão de aspecto

Fonte: Adaptado pelos autores de Kumar, Abhijith, Barwise (2019).

Cânions de ruas mais estreitas podem proporcionar um aumento de concentrações dos poluentes, independentemente de áreas verdes, por conta do ar poluído aprisionado no espaço e a falta de ar fresco para circular. Entretanto, a arborização urbana de grande porte pode resultar na degradação da qualidade do ar devido ao confinamento da poluição, como mostra a Figura 4. Kumar, Abhijith, Barwise (2019) consideraram observar atentamente ao critério de escolha para o plantio de novas espécies arbóreas, assim como manutenção daquelas existentes que prestam serviços ecossistêmicos importantes para a promoção do bem-estar urbano. Toda

atenção e cuidado devem ser observados para plantios de reflorestamento urbano.

Razão de aspecto de cânion urbano	Desenho esquemático (Direção do vento relativamente perpendicular à rua)
H/W ≥ 2 (Cânions de ruas estreitas ou extensas verticalmente)	<p>FLUXO DE VENTO</p> <p>EDIFICAÇÃO</p> <p>SOTAVENTO</p> <p>PASSARÉ VÍDEO</p> <p>BARRAMENTO</p> <p>EDIFICAÇÃO</p>
0.5 < H/W < 2 (Cânions de ruas moderadamente extensas verticalmente)	<p>FLUXO DE VENTO</p> <p>EDIFICAÇÃO</p> <p>SOTAVENTO / PARTE VIVA</p> <p>EDIFICAÇÃO</p> <p>BARRAMENTO</p>
H/W ≤ 0,5 (Cânions de ruas rasas ou largas)	<p>FLUXO DE VENTO</p> <p>EDIFICAÇÃO</p> <p>SOTAVENTO / CERCA VIVA</p> <p>ÁRVORE</p> <p>BARRAMENTO</p> <p>EDIFICAÇÃO</p>

Figura 4 – Recomendações gerais para diferentes razões de aspectos de cânions urbanos

Fonte: Adaptado pelos autores de Kumar, Abhijith, Barwise (2019).

Em cânions de ruas estreitas o plantio de árvores pode levar a degradação da qualidade do ar decorrente do baixo fluxo de vento, assim reduzindo a dispersão e diluição de poluentes atmosféricos. Por outro lado, em condições de ruas abertas, as cercas vivas e as árvores atuam como barreira vegetativa entre a emissão dos automóveis e o pedestre, reduzindo as concentrações de poluentes de partículas do lado oposto (Quadro 1).

Quadro 1 – Recomendações gerais para diferentes razões de aspectos de cânions urbanos

Parâmetro de projeto	Considerações
Localização	Se o objetivo principal é reduzir a exposição de pedestres ou ciclistas, as cercas vivas devem ser plantadas próximas à rua, entre a calçada/ciclovia/ciclofaixa e o leito carroçável. Paredes verdes podem ser construídas em pilares de viadutos, muros de contenção e outros equipamentos verticais.
Seleção de espécies	Em cânions de ruas profundas, nenhuma forma de vegetação, exceto paredes verdes, é recomendada. Em cânions de profundidade média, arbustos, cercas vivas e paredes verdes podem ser plantadas, mas árvores não são recomendadas. Árvores grandes e densas devem ser evitadas em todas as situações, mas árvores menores ou com folhas mais claras podem ser plantadas em cânions de ruas rasas.
Espaçamento	As cercas vivas contínuas (sem vãos ou espaçamentos) proporcionam uma melhor redução da exposição de pessoas e ciclistas. Se as árvores forem plantadas (somente em cânions rasos), elas devem ser espaçadas generosamente umas das outras.
Altura	Para cercas vivas, recomenda-se uma altura de cerca de 2,00 m.
Espessura	Para cercas vivas, recomenda-se uma espessura de 1,50 m ou mais.
Densidade	Em cânions de rua, recomenda-se uma densidade maior para cercas vivas e uma densidade menor para árvores.

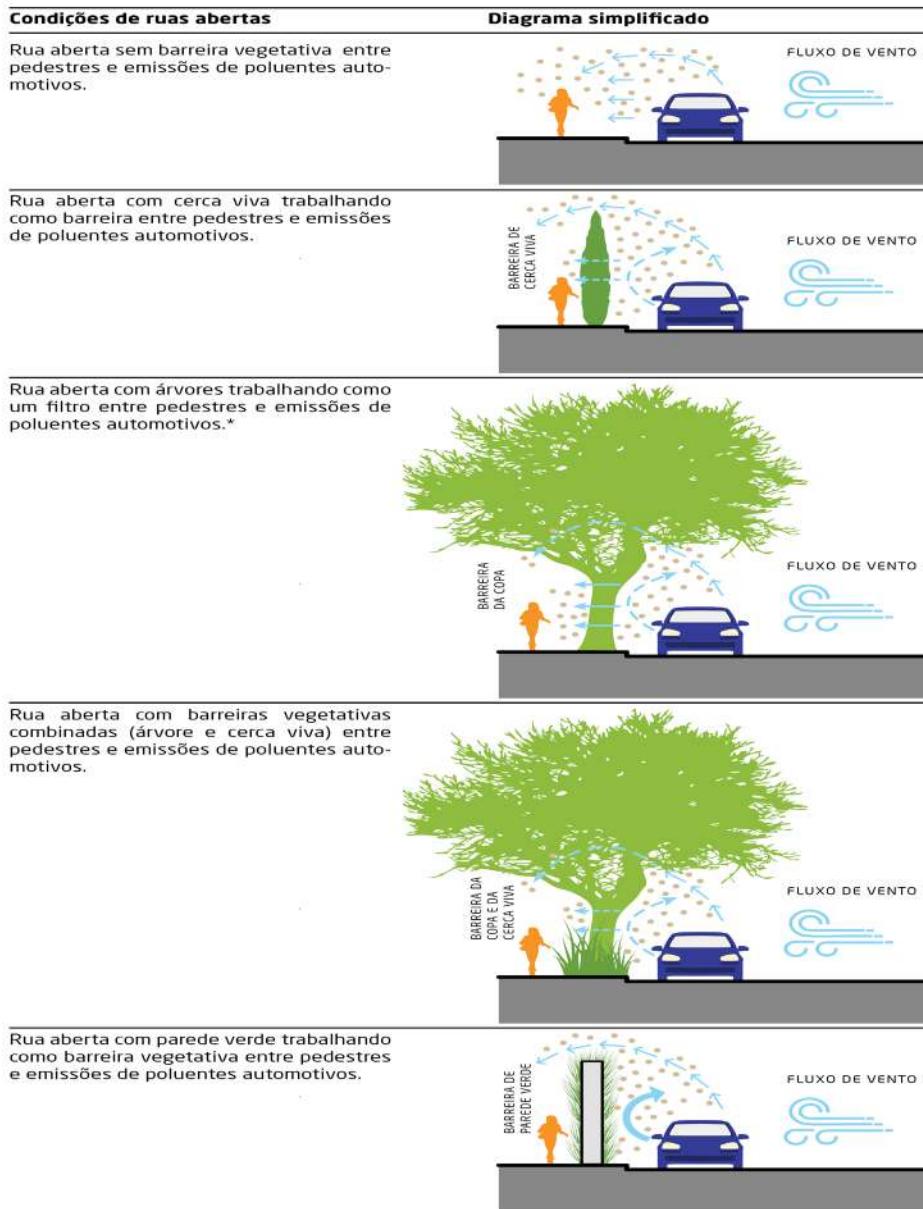
Fonte: Adaptado pelos autores de Kumar, Abhijith, Barwise (2019).

ESPAÇOS DE RUAS ABERTAS

As ruas e avenidas são espaços urbanos abertos que permitem a circulação de pessoas e veículos automotores, também conectam espaços construídos e áreas verdes de uma cidade. Nesses espaços utiliza-se tipos vegetativos adaptados às condições urbanas e às emissões de poluentes. Abhijith et al. (2017) ressaltam que árvores, cercas vivas, espécies arbustivas, praças, parques urbanos, paredes e tetos verdes, podem contribuir para o desenho urbano. Algumas espécies são plantadas ou têm ocorrência natural ao longo do sistema viário, formando corredores verdes e naturalmente criando barreiras naturais. A vantagem é o oferecimento de diversos benefícios, como abatimento de ilhas de calor, escoamento superficial da água de chuva, barreira contra ruídos, abrigo para avifauna, embelezamento urbano, entre outros.

Em vias abertas o conjunto de árvores sequenciadas atrelada a outras tipologias de vegetação colaboram como barreira entre as fontes poluidoras do leito carroçável e a passagem de pedestres em áreas de edifícios residenciais (Abhijith et al., 2017). Barreiras vegetativas acumulam concentrações de poluentes do ar no lado onde a vegetação está contra o vento, denominado barlavento. Dessa maneira, forçam o ar poluído a passar através da vegetação, variando a porosidade e dimensões físicas da vegetação. As vegetações de baixa densidade e alta porosidade resultam em uma maior infiltração do ar através da barreira, enquanto a de alta densidade e menor porosidade gera pouca ou nenhuma infiltração. Atrás da vegetação, isto é, na faixa de circulação de pedestres, as concentrações de poluentes do ar tendem a diminuir conforme a distância da rua. A deposição e a dispersão dos poluentes do ar dentro da barreira são controladas pela direção e pela velocidade do vento, posicionamento da vegetação, características físicas – espessura, altura e porosidade, temperatura, umidade relativa do ar e aspectos físicos das folhas.

As condições de rua aberta são definidas por espaços abertos, onde existe baixa presença de edifícios ou quando há edificações espaçadasumas das outras. Nessa situação, as correntes de ar não são impedidas e influenciadas por barreiras urbanas como os edifícios e outras infraestruturas. Ambientes urbanos possuem espaços para a arborização urbana e outras tipologias de vegetação onde podem ser plantadas em calçadas, canteiros e paredes laterais dos edifícios. O Quadro 2 traz as recomendações gerais para diferentes razões de aspectos de ruas abertas. A ilustração na Figura 5 representa o fluxo de vento e a dispersão de poluentes em condições de rua aberta.



*Sob algumas condições, devido ao efeito quebra-vento, os poluentes podem estagnar atrás de uma fileira esparsa de árvores, piorando a qualidade do ar a favor do vento (Abhijith e Kumar, 2019).

Figura 5 – Descrição simples das condições dos espaços de ruas abertas e fluxo de poluição

Fonte: Adaptado pelos autores de Kumar, Abhijith, Barwise (2019).

Quadro 2 - Recomendações gerais para diferentes razões de aspectos de ruas abertas

Parâmetro de projeto	Considerações
Localização	As cercas vivas devem ser plantadas entre a rua e as calçadas ou edificações e na frente de árvores (se houver); esta configuração oferece redução máxima de exposição.
Espaçamento	Barreiras sem lacunas proporcionam melhor redução da exposição a favor do vento.
Altura	Sempre que possível, recomenda-se que a barreira de cercas vivas ou de parede verde tenham uma altura de 5m ou mais. Barreiras vegetativas com maior altura resultam em maiores reduções das concentrações dos poluentes do ar próximos ao pedestre. Recomenda-se uma altura mínima de 1,50 m.
Espessura	A vegetação deve ser a mais densa possível; barreiras de vegetação mais espessas oferecem maior redução de exposição. Se possível, recomenda-se uma espessura superior a 5,00 m.
Densidade	Barreiras de vegetação de alta densidade são geralmente melhores para reduzir os níveis de exposição a favor do vento.

Fonte: Adaptado pelos autores de Kumar, Abhijith, Barwise (2019).

RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA AS TIPOLOGIAS

Todas as escalas de infraestrutura verde utilizam as árvores como principal elemento vegetativo capaz de melhorar a qualidade ambiental. A arborização de áreas públicas em jardins, ruas, praças, parques, orlas urbanas e unidades de conservação, requerem zelo em razão da manutenção periódica, tanto por parte do poder público quanto por parte de municípios empenhados.

As cercas vivas frequentemente utilizadas em jardins de chuva, bio-valetas, caminhos verdes e viários de uso múltiplo, consistem em espécies arbustivas mescladas conjuntamente às árvores para criação de barreiras vegetativas. A implantação em canteiros urbanos deve considerar dimensões oportunas conforme diretrizes municipais de arborização para espaços viários.

Paredes e telhados verdes oferecem maior versatilidade para serem utilizados em edificações e diversas infraestruturas cinzas urbanas. A cidade de São Paulo, por exemplo, detém experiência desses elementos em empenas cegas de edifícios, como também em taludes ajardinados nas vias de tráfego intenso. As paredes verdes são estruturas verticais que apresentam

vegetação fixadas às superfícies por meio de mecanismos autoaderentes, e também plantas lenhosas autossustentáveis.

Os telhados verdes são constituídos por uma camada fina de substrato que acomoda a vegetação em coberturas horizontais de um edifício.

A QUOTA AMBIENTAL, UMA POLÍTICA PÚBLICA INOVADORA PARA AMPLIAR INFRAESTRUTURA VERDE

As infraestruturas verdes consistem de possibilidades inovadoras de gestão ambiental para enfrentar os complexos problemas associados à massiva urbanização contemporânea, permitindo possibilidades de múltiplos ganhos como na forma de serviços ambientais, melhoria da qualidade de vida nas cidades, mitigação e adaptação às mudanças climáticas e, também, como já afirmado, mitigação da poluição atmosférica (Andersson et al., 2019; Staddon et al., 2018).

No contexto da busca de estratégias inovadoras para o emprego e promoção de infraestrutura verde urbana dirigida aos problemas associados à poluição atmosférica, destacamos a relevante experiência de política pública implementada no município de São Paulo, dentro do que foi denominado como Quota Ambiental. Ressaltamos aqui alguns princípios e atributos desta política tendo como referência o artigo de Caetano et al. (2021), que também se dedica a descrever o processo de formulação da respectiva agenda política.

No ano de 2013, a prefeitura da cidade de São Paulo iniciou processo de mobilização no sentido de incorporar aspectos ambientais no processo de licenciamento urbano de empreendimentos imobiliários urbanos. Para ultrapassar conceitos relacionados simplesmente com a impermeabilização do solo – que já eram vigentes e da mesma forma relevantes em inúmeras cidades brasileiras dado à condição de elevada pluviosidade e adensamento urbano –, a proposta inovadora que se constituiu embasou-se em ampla gama de princípios associados aos serviços ambientais e à consideração de que as áreas verdes nesta cidade estão desigualmente distribuídas.

Dessa forma, culminou em 2016 a implementação da Quota Ambiental enquanto componente da Lei nº 16.402 (São Paulo, 2016), que disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo. Os princípios orientadores da Quota Ambiental referem-se à flexibilidade ao proporcionar possibilidades a projetista de edificações, considerar desigualdades na distribuição de infraestruturas verdes na cidade e, também, ter uma base teórica sólida – o que foi constituído sobretudo a

partir da pesquisa de doutorado de Paulo Mantey Domingues Caetano na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (Caetano, 2016).

A Quota Ambiental agrega um sofisticado mecanismo que incorpora condicionantes ecológicos às construções, promovendo benefícios ambientais associados ao microclima, biodiversidade, drenagem urbana e qualidade ambiental associadas ao verde urbano. Em termos práticos, consiste do cálculo envolvendo um indicador de cobertura vegetal e um de drenagem, ambos calculados a partir de quadro de referência da lei, onde o projetista proponente da obra deve atingir uma pontuação mínima de valor contemplando, portanto, importantes atributos ambientais no lote. Este mecanismo se aplica a construções novas no município em lotes com metragem igual ou superior a 500m². Um ponto interessante na implementação deste mecanismo, refere-se ao compromisso reparador, considerando que o cálculo das pontuações mínimas é mais exigente para regiões da cidade, onde há menor presença de áreas verdes. Em sua aplicação, a flexibilidade se constitui uma vez que distintos atributos permitem pontuar sobre os indicadores almejados, por exemplo, fazendo-se uso de áreas não impermeabilizadas, vegetação de distintos estratos, utilização de telhados verdes e paredes verdes.

Considera-se que a Quota Ambiental apresenta inovação ao permitir o provimento de serviços ambientais importantíssimos a partir de lotes públicos ou privados, conferindo condicionantes ecológicos de grande interesse coletivo que podem, inclusive, contribuir com a melhoria da qualidade do ar em grandes cidades. Com isso, refletimos sobre o potencial de replicabilidade e de aprimoramento deste mecanismo, que pode ser associado de maneira mais enfática com o planejamento urbano voltado às condições de saúde pública. Digamos que a Quota Ambiental, ou a aplicação em similaridade de suas premissas, pode se dirigir mais especificamente a áreas de maior interesse por oferecerem condições propícias a piores índices de qualidade do ar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diretrizes demonstram que os elementos da vegetação urbana, como árvores, cercas vivas, parques urbanos, paredes e telhados verdes, são fundamentais para a qualidade de vida humana, aspectos socioeconômicos e prestação dos serviços ecossistêmicos. Entretanto, quando aplicados de maneira inadequada podem causar desvantagens em relação à qualidade do ar. A inserção equivocada e o plantio de espécies exóticas

podem prejudicar a dispersão e deposição de poluentes, além das emissões de COVBs e pólens.

Em cânions de ruas profundas é comum o uso de árvores de grande porte, porém essa barreira vegetativa cria um impacto negativo na qualidade do ar. Por outro lado, a combinação entre árvores e cercas vivas proporciona uma barreira completa e impede o fluxo de ar, por baixo e por cima, em cânions de ruas largas, protegendo o pedestre das fontes veiculares.

Em ruas abertas, barreiras vegetativas têm um efeito positivo por apresentarem espessura, altura e maior densidade. Espécies perenes e arbustos nativos podem criar condições favoráveis para a mitigação de poluição do ar em ruas abertas.

Poucos são os estudos relacionados às melhorias atmosféricas voltadas aos telhados e paredes verdes. Observa-se que expressam uma capacidade menor do que as árvores e cercas vivas para remover os poluentes. Por outro lado, exigem menor espaço e se adaptam às infraestruturas cinzas dos espaços urbanos, como taludes, viadutos e muros de contenção.

A conexão de espaços verdes em centros urbanos contribui potencialmente para gerar benefícios à saúde humana e ao bem-estar, reduzindo o risco de doenças crônicas, estresse, depressão, problemas cardiovasculares, mortes prematuras, além de ofertarem diversos serviços ecossistêmicos. Contudo, novos estudos ligados à área da saúde podem auxiliar questões práticas aplicadas à redução da poluição atmosférica, por meio da vegetação urbana. O avanço do conhecimento favorece a relação entre espécies nativas dos biomas brasileiros, estratos vegetativos e mecanismos de dispersão, deposição, pólens e redução de COVBs. A educação ambiental possibilitará uma sensibilização de pessoas por meio do nexo entre poluição do ar, saúde humana e infraestrutura verde às dinâmicas urbanas de planejamento territorial e tomada de decisões (Kumar et al., 2019). Dessa forma, o avanço de pesquisas nessa linha é importante para dar suporte aos serviços comunitários, educação integrada às questões socioambientais, orientações e promoção de políticas públicas voltadas à implantação de infraestrutura verde para mitigação da poluição do ar.

As estratégias apresentadas dialogam com todos os setores interessados: poder público, sociedade civil organizada e setor empresarial. O desenvolvimento de ações é necessário para reduzir as emissões e restringir os impactos socioambientais e econômicos. A publicação de informações em veículos de comunicação, diálogos em espaços educativos e experiências cotidianas auxiliarão o desenvolvimento da educação socioambiental em benefício da sensibilização comunitária e mudança de comportamentos, como atividades físicas ao ar livre, uso de transportes públicos coletivos,

preparação de alimentos orgânicos, preservação de polinizadores, redução de taxas sobre o valor do imóvel, entre outros.

Diante do problema da poluição atmosférica urbana, da importância da infraestrutura verde, das conformações com os cânions urbanos que são de maior risco, podem ser adotadas medidas de gestão urbana por meio do licenciamento edilício visto que a experiência correlata da quota ambiental no município de São Paulo abrange tipologias de infraestrutura verde, como arborização urbana, cercas vivas, paredes e telhados verdes, que propõem atributos de serviços ecológicos para composição do fator de incentivo à qualificação ambiental, resultando em escolhas condizentes à inserção do lote urbano, à valorização do bem-estar humano, além da relação entre ambientes construídos e a qualidade do ar em espaços abertos urbanos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) pelo apoio ao projeto Infraestrutura verde das cidades para resfriamento urbano – GreenCities (Processo Fapesp: 22/02365-5).

REFERÊNCIAS

- ABHIJITH, K. V. et al. Air Pollution Abatement Performances of Green Infrastructure in Open Road and Built-up Street Canyon Environments – A Review. *Atmospheric Environment*, v. 162, p. 71-86, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.05.014>
- ANDERSSON, E. et al. Enabling green and blue infrastructure to improve contributions to human well-being and equity in urban systems. *BioScience*, v. 69, n. 7, p. 566-574, 2019.
- ARBEX, M. A.; SANTOS, U. P.; MARTINS, L. C.; SALDIVA, P. H. N.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F. A poluição do ar e o sistema respiratório. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 38, n. 5, p. 643-655, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132012000500015>
- BENEDICT, M. A.; MCMAHON, E. T. *Green infrastructure: linking landscapes and communities*. Washington: Island Press, 2006.
- CAETANO, P. M. D. *Fundamentação teórica da Quota Ambiental e estudo de*

caso de seu desenvolvimento em São Paulo. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

CAETANO, P. M. D. et al. The City of São Paulo's Environmental Quota: A Policy to Embrace Urban Environmental Services and Green Infrastructure Inequalities in the Global South. *Frontiers in Sustainable Cities*, v. 3, 2021. <https://doi.org/10.3389/frsc.2021.685875>

CAICHE, D. T.; PERES, R. B.; SCHENK, L. B. M. Floresta urbana, soluções baseadas na natureza e paisagem: planejamento e projeto na cidade de São Carlos (SP). *Revista Labverde*, v. 11, n. 1, p. 121-149, 2021. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-2275.labverde.2021.189316>

CARVALHO, C. H. R. *Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros*. Texto para discussão. Brasília: Ipea, 2011. 39 p. Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_1606.pdf. Acesso em: 13 dez. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Ficha de informação toxicológica do monóxido de carbono*. São Paulo: Cetesb, 2010. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2022/02/Monoxido-de-Carbono.pdf> Acesso em: 03 jul. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Efeitos da poluição*. São Paulo: Cetesb, [2021]. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/solo/efeitos-da-poluicao/> Acesso em: 25 jun. 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2021*. 1^a ed. São Paulo: Cetesb, 2022. 161 p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2022/10/Relatorio-de-Qualidade-do-Ar-no-Estado-de-Sao-Paulo-2021.pdf> Acesso em: 21 jun. 2023.

EEA – EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. Report n. 05/2022. *Air quality in Europe 2022*. <https://doi.org/10.2800/488115>

EEA – EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. *How air pollution affects our health*. 23 mai. 2023. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/air-pollution/eow-it-affects-our-health> Acesso em: 03 jul. 2023.

FLOSS, M.; ZANDAVALLI, R. B.; LEÃO, J. R. B.; LIMA, C. V.; VIANNA, N.; BARROS, E. F.; SALDIVA, P. H. N. Poluição do Ar: uma revisão de

escopo para recomendações clínicas para a medicina de família e comunidade. *Revista Brasileira Medicina de Família e Comunidade*, v. 17, n. 44, p. 3038, 2022. [https://doi.org/10.5712/rbmfc17\(44\)3038](https://doi.org/10.5712/rbmfc17(44)3038)

HONGSHENG, X.; YUAN, C.; JIAFENG, L.; YICHEN, L.; ROBERTS, N.; ZHIYUN, J. Affective disorder and brain alterations in children and adolescents exposed to outdoor air pollution. *Journal of Affective Disorders*, v. 331, p. 413-424, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.03.082>

ISCAPE – IMPROVING THE SMART CONTROL OF AIR POLLUTION IN EUROPE. Improving air quality and climate with green infrastructure. *Policy Brief*, n. 6, nov. 2019. Disponível em: https://www.iscapeproject.eu/wp-content/uploads/2020/01/iSCAPE_Policy_Brief_No6_Improving-air-quality-and-climate-with-green-infrastructure.pdf Acesso em: 24 jun. 2023.

JANHÄLL, S. Review on urban vegetation and particle air pollution – Deposition and dispersion. *Atmospheric Environment*, v. 105, p. 130-137, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.01.052>

KEYES, T. et al. Low cost PM_{2,5} sensors can help identify driving factors of poor air quality and benefit communities. *Heliyon*, v. 9, n. 9, e19876, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19876>

KUMAR, P.; ABHIJITH, K. V.; BARWISE, Y. *Implementing Green Infrastructure for Air Pollution Abatement: General Recommendations for Management and Plant Species Selection*. United Kingdom: University of Surrey, August 2019. Disponível em: <https://openresearch.surrey.ac.uk/esploro/outputs/99511017702346> Acesso em: 15 jun. 2023.

KUMAR, P.; DRUCKMAN, A.; GALLAGHER, J.; GATERSLEBEN, B.; ALLISON, S.; et al. The nexus between air pollution, green infrastructure and human health. *Environment International*, v. 133, part A, 105181, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105181>

LIU, Y. et al. Short-term exposure to ambient air pollution and asthma mortality. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, v. 200, 30871339, 2019. <https://doi.org/10.1164/rccm.201810-1823OC>

LOCOSSELLI; G. M. Soluções Baseadas na Natureza para redução da poluição do ar na cidade. In: GÜNTHER, W. R.; PHILIPPI JR., A. (Org.). *Planejamento urbano e políticas ambientais: métodos, instrumentos e experiências*. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 2020. p. 86-106.

MALHEIROS, T. *Relatório sobre poluição atmosférica de São Carlos*. Escola de

Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014. 92 p. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/258782/mod_resource/content/0/Modelo%20de%20Relat%C3%B3rio.pdf Acesso em: 13 dez. 2023.

MANISALIDIS, I.; STAVROPOULOU, E.; STAVROPOULOS, A.; BE-ZIRTZOGLOU, E. Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Frontiers in Public Health*, v. 8, 2020. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>

MOCELIN, H. T.; FISCHER, G. B.; BUSH, A. Adverse early-life environmental exposures and their repercussions on adult respiratory health. *Jornal de Pediatria*, v. 98, Supplement 1, p. S86-S95, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2021.11.005>

NOVAES, H. M. D.; GOUVEIA, N.; MEDEIROS, A. P. P. de. Mortalidade perinatal e poluição do ar gerada por veículos. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, v. 32, n. 10, p. 471-475, 2010.

NOWAK, D. J.; VAN DEN BOSCH, M. Tree and forest effects on air quality and human health in and around urban areas. *Santé Publique*, v. 31, p. 153-161, HS1 (S1), 2019. <https://doi.org/10.3917/spub.190.0153>

PAUL, K. C.; HAAN, M.; YU, Y.; INOUE, K.; MAYEDA, E. R.; DANG, K.; WU, J.; JERRETT, M.; RITZ, B. Traffic-Related Air Pollution and Incident Dementia: Direct and Indirect Pathways Through Metabolic Dysfunction. *Journal of Alzheimer's Disease*, v. 76, n. 4, p. 1477-1491, 2020. <https://doi.org/10.3233/JAD-200320>

RIBEIRO, M. E. J. *Infraestrutura verde: uma estratégia de conexão entre pessoas e lugares. Por um planejamento urbano ecológico para Goiânia*. 2010. Tese (Doutorado em Paisagem e Ambiente) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. <https://doi.org/10.11606/T.16.2010.tde-31052010-150556>

RISTORINI, M.; BALDACCHINI, C.; MASSIMI, L.; SGRIGNA, G.; CAL-FAPIETRA, C. Innovative Characterization of Particulate Matter Deposited on Urban Vegetation Leaves through the Application of a Chemical Fractionation Procedure. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 16, p. 5717, 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165717>

SANTOS, U. P. et al. Environmental air pollution: respiratory effects. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 47, n. 1, e20200267, 2021. <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20200267>

SÃO PAULO (Estado). *Meio ambiente paulista: relatório de qualidade ambiental 2022*. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental, 1^a ed. São Paulo: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, 2022.

SÃO PAULO (Município). *Lei 16.402, de 22 de março de 2016. Disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo, de acordo com a Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014 – Plano Diretor Estratégico (PDE)*.

SOFIA, D.; GIOIELLA, F.; LOTRECCHIANO, N.; GIULIANO, A. Mitigation strategies for reducing air pollution. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 27, p. 19226-19235, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08647-x>

SOLERA, M. L.; MACHADO, A. R.; CAVANI, A. C. M.; SOUZA, C. A.; LONGO, M. H. C.; VELASCO, G. Del N.; IKEMATSU, P.; AMARAL, R. D. A. M. (Orgs). *Guia Metodológico para Implantação de Infraestrutura Verde*. São Paulo: FIPT, 2020.

STADDON, C. et al. Contributions of green infrastructure to enhancing urban resilience. *Environment Systems and Decisions*, v. 38, n. 3, p. 330-338, 2018.

TIWARI, A.; KUMAR, P.; BALDAUF, R.; ZHANG, K. M.; PILLA, F.; DI SABATINO, S.; BRATTICH, E.; PULVIRENTI, B. Considerations for evaluating green infrastructure impacts in microscale and macroscale air pollution dispersion models. *Science of The Total Environment*, v. 672, p. 410-426, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.350>

TOLFFO; F.; GIATTI, L. L. A contribuição das áreas verdes e parques para a saúde ambiental das cidades. In: GÜNTHER, W. R.; DI GIULIO, G. M. (Org.). *Ambiente urbano e sustentabilidade: desafios e oportunidades*. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 2021. p. 02-26.

TOMSON, M.; KUMAR, P.; BARWISE, Y.; PEREZ, P.; FOREHEAD, H.; FRENCH, K.; MORAWSKA, L.; WATSS, J. F. Green infrastructure for air quality improvement in street canyons. *Environment International*, v. 146, n. 106288, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106288>

UN-HABITAT - UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. *Envisioning Future Cities: World Cities Report 2022*. Geneva: United Nations, 2022. Disponível em: <https://unhabitat.org/wcr/> Acesso em: 23 abr. 2023.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Air quality and health*. Geneva: WHO, 31 mar. 2021a. Disponível em: <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts> Acesso em: 03 jul. 2023.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2,5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. Geneva: WHO, 22 set. 2021b. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1371692/retrieve> Acesso em: 10 mar. 2024.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Ambient (outdoor) air pollution*. Geneva: WHO, 19 dez. 2022. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) Acesso em: 26 jun. 2023.

11

Créditos Voluntários de Biodiversidade como solução para o investimento em conservação de áreas verdes em cidades

Ana Júlia Fonseca da Luz Giacometti Lemes
Fernanda Mendes de Rezende
Marcos Silveira Buckeridge

INTRODUÇÃO

A conservação da biodiversidade é a base para o desenvolvimento sustentável. Porém, as notícias de alteração de locais até então intocados têm sido frequentes e fazem pensar qual será o impacto em nossas vidas. Dechoum et al. (2019) e Marques (2020) associam a perda de biodiversidade à iminência de novas pandemias. De fato, após a pandemia da Covid-19, a comunidade científica levou o foco da discussão sobre biodiversidade para o impacto de sua perda sobre a saúde humana. Compromissos globais vêm sendo estabelecidos, e autoridades públicas, Instituições Financeiras (IFs) e a comunidade empresarial estão se tornando cada vez mais cientes da importância de compreender e medir seus impactos sobre a biodiversidade, em estabelecer estratégias de impacto zero (*No-Net-Loss*) e até de gerar resultados positivos para a natureza (*Net-Gain*).

Segundo dados da *Taskforce on Nature-related Financial Disclosures* (TNFD) mais da metade da produção econômica mundial – cerca de US\$ 44

trilhões de geração de valor econômico – é moderada ou altamente dependente da natureza (TNFD, 2022). Assim, uma perda contínua da natureza ameaça não somente mais da metade do PIB global, mas, mais importante, a vida humana e o bem-estar, com os mais pobres e vulneráveis sendo proporcionalmente os mais intensamente atingidos.

Unindo esforços para tentar estancar e reverter a perda da biodiversidade, em dezembro de 2022, cerca de 200 países discutiram e aprovaram quatro objetivos para 2050 e 23 metas para 2030, um pacto de paz com a natureza, chamado de “*Acordo Kunming-Montreal*” (CBD, 2022) ou “*The Post-2020 Global Biodiversity Framework*” (GBF). A Meta 19 do acordo visa aumentar substancial e progressivamente o nível de recursos financeiros de todas as fontes, através da implementação de estratégias nacionais de biodiversidade e planos de ação e até 2030 mobilizar pelo menos 200 bilhões de dólares por ano. As ações incluem recursos e planos nacionais, internacionais, públicos e privados (CBD, 2022).

Apesar das boas intenções, este valor está aquém do necessário, já que as estimativas para o financiamento necessário para interromper a perda de biodiversidade em nível mundial variam entre US\$ 722 bilhões e US\$ 967 bilhões/ano (WEFORUM, 2022). Em 2019, o fluxo global total de fundos para a proteção da biodiversidade totalizou apenas US\$ 124-143 bilhões (WEFORUM, 2022). Assim, uma hipótese é que a lacuna de financiamento entre o necessário e o que vem ocorrendo não possa ser preenchida apenas com fundos públicos. As empresas têm um papel fundamental a desempenhar.

A relação entre o poder público e o privado é bem representada pelos mercados regulados e voluntários de créditos de carbono, por exemplo. O mercado regulado é um ambiente econômico no qual o governo impõe regras e regulamentações específicas para garantir a eficiência, a segurança e o equilíbrio entre os participantes. Geralmente, o acesso a esse mercado é restrito e controlado. Já o mercado voluntário é um espaço em que as transações comerciais ocorrem de forma mais livre, sem regulamentações governamentais rígidas. As partes envolvidas têm a liberdade de estabelecer acordos e contratos de forma mais flexível, muitas vezes com ênfase em princípios de sustentabilidade e responsabilidade social, sem necessariamente seguir regras rígidas impostas pelo Estado.

Em 2022, o Governo Federal criou o esperado Mercado Regulado Brasileiro de Carbono, através do Decreto Federal nº 11.075/2022 (Brasil, 2022). No entanto, sua implementação não foi realizada e os prazos relativos à elaboração de trajetórias de descarbonização – por parte dos setores ou apresentação pelo Executivo – não foram cumpridos. Por isso, o novo governo revogou o decreto anterior e por meio do Decreto Federal nº

11.550/2023 (Brasil, 2023) traçou uma nova estratégia de apoio à regulação do sistema de comércio de emissões por meio de um futuro projeto de lei e/ou então a partir da regulamentação mais cuidadosa da Lei nº 12.187/2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). A revogação do Decreto nº 11.075/2022 é um sinal político importante sobre os rumos que a agenda da regulação de emissões e uso de instrumentos de mercado de créditos de carbono pode tomar no Brasil.

Quando se trata de mercados específicos para a Natureza, a meta 19 do GBF sugere o estímulo a esquemas inovadores como o pagamento por serviços ecossistêmicos, títulos verdes e uma nova estratégia chamada de Créditos Voluntários de Biodiversidade (CVBs). Os Créditos de Biodiversidade disponíveis até outubro de 2023 fazem parte de mercados voluntários. Desde 2022, a Austrália e Inglaterra (UNSW, 2022) vêm discutindo com diferentes setores e governo para implementar um mercado nacional regulado de créditos de biodiversidade. No Brasil esta discussão ainda não teve início.

Os CVBs são unidades padronizadas e verificadas de resultados positivos para a biodiversidade, que podem ser comprados por empresas e governos com a finalidade de contribuir positivamente para a natureza. Isto pode ser feito, por exemplo, como parte de uma meta, baseada na ciência, de uma empresa privada, uma política pública, ou para fazer uma contribuição proporcional para lidar com impactos históricos. Os CVBs têm o potencial de permitir que empresas, IFs e governos façam contribuições voluntárias para um futuro positivo para a natureza, estabelecendo maior confiança de que as contribuições serão eficazes e estão alinhadas com metas sociais e para a natureza (The Biodiversity Consultancy, 2022).

Os CVBs, ainda em um estágio inicial de desenvolvimento, começaram a ser implementados em projetos piloto, em 2022, em mercados voluntários com foco em três abordagens e objetivos distintos:

1. Preservação ou diminuição de ameaças (Figura 1): os CVBs são aplicados a um ecossistema, área terrestre ou marinha, que apresenta alto valor de biodiversidade, mas está ameaçada no que concerne à presença de espécies exóticas e invasoras, por exemplo. De modo geral, o valor da biodiversidade da área é medido em relação a um local de referência (sem a ameaça). Nestas versões de CVBs, o crédito pode estar relacionado a indicadores de biodiversidade que não diminuem em relação ao local de referência, ou seja, a biodiversidade permanece a mesma. O valor atribuído ao crédito também pode ser

relacionado à quantificação da diminuição da ameaça. Nesta abordagem, a ausência de aumento dos indicadores de biodiversidade não significa necessariamente que nenhum valor foi agregado (Ducros; Steele, 2022).

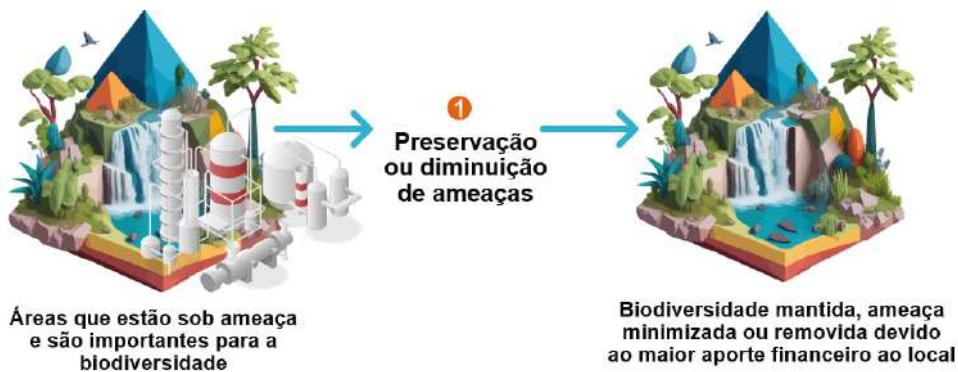


Figura 1 – Tipos de abordagens e objetivos de um CVB para preservação ou diminuição de ameaças

2. Restauração (Figura 2): são aplicados a uma área que requer ações como restauração, regeneração e enriquecimento da biodiversidade e serviços ecossistêmicos e/ou melhoria da conectividade da paisagem. Os CVBs são associados ao aumento no valor de indicadores de biodiversidade, ou seja, a partir das ações adotadas, a biodiversidade está comprovadamente aumentando (Ducros; Steele, 2022).



Figura 2 – Tipos de abordagens e objetivos de um CVB para restauração

3. Apoio a esforços de gestão existentes (Figura 3): Os CVBs associados ao apoio a esforços de conservação e gestão existentes são destinados a gerar investimentos para áreas específicas, incentivar e fortalecer as gestões existentes em países, Povos Indígenas (PIs) e Comunidades Locais (CLs), que têm obtido sucesso em seus esforços de conservação. Esta modalidade sugere que, independentemente do perfil de risco, todas as áreas terrestres e marinhas devem ter a oportunidade de receber investimento (Ducros; Steele, 2022).

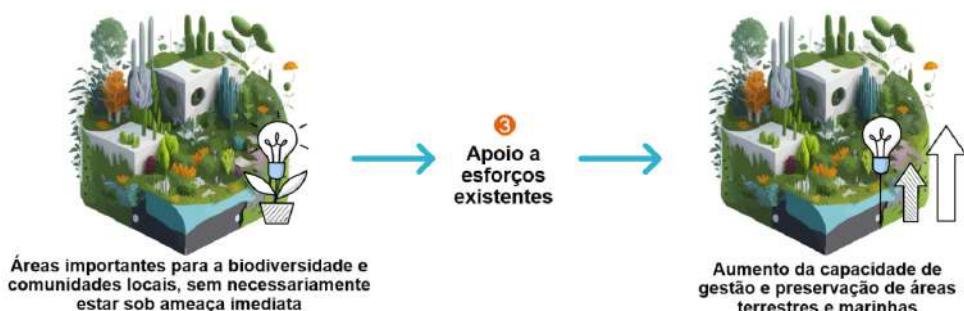


Figura 3 – Tipos de abordagens e objetivos de um CVB para apoio a esforços existentes

Visando minimizar os erros cometidos no mercado de créditos de carbono, instituições como a *Nature Finance* (Organização sem fins lucrativos – ONG) *Biodiversity Credit Alliance* (Fórum Global), *World Economic Forum* (Fórum Global), *Wallacea Trust* (Instituição de Pesquisa do Reino Unido), *Plan Vivo* (Esquema de Certificação de Carbono), *VERRA* (Esquema de Certificação de Carbono), *Finance for Biodiversity* (Grupo Global de discussão entre IFs) entre outros governos locais e universidades, vêm discutindo metodologias de criação e aprovação próprias de CVBs, estabelecendo princípios gerais, padrões mínimos, regras para monitoramento, regras para registro, comercialização e para validação (Ducros; Steele, 2022) (Tabela 1).

Apesar dos erros cometidos no início da implementação dos créditos de carbono, é inegável que esse mercado tem efeitos sobre a biodiversidade. Efeitos que podem ser tanto positivos (por ex. preservação da biodiversidade, restauração ecológica), como negativos (por ex. plantio de monoculturas de crescimento rápido). Foram diversos aprendizados com os créditos de carbono, o que faz com que os CVBs surjam com elevado grau de maturidade. Contudo, ainda não existem esquemas de CVBs ope-

racionais em larga escala, isso porque medir a biodiversidade é de fato desafiador. Na Figura 4 é possível observar a distribuição global de alguns projetos de CVBs em andamento.

Tabela 1 – Erros gerados no início do mercado voluntário de carbono e requisitos mínimos de qualidade que vêm sendo implementados para o mercado voluntário de Créditos de Biodiversidade

Erros gerados no início do mercado voluntário de Créditos de Carbono	Requisitos mínimos de qualidade que vêm sendo implementados e discutidos para o mercado voluntário de Créditos de Biodiversidade
Dificuldade de rastreabilidade; vendas em duplicidade	<p>Cadastramento de créditos que incluam números de série para cada unidade.</p> <p>O registro de transações (ou uma bolsa), que possua a capacidade adicional de transferir unidades entre participantes do mercado.</p> <p>Uso inovador de diferentes tipos de capital (tais como <i>blockchain</i>, <i>tokenização</i> e contratos</p> <p>Inteligentes) para mobilizar o financiamento privado e a necessidade de colaborar para desenvolver estruturas, padrões e até mesmo um vocabulário aceito.</p>
Poucas – ou ausência de – informações sobre o crédito e metodologias utilizadas, que possibilite a análise sobre sua qualidade	<p>Sistema de gerenciamento de dados que registre todas as informações do crédito (indicadores, métricas usadas), para fins de transparência.</p> <p>Exigência de total transparência em toda a cadeia de valor, permitindo rastreabilidade.</p> <p>Compartilhamento de lições aprendidas para contribuir para a melhoria contínua dos esforços de combate à perda da natureza.</p> <p>Fortalecer a supervisão regulatória com políticas de concorrência convencional e específicas para a natureza e relacionadas ao clima.</p>
Dificuldade – ou ausência – de padronizações, prazos e preocupação em disponibilizar dados para acompanhamento ao longo do tempo	<p>Estabelecimento de um prazo (tempo) mínimo de duração do crédito de 20 anos, para que os indicadores sejam mediados e ao longo do qual seja possível avaliar as mudanças desejadas.</p> <p>Estabelecimento de um prazo (tempo) para medições dos indicadores ao longo do tempo (3 a 5 anos) de monitoramento.</p>

continua...

Erros gerados no início do mercado voluntário de Créditos de Carbono	Requisitos mínimos de qualidade que vêm sendo implementados e discutidos para o mercado voluntário de Créditos de Biodiversidade
Ausência de envolvimento das comunidades locais e povos indígenas; dificuldade de entendimento do mercado por parte destas pessoas	Comunidades locais e povos indígenas como principais atores; investimento na criação de créditos com foco em gestão local realizada por estes grupos.
Ausência de interface e/ou mobilização com biodiversidade e/ou outros temas e partes interessadas	Interface com mercado de carbono, projetos de restauração e sociedade. Mobilização de partes interessadas, especialmente clientes em setores de alto impacto e alta dependência da natureza, no planejamento da transição para uma estratégia de Natureza Positiva e preocupação em garantir que as transações sejam refletidas em “impacto líquido zero” (<i>No Net Loss</i>).
Ausência de estratégias robustas para atingir metas globais	Incentivos ao desenvolvimento de políticas e estratégias relacionadas à biodiversidade e fatores de perda de biodiversidade (por exemplo, desmatamento), incluindo políticas específicas de setores específicos, quando apropriado. Bancos centrais e os ministérios das finanças como promotores da atribuição de um valor monetário à natureza – para que a natureza seja incluída nas principais decisões econômicas e financeiras. Incentivo à adesão às metas globais no momento da compra do crédito.

Fonte: Adaptado de Ducros e Steele (2022); Taskforce on Nature Markets (2023).

É importante destacar que CVBs não são um mecanismo de compensação ambiental e não devem ser usados para contornar a Hierarquia de Mitigação (procedimento de evitar, minimizar e restaurar os potenciais impactos adversos sobre a biodiversidade), porque os CVBs são gerados de forma independente de possíveis perdas ou impactos ocasionados por um projeto. Em vez disso, representam uma contribuição positiva para a biodiversidade, ou seja, depois que as empresas evitam e reduzem seus impactos de acordo com a Hierarquia de Mitigação, elas podem fazer contribuições positivas para a recuperação da natureza, o chamado *Net Gain*. Essa distinção é análoga aos créditos de carbono, sendo usados para ir além, em vez de

reduzir as reduções de emissões diretas operacionais e da cadeia de valor (The Biodiversity Consultancy, 2022).

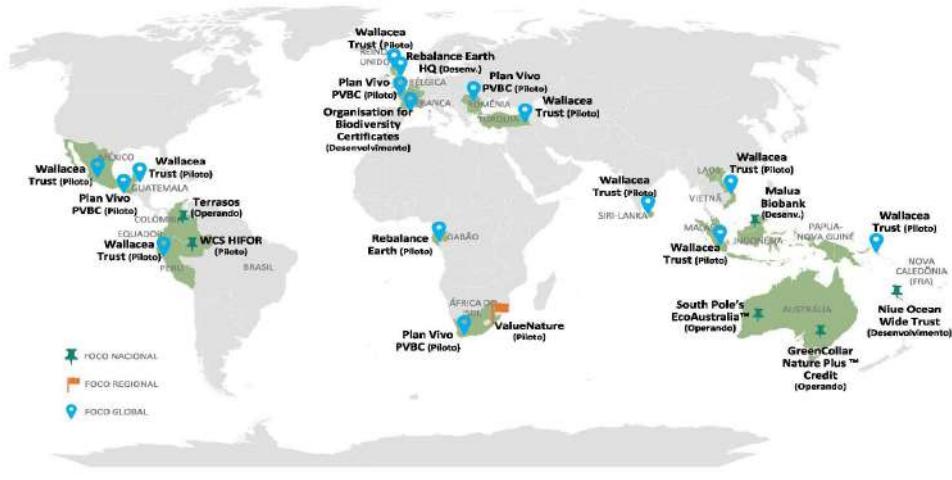


Figura 4 – Localização de projetos de CVBs no mundo

Fonte: Adaptado de Ducros e Steele (2022).

A seguir, por meio da análise de iniciativas e de CVBs já disponíveis no mercado, buscamos responder perguntas como: i) Quem compra os CVBs; ii) Quem fornece os CVBs e por quê; iii) Como os CVBs estão sendo concebidos; iv) Como são medidos; e v) Qual a eficiência das iniciativas.

i) Quem compra os CVBs?

Os principais compradores dos CVBs são empresas privadas, governos e bancos (IFs) (WEFORUM, 2022). Com a crescente compreensão do papel fundamental da natureza para a saúde, felicidade, bem-estar e economias, tanto as percepções sociais quanto as regulamentações estão mudando. As empresas e governos que não agem pensando na natureza estão cada vez mais expostas a uma variedade de riscos. Governos e negócios não podem funcionar sem um mundo natural próspero (Leclère et al., 2020).

Assim, percebe-se um rápido aumento do interesse do setor privado na conservação da natureza como parte da responsabilidade social, am-

biental e de governança das empresas (do inglês *Environmental, Social and Governance* - ESG) e da publicidade positiva, adotando estratégias de impacto zero (*No-Net-Loss*) e até de gerar resultados positivos para a natureza (*Net-Gain* e *Nature Positive*). Essas tendências, além de vários esquemas de avaliação de capital natural que estão sendo desenvolvidos, estão criando uma demanda por biocréditos (WEFORUM, 2022).

Duas organizações de comercialização de CVBs, a *rePLANET* e a *Biodiversity Credit Company*, afirmam já ter compromissos financeiros firmados com empresas privadas para 1,2 milhão de CVBs (a serem implementados após o lançamento do padrão *Plan Vivo*, em 2023). Da mesma forma, a *Wallacea Trust* já possui um consórcio de bancos que se comprometeram a comprar mais 3 milhões de CVBs de uma série de novos projetos que estão sendo desenvolvidos na América Central e do Sul (Ducros; Steele, 2022), conforme Figura 4. Em julho de 2022, a Terrasos vendeu aproximadamente 60 CVBs para empresas privadas, segundo a empresa, com pouquíssimo marketing, indicando que há um interesse promissor no mercado (Terrasos, 2022).

Os governos também têm um papel importante no impulsionamento dos CVBs, ao promover e até recompensar os compromissos de conservação e restauração de longo prazo. Como exemplo, o programa "*Economic of biodiversity*" do *UK Research and Innovation* (UKRI), com um total investido de £6,4 milhões de libras (2021-2025) pelo Departamento de Ciência, Inovação e Tecnologia (DSIT) do Reino Unido (UKRI, 2023), que visa estudar mecanismos econômicos para conservação da natureza, como os CVBs. Outro exemplo é a nova Política Climática Agrícola da Austrália (DCCEEW, 2022), que busca implementar um mercado aberto de créditos de carbono e de biodiversidade, como um mecanismo para gerar renda para produtores rurais, potencialmente tornando-se a primeira nação com um mercado de crédito de biodiversidade regulado pelo governo.

ii) Quem fornece os CVBs e por quê?

Os CVBs estão em um estágio inicial de desenvolvimento, tendo começado a ser implementados de forma integral em projetos piloto no ano de 2022. Até 2023, os principais fornecedores (criadores) de CVBs são empresas de consultoria ambiental como a Terrasos (Colômbia), South Pole (Austrália), Value Nature (África do Sul), e Institutos/Organização de Pesquisa, como a *Wallacea Trust* (Reino Unido), que reuniram diversos órgãos e pesquisadores para criar uma metodologia global de biocrédito, disponível publicamente. Em linhas gerais, os CVBs começaram a ser criados porque

há um déficit global de investimentos em projetos de conservação e áreas verdes em geral. São pensados para áreas em que já existem esforços de conservação (projetos), que necessitam de investimentos para continuar protegidas ou para melhorar seus indicadores, ou para áreas (projetos) aptas a iniciar um esforço de conservação. Os projetos podem ter abordagens e objetivos distintos, como: preservação ou diminuição de ameaças; restauração; e apoio a esforços de gestão existentes (Ducros; Steele, 2022).

A partir do interesse do órgão gestor e/ou responsável pela área em criar um CVB para receber investimentos, iniciam-se procedimentos metodológicos para o levantamento de dados (indicadores) que trarão valor ao crédito, que serão monitorados ao longo de um tempo mínimo. Requisitos mínimos de qualidade e metodologias para o estabelecimento de CVBs vêm sendo discutidos junto a organizações globais, como *World Economic Forum* e a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), e órgãos reguladores de créditos de carbono como a Verra e a Plan Vivo¹, porém é um consenso de que devido às particularidades e diversidade biológica global, bem como dos diferentes objetivos/abordagens de conservação, não existirá uma métrica única, mas métricas multivariadas em seus esquemas de monitoramento e relatórios, que serão influenciados pelo ecossistema e pelo tamanho do projeto (WEFORUM, 2022).

A seguir são apresentadas quatro empresas, sendo três de consultoria (*Terrasos, South Pole e Value Nature*) e um Instituto de Pesquisa (*Wallace Trust*), que criaram CVBs e vêm trabalhando e discutindo metodologias, protocolos e estratégias para emissão de biocréditos de forma transparente, confiável e mensurável:

Terrasos é uma empresa de consultoria sediada na Colômbia, especializada na estruturação e operação de investimentos ambientais. O CVBs criado pela Terrasos, é baseado na criação, conservação e gestão de Bancos de Habitat, que são áreas com alto valor de biodiversidade aprovadas, registradas e fiscalizadas pelo Ministério do Meio Ambiente da Colômbia. Cada CVB equivale a 10m² de habitat ameaçado sendo preservados ou restaurados e mantidos por pelo menos 30 anos. Em 2023, a Terrasos gerencia 2.000 hectares de créditos de biodiversidade, gerando uma receita de mais de 4 milhões de dólares com o setor privado. A empresa desenvolveu me-

1 A VERRA e a PLAN VIVO inicialmente trabalhavam apenas com certificação de Créditos de Carbono. Em 2023 iniciaram projetos piloto para validação de metodologia própria a ser utilizada em um futuro programa de certificação de créditos de biodiversidade. Espera-se que a primeira versão oficial do “Nature Framework” da VERRA seja publicada em 2024.

todologia própria de mensuração de resultados, com o objetivo de emitir créditos de biodiversidade que cobrissem os custos diretos e indiretos da gestão do projeto acrescidos do custo de capital (Terrasos, 2022).

A **Wallace Trust** é uma organização de pesquisa em biodiversidade e clima há 25 anos, sediada no Reino Unido. Em 2021, a *Biodiversity Credit Company* e a *Wallacea Trust* formaram um grupo de trabalho de 50 pessoas com foco no desenvolvimento de uma metodologia para criação de CVBs, incluindo representantes de IFs (Banco Mundial, IFC, FMI, *Finance4Biodiversity*), empresas com estratégias públicas “*Nature Positive*” (*GSK, Anglo-American, Sainsbury's*), empresas de consultoria (*Nature Metrics, Space Intelligence, Arue, Nature Positive*) e acadêmicos com experiência em diferentes ecorregiões e bioestatísticos. Ao contrário dos outros desenvolvedores, com um investimento de 1 milhão de Libras (£), o grupo liderado pelo *Professor Richard Field* da *Universidade de Nottingham* desenvolveu uma metodologia (padrão internacional) para os parceiros adotarem. Essa metodologia de CVBs é de código aberto e está disponível gratuitamente (Wallacea Trust, 2023). Esses créditos são emitidos por um organismo de certificação independente terceirizado – o Plan Vivo (um dos esquemas de certificação de carbono mais antigos) devido à sua exigência de >60% do financiamento de um projeto destinado a grupos de *stakeholders* locais. A unidade de medida da biodiversidade é que cada CVB equivale a 1% de aumento líquido de biodiversidade ou perda evitada por hectare ao longo de 5 anos (Wallacea Trust, 2023).

A **South Pole** é uma empresa de consultoria Australiana, fundada em 2006. A empresa criou os CVBs chamados EcoAustralia™, que em parceria com a organização australiana de proteção da biodiversidade, *Cassinia Environmental*, combina Unidades Australianas de Biodiversidade (UAB) credenciadas pelo Governo do Sul da Austrália, com créditos de carbono internacionais da *Gold Standard*. As UAB representam a proteção de habitat credenciada pelo governo, onde um acordo é colocado no título da terra para garantir que a vegetação seja manejada para conservação em perpetuidade. As UAB ficam disponíveis em um “Registro de Crédito de Vegetação Nativa” do governo para compra. Alguns exemplos de UAB que compõem o EcoAustralia™ são referentes ao Projeto *Mount Sandy* (preserva um raro bolsão de vegetação nativa intacta na região de Coorong, no sul da Austrália, nas terras tradicionais do povo Ngarrindjeri) e ao Projeto *Myamyn* (regenera terras que foram ilegalmente desmatadas e replantadas com espécies invasoras, incentivando o retorno da vida selvagem nativa no sudoeste

da Floresta Estadual de Victoria's Annya). Os créditos da EcoAustralia™ estão disponíveis para compra por qualquer organização na Austrália que queira reduzir as emissões e tomar medidas contra as mudanças climáticas, ao mesmo tempo em que contribui para a proteção da vegetação nativa australiana rica em biodiversidade. Cada CVB equivale a 1,5 m² de vegetação australiana protegida (South Pole, 2023).

Vale ressaltar que a Austrália é, até 2023, o único exemplo de projeto piloto regulado por um governo. A nova política climática agrícola do governo australiano busca implementar um mercado aberto de créditos de carbono e de biodiversidade. O *Agriculture Biodiversity Stewardship Package* possibilitará negociar créditos lastreados em ganhos ambientais e compensações de carbono por meio de uma plataforma *online* que conectarão fazendeiros ao mercado privado. Os produtores rurais poderão, por exemplo, criar créditos de biodiversidade ao plantar cinturões de árvores e arbustos em suas propriedades com espécies nativas. O programa visa criar um fluxo de renda para os produtores, que os protegerá da seca e os remunerará pela sua gestão ambiental. Para viabilizar o programa, o governo se comprometeu a investir 32 milhões de dólares australianos para desenvolver a plataforma (Foley, 2021).

A **Value Nature** é uma empresa de consultoria localizada na África do Sul. A empresa criou um CVB chamado de Value Nature Biodiversity Credit (VNBC). Cada VNBC é classificado com um Value Nature Score (VNS) que representa o valor da biodiversidade protegida em 1 hectare durante um ano. Em 2022 a empresa ganhou o prêmio “Além do Turismo na África”, criado por *Luc Hoffmann Institute, ALU School of Wildlife Conservation* e *WWF*, por através de seu VNBC, permitir que as comunidades locais dentro dos países africanos obtenham seus meios de subsistência da natureza, gerenciem seus recursos naturais de forma sustentável e melhorem seu bem-estar coletivo. A ValueNature conseguiu financiamento para desenvolver quatro projetos de crédito de biodiversidade que abrangem mais de 500.000 hectares em quatro países do Sul Global para colocar no mercado até 2024. Além disso, está trabalhando em pilotos com a *Plan Vivo* em Uganda e com a *Verra* na Zâmbia e na África do Sul, contribuindo ativamente para o desenvolvimento de suas metodologias de crédito (Value Nature, 2023).

iii) Como os CVBs estão sendo medidos?

A conservação da biodiversidade requer uma abordagem fundamentalmente diferente em relação às mudanças climáticas, e seus respec-

tivos sistemas de crédito precisam acomodar essa diferença por razões técnicas, sociais e práticas. Os créditos de carbono são criados para que os emissores possam compensar anualmente. Os CVBs são criados para deter e reverter a perda de espécies, abordando uma infinidade de ameaças, incluindo a perda permanente de habitat, em conjunto com os guardiões locais da biodiversidade. A natureza do problema que abordam é diferente. Para fazer com que os biocréditos funcionem para a natureza e seus guardiões, e para acelerar com sucesso o financiamento para a conservação da biodiversidade, é necessário um novo quadro (Barboza; Ito; Franz, 2018; Polazzo; Rico, 2021; Truchy et al., 2020).

Medir os resultados ecológicos relacionados à conservação ou recuperação da biodiversidade requer a análise de diferentes tipos de indicadores que falam sobre a estrutura, composição e função do ecossistema, que, em última análise, informam a integridade do ecossistema. Os CVBs precisarão de abordagens e métricas multivariadas em seus esquemas de monitoramento e relatórios, que serão influenciados pelo ecossistema e pelo tamanho do projeto. Criar uma metodologia que possa resistir à crítica e se adaptar ao longo do tempo não será fácil. Encontrar o equilíbrio certo entre precisão e simplicidade é uma necessidade crítica para um mercado de biodiversidade saudável (Barboza; Ito; Franz, 2018; Polazzo; Rico, 2021; Truchy et al., 2020).

Um dos principais pontos é que os biocréditos precisam representar horizontes de tempo significativos para avaliação dos resultados de conservação da biodiversidade. Para fazer isso de forma eficiente e eficaz, precisam incluir um componente de permanência e durabilidade em sua metodologia. Por exemplo, dez metros quadrados ou 1 hectare de habitat ameaçado, conservado ou restaurado por 30 anos ou em perpetuidade. Outro aspecto é que os CVBs só podem ser gerados com a natureza e as pessoas cuidando desses ecossistemas naturais, ao contrário dos créditos de carbono que podem ser gerados a partir de uma infinidade de fontes. Em muitos *hotspots* de biodiversidade em todo o mundo, os processos de conservação e restauração da biodiversidade estão inherentemente ligados à vontade dos guardiões da biodiversidade e à sua posse da terra. Assim, os biocréditos estão intimamente ligados às pessoas, às comunidades e à sua posse e títulos de terra. Isso significa que horizontes temporais para a entrega de resultados ecológicos mensuráveis só podem ser enquadrados por meio de uma lente socioecológica que considere os processos sociais e ecológicos locais (Barboza; Ito; Franz, 2018; Polazzo; Rico, 2021; Truchy et al., 2020).

Os quatro modelos analisados consideram estas particularidades – e dificuldades – e utilizam uma abordagem de ‘conjunto de métricas’, que

utilizam diferentes variáveis e agregam estas variáveis para criar um valor de biodiversidade associado a uma área.

Os CVBs da Terrasos são utilizados para medir os ganhos líquidos de biodiversidade de um projeto que desenvolve ações de preservação ou de restauração. A Terrasos atribui valor a sua área para criar um CVB com base em quatro indicadores (Terrasos, 2022):

1. **Categoria de risco do ecossistema (IUCN):** Risco mais alto equivale a pontuação mais alta, variando de 1 a 1,5.
2. **Preservação vs restauração:** pontuações de restauração superior (1,5) à preservação (1).
3. **Permanência:** os créditos devem ter um tempo mínimo de operação de 20 anos. Este tempo dá uma pontuação de continuidade de 0,1 e aumenta para 1,0 em um tempo de operação de 30 anos.
4. **Conectividade ecológica:** se as melhorias da biodiversidade não gerarem aumento na conectividade, a pontuação do crédito é 0. A pontuação para este fator aumenta à medida que a conectividade aumenta (ou seja, conectando áreas anteriormente desconectadas = 1,3, conectando duas áreas protegidas anteriormente desconectadas = 1,5).

A arquitetura de mercado da Terrasos foi construída de forma escalonada por meio de um cronograma de liberação de crédito composto por marcos gerenciais (por exemplo, aquisição de terra, plantios, cercamentos) e ecológicos (conjunto de métricas que quantificam indicadores como composição, estrutura e função de espécies). O preço inicial de um crédito é determinado pelo valor líquido de todos os custos e despesas diretas e indiretas da gestão da área e pelo custo de oportunidade do capital e do terreno ao longo da vida do projeto. À medida que marcos estabelecidos começam a ser atingidos, o crédito é aprovado por um auditor e ficam disponíveis para compra. É uma abordagem baseada no desempenho, ou seja, padrões de desempenho devem ser atingidos antes da venda do crédito. Gestores e proprietários da área precisam então, arcar com riscos financeiros, neste sentido, a Terrasos define o custo dos CVBs de modo que cubra os custos dos gestores/proprietários desde o início do projeto (Terrasos, 2022).

A Value Nature criou uma pontuação chamada de *Value Nature Score* (VNS). O VNS é composto de partes iguais de indicadores de flora e fauna de ‘integridade’ e é ponderado pelos estoques de carbono presentes na área e pela métrica chamada *Species Threat Abatement and Restoration* (STAR) criada pela IUCN, que avalia o valor de conservação de uma área considerando a presença de espécies ameaçadas e em perigo de extinção. A integridade da fauna e da flora é determinada comparando os indicadores medidos com um local equivalente, que é usado como linha de base de referência. Um *Value Nature Biodiversity Credit* (VNBC) representa um hectare de biodiversidade protegido da degradação por 10 anos, com um período mínimo de permanência total de 30 anos. A medição da vegetação é realizada por meio de tecnologias de sensoriamento remoto, como o NDVI (índice de vegetação por diferença normalizada). Além disso, fatores como erosão e exposição à terra nua em comparação com o local de referência são incorporados na medida de integridade. A medição da fauna é realizada usando armadilhas fotográficas e sensores bioacústicos implantados por ‘guardiões da biodiversidade’ empregados localmente. Os sensores bioacústicos permitem a medição da saturação agregada da paisagem sonora em habitats e são usados para criar um valor de diversidade de espécies para animais vocais como pássaros, morcegos, sapos e insetos. Fotos de armadilhas fotográficas determinam a riqueza de espécies de mamíferos maiores ($>1\text{kg}$ de peso). A métrica IUCN STAR fornece ponderação para o valor de conservação do local. Os estoques de carbono fornecem ponderação adicional para o valor do local. Isso inclui carbono acima do solo, solo e/ou pântano e é calculado como toneladas métricas por hectare. Sempre que possível, a tecnologia de satélite e os sistemas de informação geográfica são usados para avaliar remotamente os estoques de carbono, reduzindo a necessidade de especialização no campo (Ducros; Steele, 2022; Mair et al., 2021).

A metodologia para elaboração dos CVBs criada pela *Wallacea Trust* foi inspirada no Índice de Preços ao Consumidor (IPC), que é uma cesta de bens e serviços de cada país, que é precificada anualmente para estimar as taxas anuais de inflação. São comparadas as taxas de inflação em todo o mundo, mas a cesta de bens e serviços medida em cada país varia enormemente. Não importa, porque é isso que as pessoas estão comprando nesses países. A *Wallacea Trust* então adota uma “cesta de métricas” que refletam os objetivos de conservação do que se está tentando alcançar no habitat e na ecorregião submetidos. As métricas são táxons indicadores escolhidos especificamente para quantificar a biodiversidade. Uma métrica deve consistir em um táxon inteiro e não em espécies individuais. Por exemplo, um táxon funcional (grandes herbívoros, invertebrados do solo, aves reprodutoras, etc.) (Wallacea Trust, 2023).

Essa cesta de métricas é aplicada no início de um projeto de conservação para obter os dados de linha de base e depois de três a cinco anos para quantificar as mudanças em cada uma dessas métricas. Cada uma das métricas tem um valor de alteração percentual e o valor médio das métricas reflete a melhoria geral na biodiversidade do local. Uma unidade de biodiversidade é definida como uma mudança de 1% no valor médio da cesta de métricas por hectare. O Wallacea Trust possui três tipos de CVBs para atender às necessidades de diferentes ecorregiões:

- **Créditos de aumento da biodiversidade ex-ante:** O local submetido está propondo a adoção de uma nova abordagem de gestão destinada a melhorar a biodiversidade, e há um local de referência que vem usando o plano de manejo proposto por um período conhecido. Medições da mesma cesta de métricas são usadas no local e em um local de referência para estimar a provável elevação da biodiversidade no local submetido.
- **Créditos de aumento da biodiversidade ex-post:** O local submetido mede suas métricas de biodiversidade no início de um novo programa de gestão e, em seguida, mede novamente as mesmas métricas após um intervalo de tempo conhecido.
- **Créditos de perda de biodiversidade evitada ex-post:** o local apresentado tem alto valor de biodiversidade, mas está sob ameaça. Uma cesta de métricas é criada para o local e comparada com um local com características semelhantes, que já passou pelas ações propostas.

O CVB da *South Pole* combina 1 Unidade Australiana de Biodiversidade (UAB) com um crédito de carbono de 1 tonelada. Cada UAB representa 1,5m² de proteção de habitat credenciada pelo Governo do Sul da Austrália. A UAB é criada por meio de um “pacto” inserido no título da propriedade, que com base na Lei de Vegetação Nativa de 1991 Australiana, estabelece obrigações de manejo e protege a terra de forma perpétua. As UABs são uma categoria dentro das unidades disponíveis no sistema do Governo do Sul Australiano chamado “*Native Vegetation Credit Registers, termed a Biodiversity Equivalence Unit (BEU)*” e o “*Significant Environmental Benefit (SEB)*”. Neste sistema, disponível online no site do Governo (South Australia, 2023), as unidades variam em tamanho, qualidade da vegetação, tipos de habitat e melhorias necessárias à área. As BEUs/SEBs são então divididas em UABs padronizadas de 1,5 m² pela Vegetation Link (2024), uma terceira parte independente, que gerencia o registro de UAB para garantir

uma alocação transparente aos compradores. Cada crédito de carbono representa 1 tonelada de CO₂ equivalente (tCO₂e) evitada ou removida da atmosfera de projetos de redução de emissões de alta qualidade registrados sob padrões reconhecidos internacionalmente, como Gold Standard ou Verra (South Australia, 2023).

Recentemente, uma metodologia inovadora de co-crédito de carbono e biodiversidade foi proposta como uma ferramenta para conter a perda de biodiversidade. Apesar desses dois biocréditos terem sido criados para diferentes propósitos, tentar combater um grande desafio (alterações climáticas) e agravar outro (perda de biodiversidade) representaria uma enorme perda de oportunidades. Os autores sugerem que considerar esses biocréditos separadamente não é o ideal. Essa nova abordagem de co-crédito visa incentivar a indústria e os governos a considerarem a biodiversidade de maneira mais rigorosa, explícita e equitativa em projetos de sequestro de carbono, indo além das práticas convencionais. Fundamentada em incluir toda a biosfera (acima e abaixo do solo), a metodologia propõe análises moleculares abrangendo múltiplos reinos e avaliações de carbono para o solo, estimativas de sensoriamento remoto para avaliar carbono e biodiversidade acima do solo, bem como monitoramento baseado em vídeo e bioacústica para estudar macroorganismos acima do solo. Ao integrar essas abordagens, o esquema de co-crédito não apenas prioriza a proteção em relação à restauração, mas também impulsiona uma gestão sustentável da terra (Tedersoo et al., 2023).

iv) Quais os principais desafios e a eficiência das iniciativas de biocréditos implementadas?

A implementação do mercado de biocrédito enfrenta cinco desafios principais: 1) como medir rigorosa e equitativamente uma unidade de biodiversidade; 2) como estabelecer mecanismos mais rápidos e equitativos para validação e verificação de dados para aprovação de um CVB; 3) como diminuir custos de transação no mercado financeiro; 4) como gerar demanda e vendas suficientes de biocréditos; e 5) como garantir que parte da receita de um esquema de biocrédito possa ser destinada para PIs e CLs (Ducros; Steele, 2022).

Ducros e Steele (2022) enfatizam que envolver PIs e CLs no planejamento e operação de CVBs é essencial para seu sucesso e longevidade, uma vez que PIs e CLs vivem em alguns dos lugares mais biodiversos do planeta e possuem conhecimento profundo, intergeracional e tradicional sobre a melhor forma de gerenciar a biodiversidade.

A *Value Nature* e Terrasos apresentam bons exemplos de ações para superação destes desafios. Para cada CVB criado pela *Value Nature*, há um processo de registro e validação dos dados de cada categoria que comprehende a pontuação da área. Este processo acelera a validação e verificação de dados, além de garantir a imutabilidade dos dados. Um certificado digital é criado para representar o CVB, reduzindo problemas de dupla contabilidade, além de proporcionar transparência e rastreabilidade. Cada crédito possui um relatório ambiental, social e de governança (ESG) emitido anualmente, que detalha as características do local, as métricas e dados usados para calcular o VNS, os guardiões da biodiversidade apoiados e a rastreabilidade dos fluxos financeiros. Além disso, ao usar ferramentas automatizadas para a avaliação biológica, como satélites, armadilhas fotográficas e bioacústica, a *Value Nature* reduziu os custos de monitoramento e permitiu a contratação de trabalhadores locais para a implantação dos sensores. Isso permite que o esquema entregue 80% do preço do CVB aos guardiões da biodiversidade, incluindo governos, PIs e CLs e proprietários de terras. A plataforma digital utilizada para a gestão desses biocréditos permite que as alocações automatizadas de receitas ocorram de forma direta e transparente aos participantes pré-identificados (Ducros; Steele, 2022).

A tecnologia emerge como uma aliada inestimável na avaliação e mensuração de CVBs, desempenhando um papel crucial na compreensão abrangente dos ecossistemas. O uso de satélites equipados com sensores ópticos, drones de alta resolução e inteligência artificial permite um monitoramento contínuo e preciso de mudanças nos habitats, fornecendo dados valiosos sobre a extensão de áreas de conservação e os impactos de alterações no uso do solo. Além disso, tecnologias como a bioacústica e câmeras de armadilhagem proporcionam uma visão íntima das populações de fauna, enquanto identificação genética via DNA *barcoding* aprimora a precisão na catalogação de espécies. Sensores de microclima, redes sem fio e tecnologias de rastreamento de *Radio-Frequency Identification* (RFID) revelam nuances ambientais e comportamentais que afetam a biodiversidade. Essa convergência tecnológica não apenas amplifica nossa capacidade de monitorar e entender os ecossistemas, mas também promove uma valorização mais precisa dos CVBs, impulsionando estratégias de conservação sustentáveis e informadas pela ciência.

Além dos benefícios para a biodiversidade relacionados à proteção da área, os CVBs da Terrasos têm um critério holístico de adicionalidade que incentiva benefícios acessórios, que incluem o fortalecimento dos direitos de posse de terra, fortalecimento de tradições locais, aumento da capaci-

dade institucional e aumento do acesso tecnológico para PIs e CLs (ou seja, acesso à informação, treinamento e conhecimento) (Terrasos, 2022).

Como visto anteriormente, o mercado de CVBs ainda está em fase inicial, começou a ser implementado em projetos piloto em 2022. O interesse por parte de empresas privadas, IFs e governos, no entanto, está crescendo, visto a receita de mais de 4 milhões de dólares com o setor privado gerada pela Terrasos entre 2021 e 2022, o compromisso firmado entre a Wallacea Trust e um consórcio de bancos que se comprometeram a comprar mais de 3 milhões de CVBs (Ducros; Steele, 2022) e o compromisso financeiro firmado entre a rePLANET e a Biodiversity Credit Company (organizações de comercialização de CVBs) com empresas privadas. O programa “*Economic of biodiversity*” do UKRI, obteve um investimento total de £6,4 milhões (2021-2025) pelo Departamento de Ciência, Inovação e Tecnologia (DSIT) do Reino Unido (UKRI, 2023), e a nova política climática agrícola do governo australiano, que busca implementar um mercado aberto de créditos de carbono e de biodiversidade, investiu 32 milhões de dólares australianos (Foley, 2021). Requisitos mínimos de qualidade para o estabelecimento de CVBs (Tabela 1) vêm sendo discutidos junto a organizações globais, como *World Economic Forum* e a CDB, e órgãos reguladores de créditos de carbono como a Verra e a Plan Vivo, os quais têm sido implementados nos CVBs que estão sendo criados.

Em conclusão, a eficiência desse mercado no sentido do interesse na criação de um CVB e na compra de biocréditos é satisfatória, fato evidenciado pelos investimentos e compromissos financeiros firmados em 2022, já a eficiência deste mercado para a conservação da biodiversidade e o envolvimento das CLs e PIs neste processo, ainda dependerá de mais tempo para ser respondida com base em evidências, que só serão demonstradas a partir dos resultados dos primeiros monitoramentos dos indicadores envolvidos nestes créditos de longo prazo.

O POTENCIAL DOS CVBS COMO INSTRUMENTO PARA ATRAIR FINANCIAMENTO E PROTEGER CADA VEZ MAIS ÁREAS VERDES DENTRO DOS CENTROS URBANOS

Os biocréditos colaboram, em grande parte, para atender às crescentes expectativas da sociedade para que o setor privado e governos desempenhem um papel significativo em metas sociais e para a natureza e podem atingir várias formas: se concentrar na conservação de recursos específicos da biodiversidade, como espécies ou habitats, ou na manutenção de processos ecológicos, como o funcionamento ou a integridade dos ecossistemas. Eles também podem

estar relacionados a uma geografia específica ou ter um escopo global. Assim, cidades poderiam criar e vender seus créditos de biodiversidade baseando-se na quantidade e qualidade de suas áreas verdes, uma forma de atrair financiamento e conseguir proteger cada vez mais áreas dentro dos centros urbanos.

Apesar da pressão exercida pelo desenvolvimento urbano, as cidades criam e mantêm uma variedade de habitats únicos, onde subsistem algumas espécies nativas, incluindo algumas ameaçadas (Lambert; Donihue, 2020). A sua conservação é possível se contar com a participação de todos os stakeholders, desde o cidadão comum, às entidades gestoras, aos investigadores, aos centros de pesquisa, às entidades de comércio, entre outras, que conscientes da importância da natureza em ambientes urbanos, lutam e exigem ações por parte do poder público e privado.

Conforme relatado por Marques (2020), a perda de biodiversidade tem forte implicação na saúde e no bem-estar humano, é evidente então, que as entidades que começarem a olhar para este tema o quanto antes, sairão na frente na busca por soluções que reconciliem a sociedade humana e a natureza. Tomando São Paulo como exemplo, há um mosaico de parques, florestas urbanas e periurbanas que necessitam de ações contínuas de manejo para que permaneçam fornecendo – e se possível aumentem – a qualidade e quantidade dos serviços ambientais prestados e que longe de serem causas ecológicas perdidas, podem fornecer insights e oportunidades únicas para a conservação da biodiversidade (Lambert; Donihue, 2020).

O manejo da biodiversidade urbana, constituída pelas árvores urbanas, fauna e microbiota associados, bem como por parques e florestas, tem sido relativamente pouco estudado (Lüttge; Buckeridge, 2020). Ao passo que as Metas 12 e 14² do novo acordo global com prazo até 2030 tratam especificamente do planejamento urbano e inclusivo da biodiversidade, com

2 Descrição na íntegra da Meta 12: Aumentar significativamente a área, a qualidade e a conectividade, o acesso e os benefícios de espaços verdes e azuis em áreas urbanas e densamente povoadas de forma sustentável, integrando a conservação e o uso sustentável da biodiversidade e garantindo o planejamento urbano inclusivo da biodiversidade, aprimorando a biodiversidade nativa, conectividade ecológica e integridade, e melhoria da saúde humana e bem-estar e conexão com a natureza e contribuir para uma urbanização inclusiva e sustentável e para o fornecimento de funções e serviços ecossistêmicos.

Descrição na íntegra da Meta 14: Assegurar a plena integração da biodiversidade e seus múltiplos valores em políticas, regulamentos, planejamento e processos de desenvolvimento, estratégias de erradicação da pobreza, avaliações ambientais estratégicas, avaliações de impacto e, conforme apropriado, contabilidade nacional, dentro e entre todos os níveis de governo e em todos os setores, em particular aqueles com impactos significativos na biodiversidade, alinhando progressivamente todos atividades públicas e privadas relevantes, fluxos fiscais e financeiros com os objetivos e metas deste acordo.

a clara meta de aumentar significativamente a área, a qualidade e a conectividade de espaços verdes e azuis em áreas urbanas densamente povoadas (Meta 12) e da plena integração da biodiversidade e seus múltiplos valores em políticas públicas e atividade relevantes (Meta 14), é primordial que novos estudos e metodologias de medição e divulgação da biodiversidade em áreas urbanas, capazes de monitorar e divulgar os avanços do manejo e conservação da biodiversidade ao longo do tempo e que sejam alinhados aos novos acordos globais, tecnologias e especificidades do mundo moderno sejam realizados. Assim como novos mecanismos capazes de financiar tais ações de longo prazo. A pesquisa bibliográfica realizada nas páginas dos principais desenvolvedores de créditos, grupos de discussão e páginas de governos nacionais, no entanto, não encontrou CVBs associados a áreas verdes urbanas.

Em se tratando da possibilidade de investimentos no âmbito nacional, no ano de 2021 foi criada a Lei nº 14.119, de 13/01/2021, que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), após 14 anos de tramitação no Congresso Nacional. A lógica do PSA é recompensar proprietários de terras rurais (agricultores familiares e assentados, comunidades tradicionais e povos indígenas) pelos serviços ambientais prestados e que geram benefícios para toda a sociedade. Dentre as ações elegíveis elencadas na lei do PSA, não há referência a áreas verdes urbanas. A proposta de regulamentação da Lei sugerida por Pinto et al. (2022), sugere novas ações elegíveis para o PSA. Dentre as ações sugeridas, a que mais se aproxima de áreas verdes urbanas é:

VIII. ações que visem promover a recreação, o ecoturismo, a identidade cultural e o desenvolvimento intelectual quando relacionados a serviços ambientais e ecossistêmicos e implementadas por populações urbanas ou rurais em situação de vulnerabilidade, incluindo vulnerabilidade hídrica (Pinto et al., 2022, p. 12).

No nível municipal, mais de 20 municípios contam com legislações de PSA atualmente, segundo a WRI Brasil (2021), nenhum relacionado a áreas verdes em ambientes urbanos.

Por outro lado, os CVBs atuam em uma esfera global, podendo incluir áreas verdes urbanas, embora ainda não exista um biocrédito associado a elas. Em outras palavras, o PSA é um excelente mecanismo nacional para estimular uma transformação positiva no uso do solo no país, enquanto os CVBs são ótimos para financiar projetos e governos que mantenham a biodiversidade de áreas já conservadas ou queiram restaurá-la. De uma

forma ou outra, com o desenvolvimento de um arcabouço legal robusto, eficiente e transparente e metodologias confiáveis, ambos representam instrumentos que podem contribuir para alcançar as metas globais relacionadas a restauração e à conservação de áreas terrestres, das águas terrestres, interiores, costeiras e marinhas.

Vale ressaltar que recentemente alguns projetos de PSA começaram a incorporar o mercado de carbono, como é o caso do Projeto “Estradas com Araucárias”, da Embrapa Florestas (Parron et al., 2015). O projeto incentiva o plantio de Araucárias nas divisas das propriedades rurais com estradas. Os produtores participantes são pagos anualmente por uma empresa patrocinadora que compensa emissão de carbono (R\$ 1 mil/ano por 200 árvores plantadas). Quando as árvores estiverem adultas, as famílias poderão gerar renda com a venda das sementes de araucárias, o pinhão.

Será então uma questão de tempo até que as Instituições de pesquisa brasileiras olhem para as possibilidades de alinhamento de: i) políticas públicas de proteção da biodiversidade e promoção de serviços ecossistêmicos em áreas urbanas; ii) iniciativas de PSA; e iii) aos emergentes mercados voluntários de biocréditos? O Quadro 1 apresenta, de maneira sucinta, sugestões que podem auxiliar no direcionamento deste questionamento.

Quadro 1 - Sugestões para estabelecimento de CVBs para atrair financiamento e proteger cada vez mais áreas verdes dentro dos centros urbanos

Sugestões para estabelecimento de CVBs para atrair financiamento e proteger cada vez mais áreas verdes dentro dos centros urbanos

Regulamentação da Lei nº 14.119/2021 e apoio à instituição e regulamentação das políticas e programas estaduais e municipais de PSA, com interface com mecanismos emergentes de financiamento da conservação da biodiversidade.

Viabilizar o acesso de áreas urbanas e comunidades locais às oportunidades de mercado voltadas à valoração de ativos ambientais para além do carbono, alinhadas aos sistemas jurisdicionais.

Alinhamento de políticas públicas de proteção da biodiversidade e promoção de serviços ecossistêmicos em áreas urbanas às iniciativas de PSA e aos emergentes mercados voluntários de biocréditos, de forma a promover mudanças estruturantes nos territórios.

continua...

Sugestões para estabelecimento de CVBs para atrair financiamento e proteger cada vez mais áreas verdes dentro dos centros urbanos

Fortalecimento de parcerias com cooperativas, associações de bairro, universidades e outras formas associativas que permitam dar escala às ações e projetos de CVBs conforme exemplos internacionais.

Fomentar discussões nacionais em eventos nacionais, com participação de governos municipais e estaduais, institutos de pesquisas, ONGs, empresas privadas, e demais interessados em investir no desenvolvimento de CVBs no contexto urbano.

Fomentar pesquisas para entender e testar metodologias e indicadores para o contexto de áreas verdes urbanas e iniciar projetos piloto em cidades brasileiras, visto que o Brasil não pode depender de metodologias europeias para regular o seu mercado de biodiversidade.

CONCLUSÃO

A natureza está se degradando rapidamente, afetando desproporcionalmente as comunidades que vivem em áreas ricas em biodiversidade. Os biocréditos, unidades comercializáveis de biodiversidade, surgem como uma oportunidade para incentivar a conservação e restauração destas áreas, incluindo áreas verdes em cidades. Os biocréditos têm a capacidade de gerar o financiamento público e privado necessário para suprir as lacunas de financiamento capazes de gerar resultados positivos para a natureza e ajudar a atingir as metas do GBF pós-2020. Apesar do estágio inicial de desenvolvimento, o cenário é animador. A demanda por biocréditos é crescente entre investidores, indivíduos e governos. Com base na revisão dos esquemas de CVBs disponíveis no mercado até 2023, ressaltam-se como principais desafios na implementação de um mercado eficaz, a medição precisa da biodiversidade, a geração de demanda suficiente e a garantia de que a receita beneficie as CLs. Como forma de equalizar tais enfrentamentos, surgem como recomendações: adoção de definições mais abrangentes de biocréditos, foco na geração de vendas sem *greenwashing* e garantia de que os benefícios cheguem às CLs. A convergência de tecnologias inovadoras, como satélites, drones, inteligência artificial, bioacústica, DNA *bar-coding*, sensores de microclima e redes sem fio, amplifica a capacidade de monitorar e entender ecossistemas, promovendo uma valorização precisa dos CVBs para impulsionar estratégias de conservação sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- BARBOZA, F. R.; ITO, M.; FRANZ, M. Biodiversity and the Functioning of Ecosystems in the Age of Global Change: Integrating Knowledge Across Scales. In: JUNGBLUT, S.; LIEBICH, V.; BODE, M. (Eds). *YOU-MARES 8–Oceans Across Boundaries: Learning from each other*. Conference Paper. p. 167-178, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93284-2_12
- BRASIL. Decreto nº 11.075/2022. Estabelece os procedimentos para a elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas, institui o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa e altera o Decreto nº 11.003, de 21 de março de 2022. *Diário Oficial da União*, Brasília, 19 maio 2022.
- BRASIL. Decreto nº 11.550/2023. Dispõe sobre o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima. *Diário Oficial da União*, Brasília, 06 jun. 2023.
- CBD – CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. *Kunming-Montreal Global biodiversity framework*, Draft decision submitted by the President. 2022. Disponível em: <https://www.cbd.int/doc/recommendations/wg2020-04/wg2020-04-rec-01-en.pdf> Acesso em: 21 dez. 2022.
- DCCEEW – DEPARTMENT OF CLIMATE CHANGE, ENERGY, THE ENVIRONMENT AND WATER. *Agriculture Biodiversity Stewardship*. 2022. Disponível em: <https://www.dcceew.gov.au/environment/environmental-markets/agriculture-stewardship> Acesso em: 06 nov. 2023.
- DECHOUM, M. S. et al. Citizen engagement in the management of non-native invasive pines: Does it make a difference? *Biological Invasions*, v. 21, p. 175-188, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1814-0>
- DUCROS, A.; STEELE, P. *Biocredits to finance nature and people: emerging lessons*. London: IIED, 2022. Disponível em: <https://www.iied.org/21216iied> Acesso em: 10 fev. 2023.
- FOLEY, M. ‘World-first’ scheme could open carbon and biodiversity market to farmers. *The Sydney Morning Herald*, May 18 2021. Disponível em: <https://www.smh.com.au/politics/federal/world-first-scheme-could-open-carbon-and-biodiversity-market-to-farmers-20210517-p57smd.html> Acesso em: 16 maio 23.
- LAMBERT, M.; DONIHUE, M. C. Urban biodiversity management using evolutionary tools. *Nature Ecology & Evolution*, v. 4, p. 903-910, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1193-7>.

LECLÈRE, D. et al. Bending the curve of terrestrial biodiversity needs an integrated strategy. *Nature*, v. 585, p. 551-556, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2705-y>

LÜTTGE, U.; BUCKERIDGE, M. Trees: structure and function and the challenges of urbanization. *Trees*, v. 37, p. 9-16, 2020. <https://doi.org/10.1007/s00468-020-01964-1>

MAIR, L. et al. A metric for spatially explicit contributions to science-based species targets. *Nature Ecology & Evolution*, v. 5, p. 836–844, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01432-0>

MARQUES, L. A pandemia incide no ano mais importante da história da humanidade. Serão as próximas zoonoses gestadas no Brasil? Notícias. *Ciência, Saúde e Sociedade: Covid-19*, Unicamp. 05 maio 2020. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/noticias/2020/05/05/pandemia-incide-no-ano-mais-importante-da-historia-da-humanidade-serao-proximas> Acesso em: 10 nov. 2022.

PARRON, L. M. et al. *Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica*. Brasília: EMBRAPA, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130003/1/Edilson-LivroServicosAmbientais-Cap23.pdf> Acesso em: 02 ago. 2023.

PINTO, E.; GUIMARÃES, A.; MOUTINHO, P. *Pagamento por serviços ambientais no Brasil*: recomendações para 2023. Brasília: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), 2022. 32 p. Disponível em: https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2023/02/Pagamento_servicos_ambientais_Brasil_2023.pdf Acesso em: 19 maio 2023.

POLAZZO, F.; RICO, A. Effects of multiple stressors on the dimensionality of ecological stability. *Ecology letters*, v. 24, n. 8, p. 1594-1606, 2021.

SOUTH AUSTRALIA. Government of South Australia. *Native Vegetation Credit Register*. [2023] Disponível em: <https://www.environment.sa.gov.au/topics/native-vegetation/offsetting/turn-your-native-vegetation-into-income/native-vegetation-credit-register> Acesso em: 05 ago. 2023.

SOUTH POLE. *EcoAustralia™ Credits*. Support the regeneration and preservation of Australian biodiversity and take action on climate change with EcoAustralia™ an innovative product that generates positive environmental, economic and social impacts in Australia and overseas. 2023. Disponível em: <https://www.southpole.com/sustainability-solutions/ecoaustralia> Acesso em: 10 ago. 2023.

TASKFORCE ON NATURE MARKETS. *Colocando os mercados de natureza para funcionar.* 2023. Disponível em: <https://www.naturefinance.net/wp-content/uploads/2023/08/ColocandoOsMercadosDeNaturezaParaFuncionar.pdf> Acesso em: 06 set. 2023.

TEDERSOO, L. et al. Towards a co-crediting system for carbon and biodiversity. *Plant People Planet*, v. 6, p. 18-28, 2023.

TERRASOS. *Protocolo para la emisión de Créditos de Biodiversidad Voluntarios.* Em el caminho a economias em armonia com la naturaleza. Working paper. Versão Beta. Maio de 2022. 51 p. Disponível em: https://www.terrassos.co/_files/ugd/cfa1dc_0e35c7ed327047f283fe6b6f63ace9ec.pdf Acesso em: 01 abr. 2023.

THE BIODIVERSITY CONSULTANCY. *Biodiversity Credits: design principles for high integrity outcomes.* Cambridge: The Biodiversity Consultancy, 2022. Disponível em: <https://www.thebiodiversityconsultancy.com/knowledge-and-resources/biodiversity-credits-design-principles-for-high-integrity-outcomes/> Acesso em: 01 fev. 2023.

TNFD – TASKFORCE ON NATURE. *Related Financial Disclosures. Delivering a risk management and disclosure framework for organisations to report and act on nature-related risks.* 2022. Disponível em: <https://tnfd.global/recommendations-of-the-tnfd/getting-started-with-tnfd/> Acesso em: 01 abr. 2022.

TRUCHY, A. et al. Habitat patchiness, ecological connectivity and the uneven recovery of boreal stream ecosystems from an experimental drought. *Global Change Biology*, v. 26, n. 6, p. 3455-3472, 2020.

UKRI – UK RESEARCH AND INNOVATION. *Economics of biodiversity.* Camberra: UKRI, 2023. Disponível em: <https://www.ukri.org/what-we-do/browse-our-areas-of-investment-and-support/economics-of-biodiversity/> Acesso em: 06 nov. 2023.

UNSW – UNIVERSITY OF NEW SOUTH WALES. *National Biodiversity Market.* Camberra: UNSW, 2022. Disponível em: https://www.unsw.adfa.edu.au/sites/default/files/documents/Evans_National%20Biodiversity%20Market_submission%20final.pdf Acesso em: 06 nov. 2023.

VALUE NATURE. *Biodiversity Credit Project Facilitators.* Transparent, quantifiable return on investment through tangible environmental and social improvements. 2023. Disponível em: <https://valuenature.earth/#project-facilitation> Acesso em: 09 ago. 2023.

VEGETATION LINK. *Linking your projects to nature.* Castlemaine, 2024.

Disponível em: <https://www.vegetationlink.com.au/about> Acesso em: 09 ago. 2023.

WALLACEA TRUST. *Methodology for quantifying units of biodiversity gain*. 2023. Disponível em: <https://wallaceatrust.org/wp-content/uploads/2022/12/Biodiversity-credit-methodology-V3.pdf> Acesso em: 07 maio 23.

WEFORUM – WORLD ECONOMIC FORUM. *Biodiversity Credits: Unlocking Financial Markets for Nature-Positive Outcomes*. Geneva: WEF, 2022. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Biodiversity_Credit_Market_2022.pdf Acesso em: 30 mar. 2023.

WRI BRASIL. *Como funciona o pagamento por serviços ambientais a quem protege e restaura florestas*. 2021. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/como-funciona-o-pagamento-por-servicos-ambientais-quem-protege-e-restaura-florestas> Acesso em: 06 nov. 2023.

12

Plantadores de água e a metodologia para avaliação socioambiental do “Programa Produtor de Água de Guaratinguetá (SP)” – (PSA-Hídrico)¹

Francis Marney Policarpo de Souza
Paulo César Xavier Pereira

INTRODUÇÃO

Historicamente, verifica-se que a legislação ambiental brasileira foi promotora de uma moderna regulamentação em políticas públicas ambientais voltadas à proteção dos recursos naturais no bioma Mata Atlântica (Policarpo, 2015).

Ribeiro (2002), fundamenta que a reprodução do crescimento urbano ou rural de forma desordenada, associado às pressões das atividades rurais sobre os recursos naturais, perpetua um modelo equivocado de intervenções sobre o meio ambiente, que autorizam uma extenuante exploração

¹ Este capítulo consiste em uma seleção de temas abordados na pesquisa de mestrado sob título: “Políticas de Recuperação Ambiental das Áreas Verdes de Interesse Hidrológico: o pagamento por serviços ambientais ao produtor de água de Guaratinguetá (SP). Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

a despeito da capacidade de suporte do meio, em razão da necessidade de cunho estritamente econômico e lucrativo de atividades produtivas.

Entretanto, no mundo atual, a importância da água revela-se como fator preponderantemente limitador ao crescimento urbano ou rural, quer seja ordenado, desordenado ou de forma sustentável da sociedade (Ribeiro et al., 2005; Rodrigues; Gandolfi, 1996; Rodrigues; Leitão Filho, 2000). Em relação aos aspectos relacionados à saúde humana, ao meio ambiente e ao desenvolvimento da economia de forma sustentável, verifica-se que o tema da segurança hídrica deu azo ao surgimento de inovadoras políticas ambientais destinadas ao uso racional e conservação da água – Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA-Hídrico) (ANA, 2008).

Desta diretriz nacional, decorreram ações conjuntas locais, que em regra são efetivadas pelo poder público, o terceiro setor e a sociedade, na promoção de políticas conservacionistas municipais de PSA-hídrico. Em relação às essa políticas públicas setoriais de PSA-Hídrico, recursos hídricos e conservação do bioma Mata Atlântica, a originalidade desta pesquisa caracterizou-se como instrumento de análise e avaliação da implementação da política pública municipal denominada “Programa Produtor de Água de Guaratinguetá”, desenvolvido pela Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente de Guaratinguetá (Prefeitura Municipal), Estado de São Paulo, com o apoio da Agência Nacional de Águas (ANA) e da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, como agente técnico (CATI), e da Associação dos Corredores Ecológicos do Vale do Paraíba (ACEVP) e empresas locais e entidades de ensino superior, desde seu início.

Em suma, o programa busca em sua implementação a realização de plantios florestais de mudas nativas de Mata Atlântica (ombrófila) em locais estratégicos que: a) assegurem a eficiência na restauração florestal; b) a manutenção e permanência da floresta em pé em áreas prioritárias à conservação, previamente estabelecidas por critérios objetivos, técnicos e legais; e, c) a recuperação da qualidade e disponibilidade e da qualidade dos recursos hídricos locais à captação e abastecimento público (Soares, 2005).

Nesse contexto, embora as ações de proteção de mananciais sejam prioritárias à melhoria da qualidade e disponibilidade de água ao abastecimento público, percebe-se certa carência na criação de normas especializadas na manutenção hidroecológica de mananciais e dos serviços ambientais infraestruturantes que somente a floresta em pé pode prestar ao armazenar e produzir água em meio natural (Nobre, 2014), ora delimitadas por critérios científicos e objetivos que distribuem de forma mais justa e equânime os incentivos ambientais aos “Produtores de Água” conservacionistas (Lima, 2002; Soares, 2005). Esta pesquisa propõe-se analisar como as

interações entre características biofísicas e socioculturais contribuem, em diferentes níveis de organização, nas decisões de uso da terra que resultem na conservação e restauração do bioma Mata Atlântica, objetivando-se a produção e a preservação da água para uso rural e urbano (Rodrigues et al., 1999; Rodrigues; Bononi, 2008; Rodrigues; Leitão Filho, 2000; Soares, 2005).

Em detida análise, vê-se que o emprego do conceito de Boas Práticas Agrícolas (BPA) possibilitou a criação de novas políticas públicas embasadas em mecanismos incentivadores à conservação e preservação hidroecológica de áreas verdes que abrigam mananciais, em contraponto às normas usuais de comando e controle, que marginalizavam o acesso do pequeno produtor rural às políticas públicas ambientais conservacionistas. As diretrizes contidas nas políticas de PSA-Hídrico buscam promover: a) o uso racional da água e do solo; b) o emprego de soluções individualizadas de saneamento rural; c) melhorias na cobertura florestal da propriedade para proteção de áreas de interesse hidrológico (AIH) e das áreas de preservação permanente (APP); d) a recuperação ambiental dos cursos d'água; e, e) a conservação do ortoescoamento das zonas ripárias, objetivando-se com essas práticas a infiltração e recuperação da água em meio rural e a consequente recarga da microbacia, dos afloramentos, lençóis e aquífero (Policarpo, 2015; Soares, 2005).

Ao se aplicar os conceitos de BPA tornou-se possível a criação de novas políticas públicas embasadas em mecanismos incentivadores à conservação e preservação hidroecológica de áreas verdes que abrigam mananciais (PSA-Hídrico) (Soares, 2005). Vê-se que com o emprego de ações que trouxessem adicionalidade ambiental à propriedade rural e consequentes melhorias à qualidade e disponibilidade hídrica local, o Programa Produtor de Água Guaratinguetá (2009), em suma, condicionou a inclusão do beneficiário à adoção de certas atividades e ações rurais sustentáveis, tais como: a) os cercamentos das áreas de mananciais: APPs e reserva legal (RL); b) a construção de barraginhas, sumidouros e áreas de terraceamento; c) o uso de curvas de nível e infiltradores de ortoescoamento; e, d) adoção do saneamento rural para se receber a doação e instalação de biodigestores; e, e) a adesão à execução dos projetos de restauração de áreas florestais degradadas por plantio direto subsidiados (RAD), para o recebimento das parcelas pecuniárias de pagamento por serviços ambientais (PSA) (Soares, 2005).

Dentre essas políticas ambientais incentivadoras, advindas do conceito do PSA-Hídrico (ANA, 2008), nasce o Programa Produtor de Água de Guaratinguetá. Voluntariamente foram convidados os produtores rurais de áreas eletivas como prioritárias à conservação hídrica, por estudos prévios

realizados entre os poderes públicos e companhias de abastecimento de água e saneamento, para aderirem ao programa e restaurarem suas matas ciliares e zonas ripárias, obtendo-se, em contrapartida, uma remuneração socioambiental pelo uso sustentável de suas terras privadas (Soares, 2005).

Historicamente, o PSA-Hídrico traz em si um modelo de ação participativo-colaborativa entre o proprietário, o poder público, o setor empresarial e a sociedade, confrontando-se as causas do êxodo rural advindos da insegurança hídrica e o crescente quadro de deterioração das condições de vida no campo (Dean, 1996; Soares, 2005; Victor et al., 2005). Ao longo do processo civilizatório nota-se que a expansão e ocupação desordenada na Região Metropolitana do Vale do Paraíba contribuiu para que vastas áreas rurais viessem à degradação, acarretando-se perdas de matas ciliares e das florestas protetoras de zonas ripárias, e consequentemente, o atual cenário de escassez hídrica em meio rural e urbano (Lima, 2002; Soares, 2005).

Devido aos ciclos econômicos de exploração da madeira, gado e café nesta região, a Mata Atlântica local sofreu graves prejuízos à sua integralidade ambiental (Lima, 2002; Soares, 2005). Victor et al. (2005) demonstraram que a Mata Atlântica paulista, em 1886, foi reduzida de 70,5% de sua cobertura para 44,8% em 1920, seguindo-se de uma nova escalada de desmatamentos, que praticamente em 32 anos (1952) deixou como remanescentes apenas 18,2% do bioma original e na próxima década (1962), transformou o bioma em meros 13,7%, do que um dia foi a maior floresta tropical costeira e continental do mundo. Todavia, o descalabro ambiental continuou em franca expansão da fronteira agrícola paulista, chegando-se a uma cobertura estimada em 1973 de apenas em 8,3%. Perante a idade da selva atlântica, que remonta há cinquenta milhões de anos (Dean, 1996), constata-se que no curto período, frise-se, entre 1886 e 1962, foram dizimadas em apenas 76 anos cerca de 56,8% da Mata-Atlântica primária no Estado de São Paulo. Porém, ampliando-se o escopo,vê-se que entre 1854 e 2000 a perda registrada foi cerca de 76,7% da Mata Atlântica paulista, culminando-se na quase extinção da floresta próximo a virada do milênio, onde a situação em 2000 era de apenas 3% de remanescentes de cobertura florestal nativa, ou seja, cerca de 750.000 hectares de matas que não foram dizimadas (Victor et al., 2005).

Em comparação ao período anterior à Constituição Federal de 1988 e da vigência da Lei da Mata Atlântica (LMA) e confrontando-se dados atuais e de época, nota-se (Figura 1) que houve diminuto incremento de novas florestas, mantendo-se o índice de cobertura de 1962 próximos ao atual, onde o incremento de matas foi de cerca de 2,5% em 60 anos, atingindo apenas 16,2% de cobertura florestal (SOSMA; INPE, 2022).

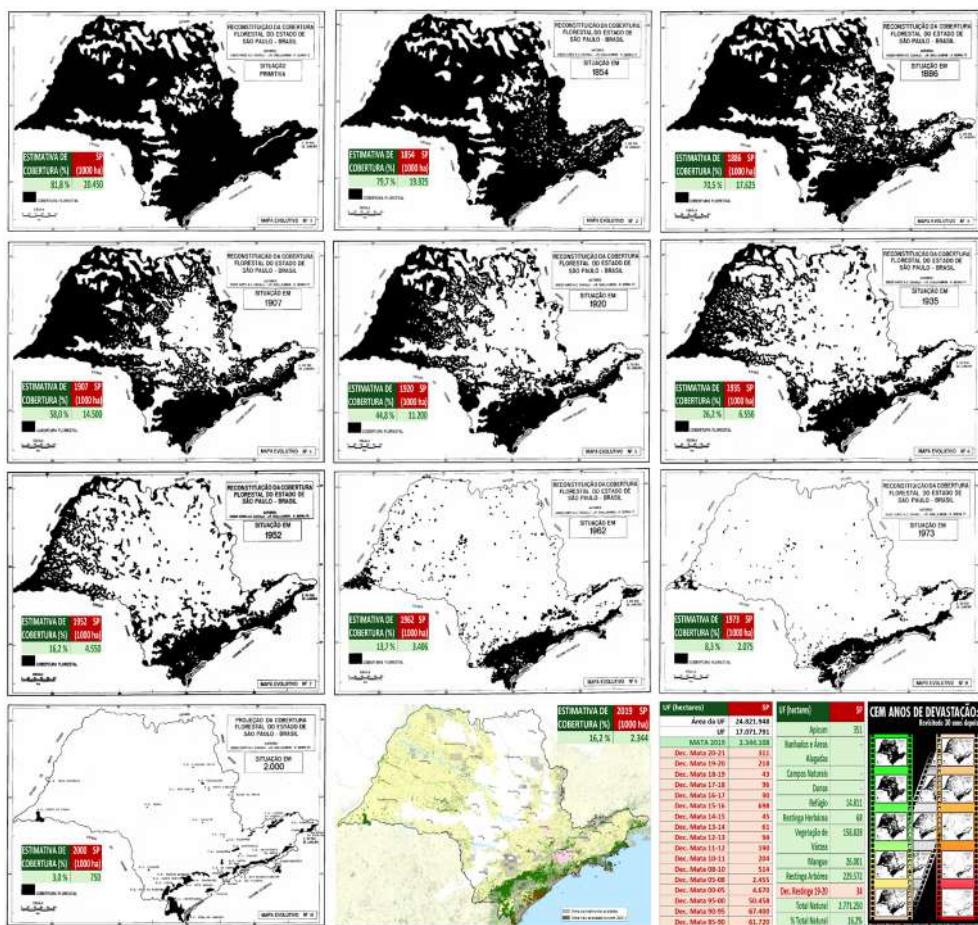


Figura 1 – Mosaico dos mapas da escalada de devastação estimada do bioma Mata Atlântica no Estado de São Paulo (1854-2019)

Fonte: Adaptado de Victor et al. (2005); SOSMA e INPE (2022).

Ilustrativamente, a Figura 2 é uma fotografia de 1939, com familiares de um dos líderes comunitários entrevistados, que atestou o fato de que o poder público, na época, fornecia arcos de serra e lâminas de serrotes agroindustriais, para a exploração de toras de madeira de lei ou de lenha, como uso na força motriz durante a expansão ferroviária paulista e na construção civil em geral. Nessa foto podemos ver, da esquerda para a direita: Geraldo Rabelo, Chico Sizilha, Antônio Rabelo, Antenor Rabelo, Joaquim Tomé e Paulo (rapaz de Apaeada), serrando no meio da mata virgem. Esse

tipo de exploração extrativista foi por muitos anos uma das principais fontes de renda dos moradores do Gomeral, mas o esgotamento das reservas de madeira de lei e o aumento das leis ambientais puseram fim a extração de madeira nativa na região.



Figura 2 – Lenhadores no Gomeral em 1939

Foto: Prof. Rogério Rabelo

Na região de Guaratinguetá seguiram-se os mesmos processos de pressão sobre recursos naturais em detrimento das florestas nativas, culminando-se no pior registro de perda da Mata Atlântica paulista, onde em 1973 contava apenas com 8,3% de cobertura nativa (Victor et al., 2005). Durante o processo civilizatório do interior paulista gerado a curto prazo, e diante à especulação das terras após sua extenuação, converteram-se o solo dessas florestas ao uso econômico diverso, por extensos processos espoliativos e de uso exploratório intensivo, dando-se como causa primária às perdas das matas aos ciclos do: café; gado; algodão e madeiramento (Dean, 1996).

Considerando-se que a função ambiental da floresta é armazenar e produzir água, entende-se que o desflorestamento e as queimadas estão diretamente relacionados ao processo histórico de degradação ambiental das zonas ripárias, reproduzindo-se as consequências no de escassez hídrica, e se intensificando os efeitos locais e regionais às mudanças climáticas, quanto à ausência da formação dos denominados “rios voadores” por distúrbios

no ciclo hidrológico das chuvas e do regime de estiagem sazonal (Nobre, 2014).

Com a crise hídrica ocorrida em todo território nacional no biênio de 2014 e 2015, e notadamente, na situação em que chegou ao Estado de São Paulo ao ponto histórico mais crítico de falta d'água disponível ao abastecimento da população (PERH, 2014-15), observou-se que no meio rural da macrorregião do Vale do Paraíba, notadamente no Bairro das Pedrinhas (Guaratinguetá-SP), durante esta mesma época deste estudo de caso (Yin, 2005) realizado com os “Produtores de Água”, obtiveram-se análises de dados de campo que constataram efetivamente as consequências severas da estiagem encontradas nas microbacias estudadas (Policarpo, 2015). Possivelmente, essa situação ambiental de escassez hídrica (PERH, 2014-15), corrobora-se com as perdas históricas do bioma da Mata Atlântica na região do Vale do Paraíba (Soares, 2005). Frente aos efeitos da degradação ambiental, evidenciaram-se o surgimento de eventos extremos de estiagem e com menor intervalo de chuvas ao longo do ano, causando temporadas de longas secas (estiagem sazonal), seguidas de estações chuvosas mais quentes e com menor precipitação, acarretando-se eventos de severa escassez hídrica ao longo do ano, o que torna a recuperação natural dessas zonas ripárias de difícil resolução (Silva; Galvão, 2011; Soares, 2005).

Espera-se do proprietário aderente que pratique determinadas ações de serviços ambientais previstas à sua propriedade rural, tais como: 1) a construção de barraginhas; 2) a criação e manutenção de curvas nível e de valas de infiltração ou sumidouros; 3) a implementação de zonas de terracamento em topos morros e morrotes; 4) o desassoreamento de córregos e contributivos; 5) o controle e combate à erosão do solo ou ao surgimento de voçorocas, em compasso ao modelo-lógico de atuação na propriedade rural a ser restaurada pelo programa Produtor de Água de Guaratinguetá (Figura 3) (Marcovitch; Dubeux; Margulis, 2010; Policarpo, 2015; Soares, 2005).

Objetivando-se solucionar essas externalidades, o “Programa Produtor de Água de Guaratinguetá” passou a empregar as seguintes técnicas de gestão ambiental: 1) plantio direto; adensado; e, semi-adensado; 2) reflorestamento de áreas mananciais prioritárias; 3) práticas de saneamento rural sobre à disposição final de resíduos sólidos e a prevenção à poluição difusa; 4) instalação de biodigestores; e, 5) reeducação ambiental para conservação e preservação dos recursos hídricos e do solo. Além desses beneficiamentos às propriedades, há o emprego, em especial, de ações em capacitação rural e educação ambiental sobre os conceitos das BAP, como a utilização racional e sustentável do solo e da água na propriedade, por

ações práticas (serviços ambientais) que colaboram na preservação dos serviços ecossistêmicos prestados em ambiente rural (Soares, 2005).

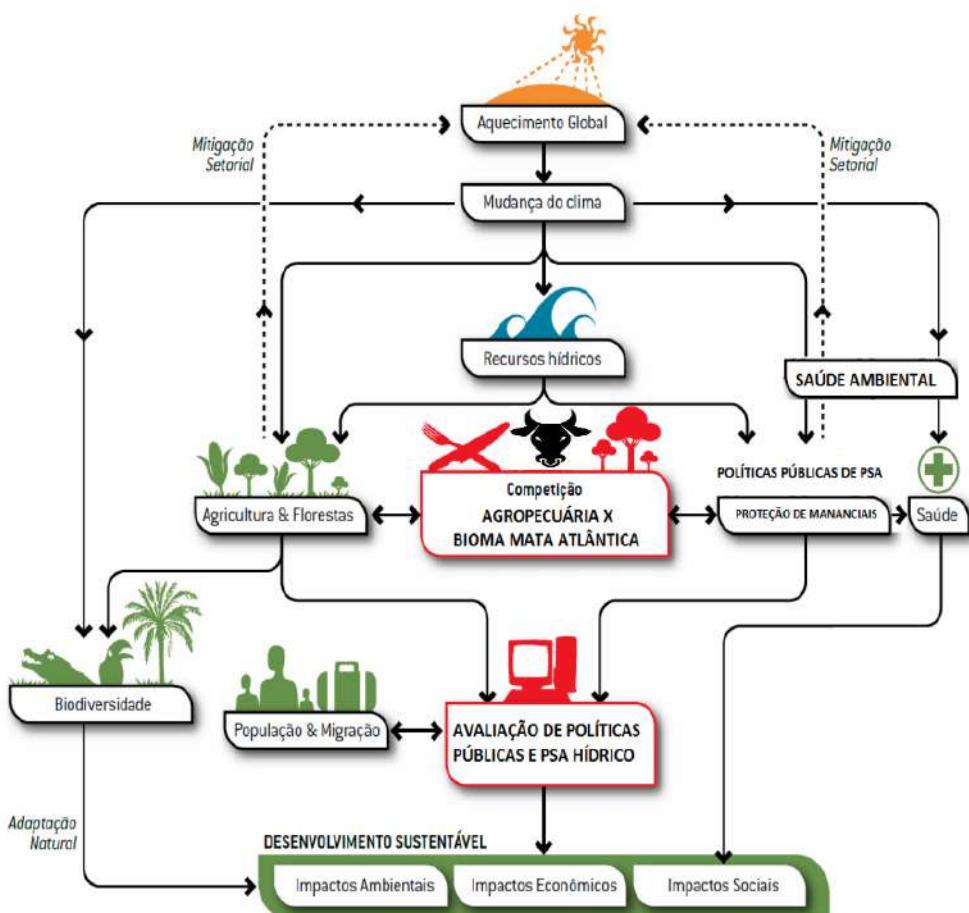


Figura 3 – Fluxograma da “Teia de Relações” dos temas abordados nesta pesquisa

Fonte: Adaptado de Marcovitch; Dubeux; Margulis (2010).

Como observado, é possível recuperarem-se mananciais mediante ações de gestão ambiental da propriedade rural, objetivando-se o devido restauro ecológico das zonas ripárias e a recuperação da cobertura florestal primitiva. Neste aspecto, as políticas incentivadoras de mecanismos de PSA-hídrico têm contribuído na aproximação do poder público e cidadãos

detentores de terras eletivas à conservação dos mananciais, onde repousam essas AIH (Policarpo, 2015). Dentro dos conceitos de governança ambiental à segurança hídrica, buscou-se a criação de um procedimento metodológico de avaliação de políticas públicas socioambientais (Figura 4) (Marcovitch; Dubeux; Margulis, 2010), objetivando-se compreender como se operam e em que pontos se pode indicar aprimoramentos nas políticas de incentivos econômicos ambientais (PSA – Produtor de Água), contribuindo-se com a gestão integrada da propriedade rural sustentável, o uso racional dos recursos hídricos locais e na restauração ecológica das AIH (Policarpo, 2015).

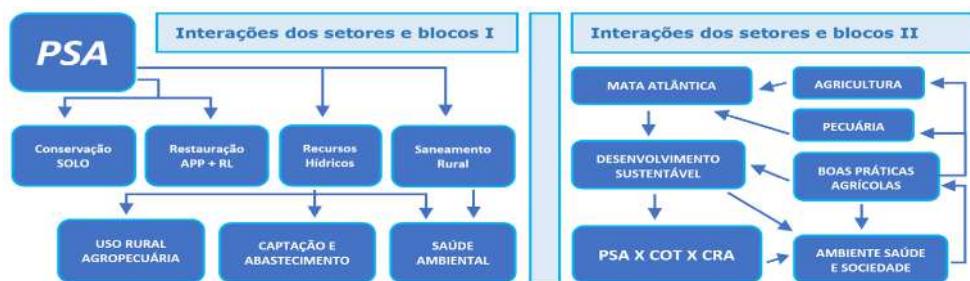


Figura 4 – Fluxograma: Modelo de Avaliação e Integração de Políticas Públicas Intersetoriais (ADPI)

Legendas: APP (Áreas de Preservação Permanente); RL (Reserva Legal); PSA (Pagamentos por Serviços Ambientais; COT (Custo de Oportunidade da Terra); e, CRA (Custo de Recuperação Ambiental).

Fonte: Adaptado de Marcovitch; Dubeux; Margulis (2010).

Em abono, a proteção dos processos ecossistêmicos e ciclos naturais são essenciais ao desenvolvimento sustentável da propriedade rural, pois ao prestarem serviços ambientais à sociedade, deles também podem se beneficiar diretamente (Pinheiro; Monteiro, 2009; Soares, 2005). Por essas razões, buscou-se nas entrevistas avaliarem-se o grau de valoração, percepção e empoderamento dos participantes-beneficiários da política pública (*policy*), pois invariavelmente valorar os serviços ambientais prestados pela natureza implica em relacionar, inicialmente, dois componentes essenciais: o Custo de Oportunidade da Terra (COT), em contraponto ao Custo de Recuperação Ambiental (CRA), adaptado ao conceito de conservação ecológica dos recursos hídricos (Rodrigues et al., 1999; Rodrigues; Zimback; Piroli, 2001).

O COT traduz-se como o valor que se perde com a preservação em relação a área destinada à restauração ambiental, em não se dando o devi-

do uso produtivo agropecuário tradicional, ao passo que o CRA consiste no quanto custaria ao “Produtor de Água” reflorestar sua área por conta própria, somadas às perdas ambientais e econômicas advindas da escassez hídrica, devido à ausência de gestão ambiental técnica rural e a falta da restauração ecológica dos mananciais (Rodrigues et al., 1999; Rodrigues; Zimback; Piroli, 2001). Há que se prever, portanto, a efetiva disponibilidade de orçamento à inserção das comunidades abrangidas, de modo a permitir compensações efetivas e reais pela preservação ambiental em terras privadas, em face do ônus financeiro do COT suportado pelos produtores rurais (Rodrigues et al., 1999; Rodrigues; Zimback; Piroli, 2001). A possibilidade de transações sobre serviços ambientais, portanto, exige o surgimento de provedores e compradores identificados, dispostos a estabelecer a correlação de fornecimento e pagamento, e principalmente que se consolide a atração de detentores de terras que detenham vocação à restauração hidroecológica (Marcovitch; Dubeux; Margulis, 2010; Policarpo, 2015; Soares, 2005).

Logo, o PSA surge como instrumento potencial e incentivador de políticas públicas ambientais, a ser regulado de forma descentralizada, como fator determinante à definição do modelo institucional e de gestão ambiental, sopesando-se o interesse público local ao dos proprietários particulares eleitos que terão acesso aos incentivos ambientais, obras e equipamentos de saneamento rural e ao pagamento realizado pelo fundo especial em razão da área destinada à conservação (Muradian et al., 2010). Um sistema de PSA depende, necessariamente, de: a) um grupo poluidores-pagadores; b) um grupo de compradores-incentivadores que demandam pelo serviço ambiental de produção de água para captação ao abastecimento público e, c) um grupo conservadores-recededores que ofertem o comprometimento em manter os serviços ambientais ou melhorem práticas e usos sustentáveis na propriedade rural, seguindo-se o modelo de gestão da política empregada (Muradian et al., 2010). Os plantios realizados pelo programa devem ser acompanhados de manutenção pelos proprietários e do devido monitoramento e fiscalização pelo poder público ou terceiro setor, a fim de que se estabeleçam como áreas protegidas perenes ou em regeneração natural, com *status* de não licenciáveis à supressão (Soares, 2005). Já em sua avaliação socioambiental, demanda-se o levantamento de dados sobre: a) os impactos diretos e indiretos; b) a proteção das nascentes e zonas ripárias; c) a proteção do solo contra a erosão; d) a infiltração e recarga de aquíferos, e, e) os impactos em que o uso sustentável da propriedade rural se relaciona aos objetivos de um sistema de PSA.

Entretanto, para complementação da avaliação das políticas de PSA, deve-se empregar um modelo lógico de obtenção de dados geográficos va-

lidos, acerca da melhoria da disponibilidade e qualidade da água destinada ao abastecimento público decorrentes da preservação florestal nas microbacias hidrográficas (conversão para o uso natural). Todavia, pelo curto espaço deste estudo de caso, tornou-se impossível avaliar esses aspectos que demandam a análise de séries históricas de monitoramento ambiental por sensoriamento remoto orbital, por pelo menos 10 a 15 anos, além de vistorias técnicas sobre os restauros realizados, para se verificarem indicadores de eficiência ecológica e eficácia no emprego do erário em políticas públicas conservacionistas, e o constante aperfeiçoamento do PSA-Hídrico (Pagiola; Platais, 2007; Soares, 2005).

Para gestão dos aportes financeiros, torna-se necessário a criação de um fundo especial municipal de PSA-Hídrico e a determinação de agente financeiro para operacionalização dos pagamentos aos participantes, com a constituição de um conselho gestor e de fiscalização à execução da política e do fundo criado, exercendo-se a custódia dos valores e a competência na emissão das ordens de pagamentos, prestando-se contas da operacionalização e distribuição dos benefícios pecuniários e não-pecuniários aos “Produtores de Água” (obras e serviços).

Dentre outras atribuições, o conselho deve ministrar treinamentos e prestar apoio às consultas das instituições e entes não-governamentais, sobre o andamento, a eficiência e a execução da *policy* e quanto a regularidade dos PSA (Muradian et al., 2010). Além destes instrumentos, a política municipal depende da criação de leis e respectivas regulamentações ambientais e fazendárias dedicadas à sua operacionalidade, regulando-se a eleição e atuação de um agente financeiro (banco oficial), na gestão e pagamento da compensação financeira do fundo aos “Produtores de Água” (Pagiola; Platais, 2007; Soares, 2005). Como observado, o objetivo do PSA consiste em influenciar à adoção de atividades que proporcionam serviços ambientais, tornando-lhe economicamente atrativos às alternativas convencionais de uso da terra (Engel; Pagiola; Wunder, 2008; Pagiola; Platais, 2007).

De outro lado, Muradian et al. (2010), lecionam que os incentivos de caráter pecuniário não detêm o poder atrativo à participação dos provedores-conservadores. Deve-se buscar a complementação destes com os demais incentivos públicos, tais como: a) saneamento rural (biodigestores e metano encanado); b) assistência técnica agrícola (CATI); c) reflorestamento; d) acesso facilitado às políticas de desenvolvimento sustentável; e, f) serviços comunitários de interesse local.

Por outro lado, Moraes (2012), corroborando com Rodrigues et al. (1999) e Rodrigues (2001), ensina-nos que o ganho ambiental-econômico deve compensar o COT ao provedor (produtor de água), pois trata-se de

um processo produtivo de bens e serviços ambientais subordinados ao COT, correspondente ao melhor ganho que se poderia obter utilizando-se a área rural de forma convencional.

Busca-se então apurar se o valor atribuído ao provedor para fins de proteção ao meio ambiente realmente lhe compensa, prevendo-se parâmetros reais-imobiliários e econômicos, sobre a mais valia obtida ao ingressar na ação conservacionista (PSA-Hídrico), dentre arcar com os custos ambientais e seguir com uma propriedade degradada e de baixo valor venal, com restrito uso econômico devido à estiagem sazonal, atualmente, com maior severidade (Pagiola; Platais, 2007).

ELABORAÇÃO DO MODELO LÓGICO DE PROTOCOLO DE ESTUDO DE CASO (PSA-HÍDRICO)

Na elaboração da metodologia deste modelo-lógico de estudo de caso (Yin, 2005), tomou-se uma linha de base, utilizada como diagnóstico de situação, possibilitando-se acompanhar a gestão rural do PSA-Hídrico por monitoramento ambiental (ex. sensoriamento remoto e vistorias técnicas), acerca do cumprimento das metas (indicadores) e compromissos assumidos pelos “Produtores de Água” (provedores-recebedores), ao longo dos projetos de Restauração de Áreas Degradas (RAD). Na validação dos dados e efeitos dos impactos positivos e negativos, no cenário global de eficácia da implementação do Programa Produtor de Água de Guaratinguetá, objetivou-se inventariar os efetivos incrementos obtidos em serviços ambientais e aplicação dos conceitos das BPA (Muradian et al., 2010; Soares, 2005).

Para atingir-se a validade do constructo (Gil, 2007), em razão dos procedimentos adotados, este estudo de caso foi adaptado dos estudos de Yin (2005), ao modelo-lógico de coleta de dados quantitativos e qualitativos em projetos RAD por pesquisa socioambiental (Farinaci, 2012; Marcovitch; Du-beux; Margulis, 2010; Policarpo, 2015). Já a pesquisa de campo foi construída a partir de uma metodologia sistemática de coleta e formação de banco com dados (qualitativo e quantitativo): a) utilizando-se de formulários e questionários semiestruturados; b) anotações livres; c) vídeos gravados; d) alimentação digital de dados; e) emissão de relatórios; e, f) checagem e validação dos dados obtidos com as entrevistas filmadas e demais anotações colhidas, fundamentando-se à elaboração dos relatórios parciais e final (Farinaci, 2012).

As entrevistas com os proprietários rurais, que participaram do Programa Produtor de Água de Guaratinguetá (2009-2015), foram realizadas com o uso de uma versão adaptada do questionário semiestruturado

formulado pelo projeto: *Urban growth, vulnerability and adaptation: social and ecological dimensions of climate change on the coast of São Paulo* (proc. 2008/58159-7), no âmbito do: *Dynamics of Reforestation in Coupled Social-Ecological Systems: Modeling Land-Use Decision Making and Policy Impacts*. Após tabulação das respostas, procedeu-se à limpeza dos dados para organização, análises e tratamento do banco de dados dos questionários semiestruturados, utilizando-se nas análises estatísticas o software o BioEstat v. (5.0) (Farinaci, 2012).

Gil (2007) menciona que inexiste um consenso acadêmico sobre as etapas a serem seguidas no desenvolvimento de um estudo de caso, sendo a elaboração do protocolo adaptável às missões de campo, conforme às condições locais e questões socioculturais assim demandarem, desde que sejam sopesadas na coleta e posteriormente no tratamento dos dados. Com base nesses parâmetros, elaborou-se uma nova abordagem de avaliação socioambiental em políticas públicas, denominada: “Modelo-Lógico de Protocolo de Estudo de Caso: estrutura teórica de avaliação de políticas públicas do PSA-Hídrico” (Policarpo, 2015).

Devido a especialidade das políticas de recursos hídricos e saneamento que atuam de forma integrada às questões climáticas e de saúde e meio ambiente, houve a necessidade de interação deste estudo de caso (Gil, 2007; Yin, 2005), aos conceitos de PSA-Hídrico de Muradian et al. (2010), Pagiola e Platais (2007), assim como do modelo de PSA-Hídrico proposto pelo governo federal (ANA, 2008), sob a ótica dos estudos de Wunder (2005; 2007; 2008), Wunder, Engel e Pagiola (2008) e Costanza (1997, 2004), e as definições de proteção dos biomas propostas por Rodrigues e Leitão Filho (2000) e Rodrigues e Bononi (2008), no pacto pela restauração do bioma Mata Atlântica. No que tange ao “processo de observação”, reconhecem-se cinco componentes inerentes e descritos pela literatura científica: “o objeto de observação, o sujeito de observação, as condições de observação, os meios de observação, e o sistema de conhecimentos a partir do qual formula-se o objetivo da observação” (Reyna, 1996, p. 3).

Neste aspecto, a “observação participante diferida” (Reyna, 1996) deve responder satisfatoriamente às particularidades formuladas na questão de pesquisa, considerando-se certas características específicas, como: a) a possibilidade de coleta de dados durante longos períodos; b) a coleta das informações deve se dar de maneira discreta e reservada, a fim de evitar que as respostas sejam inverídicas ou influenciadas pelo comportamento do entrevistador ou observador; e, c) buscar durante a coleta das informações a produção de dados que possam ser aplicados em larga escala, ao invés de trazer padronizações de uma característica específica à generali-

zação de um fato, ao passo de se tornar apta como instrumento destinado à comparação com demais casos (Pinheiro; Monteiro, 2009; Reyna, 1996).

Todavia, vê-se que a análise e interpretação dos dados consiste na fase mais complexa, pois se não houver distanciamento na aplicação, o observador pode restar passível à subjetividade. Afora, a presença do observador pode influenciar na situação ou contexto em que as respostas são emitidas pelos entrevistados, perdendo-se a espontaneidade e prejudicando-se o rigor científico da análise (Becker, 2005).

Em relação à opção de utilizar a técnica da observação sistemática, objetivando-se a produção de dados quantitativos, deve-se escolher, previamente, qual o fenômeno a ser estudado (ex. mudança do uso da terra à conservação ambiental). Depois, deve-se buscar estabelecer o foco que se pretende seguir durante à análise do objeto de pesquisa, como os motivos da aderência e percepção dos usuários dos benefícios propostos pela política conservacionista (Belei et al., 2008).

Deve-se inclusive elaborar um plano de ação, especificando-se quais categorias se pretende analisar e como os dados produzidos se correlacionam aos objetivos da *policy*, para uma observação controlada e sistemática, verificável por sistemas estatísticos e indicadores (Belei et al., 2008).

Já quanto aos meios, Belei et al. (2008) avaliam que documentos, tabelas, anotações, diários, vídeos, gravações são válidos como meios de registro da observação, no sentido de se preservar e manter a memória e origem dos dados à posteridade, onde se pode avaliar culturalmente os comportamentos e estados subjetivos dos entrevistados. Em abono, Paterson, Bottorff e Hewat (2003, p. 31) ressaltam que os pesquisadores geralmente adotam a técnica de gravação em vídeo para reduzir distorções e permitir posteriormente “analisar comportamentos descontextualizados, comportamentos simultâneos e comportamentos não verbais, que são difíceis de observar e analisar em tempo real”.

Por esta razão, a justificativa administrativa à implementação de um programa PSA exige a avaliação sistematizada e parametrizada por indicadores de eficiência sociopolítica e ambiental. Do ponto de vista socioambiental, deve-se mensurar: a) as ações adotadas; b) os recursos públicos existentes ou linhas de fomentos destináveis ao fundo especial PSA; c) além do efetivo modelo de gestão à sua fruição, com o objetivo de se promover a sustentabilidade dos serviços ambientais, frente à eficiência e eficácia do programa; e, d) a melhoria do desempenho da *policy* ao longo do tempo (Policarpo, 2015; Soares 2005).

Necessita-se avaliar se as restaurações ecológicas (RAD) culminaram em adicionalidade à função socioambiental da propriedade rural

(Krings; Rossin, 2008), pois o poder público local há que prestar contas do uso racional e ecológico dos recursos públicos e privados que fomentam o fundo especial PSA Municipal, uma vez que despendidos em proveito de terras privadas na execução das referidas ações da *policy*.

Assim, deve o poder público local criar mecanismos que possam aferir se os produtores-beneficiários de PSA cumprem seus compromissos socioambientais contratados, auxiliando na criação de novos instrumentos de gestão ambiental da segurança hídrica e a priorização à conservação de AIH em conformidade ao plano de bacia (Lima; Zakia, 2000; Lima, 2002; Rodrigues et al., 1999; Rodrigues; Zimback; Piroli, 2001; Policarpo, 2015; Soares, 2005).

APLICANDO O MODELO LÓGICO DE AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS DE PAGAMENTOS POR SERVIÇOS AMBIENTAIS

Ao se dimensionar este estudo de caso (Yin, 2005), foram levantados dados objetivos sobre a aplicação e integração dos benefícios pecuniários e não pecuniários aferidos pelos “Produtores de Água” (quantitativo), bem como dados subjetivos, avaliando-se o “grau de empoderamento” sobre tema PSA-Hídrico e conhecimentos sobre o desenvolvimento sustentável rural (qualitativo) (Lima, 2002; Soares, 2005; Stake, 2005, 2006).

Nas ações de campo, empregou-se um questionário com apoio em roteiro de entrevistas semiestruturadas, gravando-se as entrevistas em audiovisual, com o uso de anotações em tabelas pré-formatadas à alimentação do banco de dados, destinado à análise estatística no sistema BioEstat v. 5.0, em relação a 33 “Produtores de Água”, dentro de um universo de 54 proprietários que já aderiram ao Programa Produtor de Água de Guaratinguetá (Gil, 2007; Farinaci, 2012; Yin, 2005).

Procurou-se estabelecer uma amostragem significativa das propriedades participantes com ampla dispersão na área rural, entre a parte plana da microbacia do médio Ribeirão Guaratinguetá e com maior declividade localizada no alto Ribeirão Guaratinguetá, e seus afluentes e contrafortes: Ribeirão Taquaral e Ribeirão Gomeral, inseridos na Área de Proteção Ambiental da Mantiqueira (APA) (Farinaci, 2012; Soares, 2005).

As localidades amostrais do levantamento de campo foram escolhidas segundo as regiões prioritárias previstas no Programa Produtor de Água de Guaratinguetá (SP-2009) nas regiões: 1) Mato Seco; 2) Pilões; 3) Pedrinhas; 4) Rio Acima; 5) Taquaral; 6) Capituba de Cima e de Baixo; e, 7) Alto e Médio Gomeral. Na qualificação dos dados de pesquisa foram reali-

zadas cinco abordagens livres com: a) gestores; b) professores; c) técnicos; d) ambientalistas; e, f) lideranças comunitárias locais, por entrevistas roteirizadas (Farinaci, 2012; Soares, 2005).

Objetivou-se analisar a *policy* e os instrumentos de gestão em PSA-Hídrico adotados, além da adaptação do questionário semiestruturado aplicável aos produtores rurais que aderiram ao programa municipal (PSA-Hídrico) (Farinaci, 2012; Soares, 2005).

A aplicação das entrevistas livres com perguntas roteirizadas aos agentes do PSA-Hídrico deu-se também em conjunto ao questionário semiestruturado, para seu aprofundamento e adaptação aos temas tratados no programa municipal de PSA, e posterior aplicação aos usuários da *policy*, em atenção aos métodos da “observação participante diferida” propostos por Reyna (1996). Posteriormente, alguns destes gestores foram novamente entrevistados para se confrontarem os dados obtidos das entrevistas realizadas com as demais lideranças locais, ou membros do terceiro setor (roteirizadas), e, notadamente, para se convalidarem os dados objetivos (quantitativos e qualitativos) colhidos nas entrevistas semiestruturadas com os “Produtores de Água” (Farinaci, 2012; Policarpo, 2015).

Na estruturação e validação dos dados da pesquisa participante houve necessidade de realização de vistorias técnicas, em contato direto com usuários da política e gestores locais, para se compreender como poderiam ser levadas a efeito as avaliações socioambientais de políticas públicas de PSA-Hídrico, segundo os conceitos da valoração propostos por Rossi e Freeman (1993), e como estas ações foram percebidas pelos usuários, auxiliando-se na adaptação do seu conteúdo à realidade dos “Produtores de Água” (Lima, 2002; Soares, 2005; Stake, 2005, 2006).

Nas entrevistas, aplicadas separadamente, com duração média de duas horas cada, buscou-se averiguar o grau de percepção dos usuários-beneficiários do PSA-Hídrico sobre a apropriação dos direitos contidos na *policy* e demais quesitos relativos à RL e as APP, dentro do conceito do uso sustentável dos recursos naturais e da função socioambiental da propriedade rural (Krings; Rossin, 2008), conforme estabelecido no Novo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 - Brasil) (Policarpo, 2015; Stake, 2005, 2006).

A análise dos dados foi baseada na codificação das informações, consistente no agrupamento de trechos das falas de acordo com blocos de significados, para esclarecerem-se quais as relações entre as respostas colhidas e a valoração estatística individual, considerando-se as limitações socioculturais e biofísicas do relevo acidentado, ou de altitude, que interessaram à complementação da pesquisa, objetivando-se contribuir com a con-

servação do bioma Mata Atlântica paulista, embora insuficientes à proteção da cobertura nativa contra antropização típica de mudança do uso do solo (Creswell, 2003).

Já no levantamento dos dados por entrevistas com questionário semiestruturado (Farinaci, 2012), a coleta teve como foco os seguintes aspectos: a) o cumprimento da legislação ambiental; b) as percepções e conhecimentos dos proprietários rurais; c) a identificação das ações que favoreçam com que proprietários adotem, voluntariamente, políticas de incentivo à proteção ambiental (PSA-Hídrico); d) aspectos importantes observados no manejo florestal sustentável destinado à produção de água; e, f) ações de saneamento rural em saúde ambiental como atrativos à participação (Soares, 2005).

No caso da abordagem livre com gestores e técnicos, além destes quesitos acima tratados, foram averiguados na percepção destes, como dos produtores rurais se comportam, em relação: a) aos instrumentos de políticas públicas locais e ambientais; b) à identificação das necessidades dos produtores rurais quanto à aplicação de políticas de incentivo florestal; c) a remediação de ações não concluídas; d) às características socioeconômicas da população e propriedades amostradas, relacionadas ao comportamento dos produtores acerca dos temas de interesse; e, f) a percepção dos “Produtores de Água” sobre a necessidade de mudança do uso da terra à conservação ambiental para prestação de serviços ambientais incentivados (Farinaci, 2012; Soares, 2005).

Em razão da aderência e permanência dos usuários do PSA, objetivou-se avaliar os arranjos encontrados na implementação do conceito jurídico do **protetor-recebedor** em contraponto ao **poluidor-pagador**, buscando-se em especial: a) valorar a produção de água em ambiente rural; b) definir-se quem pode prover e manter os pagamentos por serviços ambientais; e, c) por quanto tempo se deve manter o incentivo ambiental (Farinaci, 2012; Soares, 2005).

A partir dessas informações levantadas foi possível formar o banco de dados e avaliar as necessidades dos produtores rurais, quanto à adequação ambiental de suas propriedades ao princípio da função socioambiental rural (Krings; Rossin, 2008), além do nível de percepção de serviços ambientais que experimentou ao longo do projeto, ora obtidos com o plantio florestal que permitiu o acesso às águas em épocas de estiagem, dentre outros serviços de saneamento rural contemplados na política municipal de PSA-Hídrico (Chaves et al., 2004; Farinaci, 2012; Rodrigues et al., 1999; Rodrigues; Zimback; Piroli, 2001; Soares, 2005).

RESULTADOS OBTIDOS

Neste estudo de caso o foco o esforço amostral ocorreu em 33 propriedades rurais de um universo de 54 participantes do Programa Produtor de Água de Guaratinguetá (2009). Destas 33 propriedades, 28 possuem área máxima 50 hectares caracterizadas por produção familiar, três possuem áreas entre 50 e 100 hectares de produção agropecuária e apenas duas ultrapassam áreas de 400 hectares, apresentando produção intensiva de gado de leite e rizicultura. Apenas uma propriedade se diferenciou das demais por atuar na agroindústria de produtos orgânicos.

Com relação à atividade econômica, predominam a agropecuária e produção agrícola convencional de forma preponderantemente familiar. O incremento de área florestal deu-se, em geral, de acordo com a expectativa de colocar a propriedade rural em conformidade ambiental, em relação ao reflorestamento de áreas de APP e RL, sem nenhum caso acima dessas metas (Policarpo, 2015).

Verificou-se, também, que o real intuito dos reflorestamentos foi aumentar a resiliência das APPs e RL, notadamente em matas ciliares (APP) e AIH (Policarpo, 2015), destinando-se antigas áreas de pastagem degradada ou agrícolas de baixo uso econômica à conversão florestal, trazendo-se conformidade ambiental à propriedade rural.

O modo de reflorestamento foi múltiplo e acompanhado de regeneração natural, sendo que em 22 casos o plantio foi realizado diretamente pelos proprietários, bastando que lhes fornecessem mudas e insumos necessários (Figura 5), demonstrando-se um alto nível de empoderamento nas políticas setoriais, em contraponto a 12 casos que necessitaram de intervenção de contratados pelo município, para execução do plantio florestal em suas propriedades.

A despeito do risco de respostas estereotipadas em questionários semiestruturados (Farinaci, 2012), os resultados indicam uma assimilação real dos participantes sobre a importância e se preservar o meio ambiente e promover o uso sustentável da propriedade rural. Em relação à intenção de aumentar a área florestal nos próximos anos, dos 33 entrevistados, 19 (57,6%) declararam que pretendem aumentar a área florestal, 13 (39,4%) disseram que não pretendem e um (3%) não soube informar.

Dentre os 13 que declararam que não pretendem, destaca-se que três deles (1%), situados na região do Gomeral, reflorestaram a propriedade quase que completamente, pensando-se nos atrativos de turismo ecológico e conversão da propriedade em unidade de conservação (RPPN) ou pousada de ecoturismo, sendo o dado em análise corrigido.

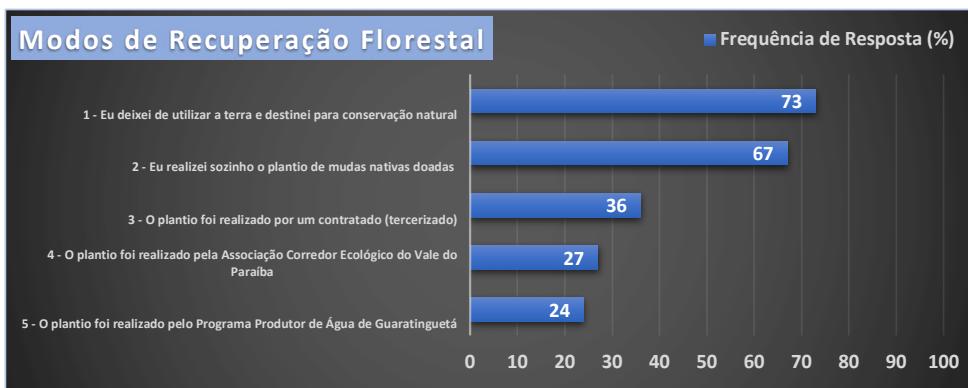


Figura 5 – Modos de recuperação florestal

Legenda: números apóis as barras indicam o número de entrevistados que citou o respectivo modo de recuperação florestal; N de entrevistados = 33

Fonte: Policarpo (2015, p. 180).

Considerando-se os incentivos locais previstos no Programa Produtor de Água de Guaratinguetá, 19 proprietários responderam que o recebimento de mudas, o plantio gratuito e o recebimento de PSA, caracterizaram-se como importantes (acima de 80%) no aumento de área florestal nos próximos dois anos, destacando-se a consciência voluntária à conservação e melhoria da função socioambiental da propriedade rural (Krings; Rossin, 2008). Poucos proprietários empregam mão de obra local, não havendo resultado significativo de arrendatários e meeiros.

Sobre a análise das propriedades nos contrafortes da APA – Mantiqueira, na região do Gomeral, com vocação econômica para o turismo ecológico e cultural-religioso, verificou-se uma cobertura vegetal superior à necessidade legal das APPs e RLS, onde três propriedades se converteram em florestas com cerca de 80% a 90% de cobertura nativa e destinação à Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

Dos motivos que levaram a destinar parte da propriedade à recuperação florestal, destaca-se a preocupação com a conservação do meio ambiente de forma intergeracional, em busca de garantir acesso futuro à água. Demais fatores importantes foram: a) prover alimentos à fauna e criações; b) proteger a propriedade como quebra vento; c) receber assistência técnica; e d) participar de programas e políticas de incentivos ambientais (Tabela 1).

Tabela 1 – Motivos que levaram a destinar parte da propriedade à recuperação florestal

Motivo	Muito Importante	Pouco Importante	Nada Importante
01 - Financiar o reflorestamento com a venda da madeira	3,0	0,0	97,0
02 – Existem programas governamentais ou ONGs disponíveis	69,7	12,1	18,2
03 - Baixo custo ou gratuidade de mudas disponíveis para plantio	69,7	12,1	18,2
04 - Para receber incentivo fiscal	66,7	0,0	33,3
05 – A terra deveria ser usada para produzir madeira	0,0	6,1	93,9
06 - A terra era muito úmida ou precisava de drenagem	9,1	0,0	90,9
07 - Para realçar a beleza da propriedade ou atrativos de lazer	81,8	6,1	12,1
08 - Para conservar o meio ambiente	100,0	0,0	0,0
09 - Para preservar a floresta às futuras gerações	97,0	0,0	3,0
10 - Para prover comida e habitat para os animais	97,0	0,0	3,0
11 - Para garantir água de qualidade e controlar erosão/voçorocas	100,0	0,0	0,0
12 - Como quebra-vento, para proteger a propriedade	84,8	6,1	9,1
13 - Assistência de um técnico agrícola do serviço público	75,8	15,2	9,1
14 - Assistência de um profissional ou técnico contratado	66,7	6,1	27,3
15 - O plantio de árvores realizado por vizinhos me alertou o fato	18,2	3,0	78,8
16 - Para receber pagamentos por serviços ambientais	60,6	18,2	21,2
17 - Para receber assistência técnica de programas ambientais	75,8	3,0	21,2
18 - Para participar de programas ou políticas ambientais	93,9	0,0	6,1

Fonte: Policarpo (2015, p. 181).

As informações demonstram que a organização social local se encontra propensa à transmissão de terras por herança, em contraponto ao montante de propriedades aquiridas, sendo impossível encontrar correlação significativa entre o modo de aquisição da propriedade rural e propensão em destinar terras à conservação ambiental. Notou-se que o grau de escolaridade do proprietário (ensino superior - 46% dos entrevistados) reverberou na sua condição econômica e produção de renda, (Figuras 6 e 7) destacando-se uma correlação significativa na destinação de uma fração maior da propriedade à conservação e melhoria da função socioambiental (Krings; Rossin, 2008).

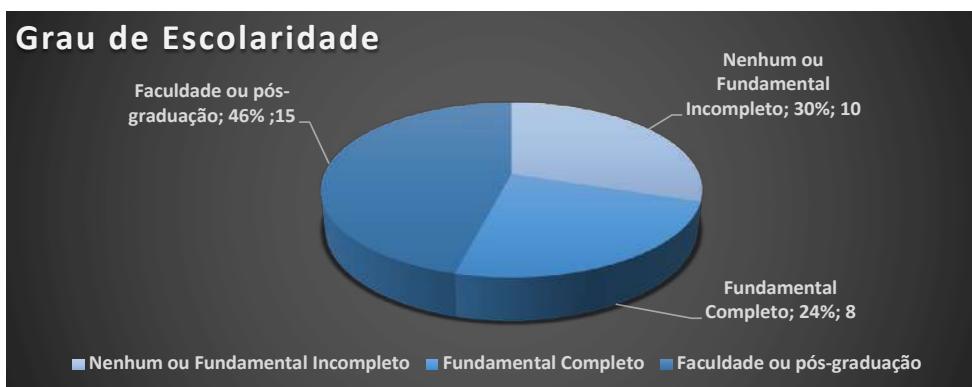


Figura 6 – Grau de educação formal do proprietário

Legenda: valores correspondem ao número e proporção dos entrevistados, N= 33

Fonte: Policarpo (2015, p. 186).

Nas demais regiões planas, percebeu-se a necessidade de recuperação florestal, destinando-se as áreas de pastagens degradadas à conservação de olhos d’água, minas e nascentes, o que possibilitou proprietários enfrentarem com maior resiliência as épocas de forte estiagem ocorridas entre 2014 e 2015, cujos plantios se deram em 2009. Em especial, destacam-se os plantios realizados na região do Mato Seco, na zona rural no sopé da serra, de características mais rochosas e secas, onde conforme declarações colhidas com “Produtores de Água”, a análise demonstrou que as propriedades que recuperaram florestas e minas d’água não sofreram significativa perda de gado ou lavouras e conseguiram manter a produção familiar. Inclusive, deram acesso aos animais de cria de vizinhos, aos bebedouros que possuíam, em razão de não se encontrarem outros meios de dessedentação animal (Policarpo, 2015).



Figura 7 – Ocupação declarada do proprietário

Legenda: valores correspondem ao número e proporção dos entrevistados, N= 33

Fonte: Policarpo (2015, p. 186).

Em relação a Figura 8, não foi encontrada diferença significativa na proporção daqueles com intenção de aumentar ou de não a área florestal nos próximos anos, entre proprietários com diferentes contribuições na produção de renda familiar (Teste Exato de Fisher, $p = 0,71$). De outro lado, conforme demonstra a Figura 9, os dados de escolaridade dos proprietários demonstram que quanto maior o grau de escolaridade, mais o proprietário pretende aumentar a área florestal nos próximos anos (teste de Kolmogorov-Smirnov, $p < 0,05$).

Em contraponto ao histórico uso intensivo na agropecuária, percebe-se que a existência de densa rede hidrográfica, e a declividade relativamente acidentada nessas microbacias, podem ser o fator primário que colaborou com os resultados obtidos, sendo pertinente pontuar a necessidade de se aprimorar este estudo com um modelo de mapeamento de propriedades por sensoriamento remoto orbital ou por drones.



Figura 8 – Compara a intenção de aumentar (SIM) ou não aumentar (NÃO) a área florestal nos próximos anos entre aqueles com significativa ou moderada contribuição da produção para renda familiar e para quem a produção tem pouca ou nenhuma contribuição

Legenda: Números dentro das barras indicam o número de entrevistados em cada categoria e os valores % correspondem ao número e proporção dos entrevistados, N= 33

Fonte: Policarpo (2015, p. 192).

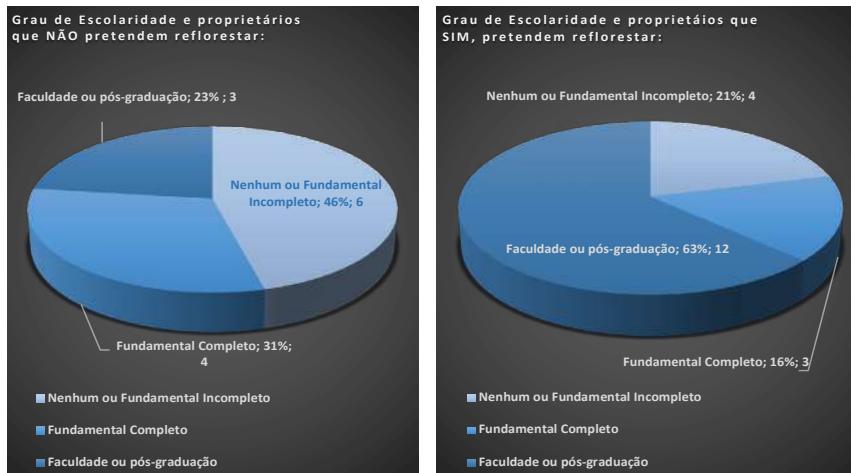


Figura 9 – Relacionar o grau de educação formal com a intenção de aumentar a área florestal

Legenda: Números dentro do gráfico indicam o número de entrevistados em cada categoria e os valores percentuais correspondem ao número e proporção dos entrevistados, N= 33)

Fonte: Policarpo (2015, p. 192).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o emprego de ações locais voltadas ao desenvolvimento sustentável, o Programa Produtor de Água de Guaratinguetá garantiu adequada solução à questão histórica de degradação ambiental e escassez hídrica no abastecimento urbano e uso rural. Conforme observado, a aplicação da política do PSA-Hídrico contribuiu satisfatoriamente à consecução da conservação de nascentes e olhos d’água, contributivos à captação para abastecimento público, com efetivo engajamento dos proprietários que substituíram pastos degradados por florestas novas e água plantada (Policarpo, 2015).

Diante da cadeia de resultados e gargalos destacados, nada pode impulsionar mais o processo de ganho de escala e replicação destas ações e incentivos ambientais, do que a própria educação ambiental e “empoderamento” do homem do campo, sobre as questões do desenvolvimento sustentável da propriedade rural. O aprimoramento dos marcos legais (federais, estaduais e municipais) constitui-se ainda em externalidade a ser superada, trazendo-se novos programas que demonstrem a importância de se protegerem os mananciais e a manutenção dos inúmeros serviços ecossistêmicos e ambientais que só a “floresta em pé” pode prover ao desenvolvimento sustentável da sociedade (Policarpo, 2015).

As políticas do PSA-Hídrico constituem-se em mecanismos legais de repasse de recursos especiais que trazem uma modalidade de redistribuição de renda e justiça social, e por isso marcam o reconhecimento da importância na manutenção dos serviços ambientais à sociedade, provendo-se uma necessária mudança de paradigma cultural, acerca da realidade mudanças climáticas e premência no aumento da resiliência ambiental local (Policarpo, 2015).

Não obstante, o simples fato de buscar conformidade à legislação ambiental também se traduz no aumento do valor venal da propriedade rural, cujas APP hídricas protegidas tornam-se indispensáveis na comercialização, tornando-se um ganho econômico e ambiental ao mesmo tempo, devido à manutenção das condições ideias de acesso a água e preservação ecológica dos recursos hídricos nas microbacias.

As ações previstas no Programa Produtor de Água de Guaratinguetá serviram para proteger o afloramento e recarga de lençóis freáticos e aquífero, beneficiando-se o ciclo hidrológico subterrâneo, protegendo-se matas ciliares e as formações florestais em margens dos rios, córregos, lagos, represas, olhos d’água e nascentes, que predominam nas matas de galeria, de várzea, ou na vegetação ripária.

Pensando-se no aprimoramento eletivo novas áreas vocacionadas por AIH, algumas APPs estudadas, situadas nas encostas, topos de morros e morrotes com declividade superior a 45°, que contribuem indelevelmente para o ortoescoamento das águas pluviais e infiltração ao solo, devem ser preservadas e restauradas para o beneficiamento do ciclo hidrológico e manutenção da qualidade e disponibilidade de água superficial à captação municipal.

Para o município de Guaratinguetá que depende com 95% da captação de água deste manancial, a revitalização da bacia do Ribeirão Guaratinguetá é de extrema importância, ressaltando-se que os processos de estiagem e mudanças climáticas demonstraram severo processo de assoreamento e deterioração da qualidade das águas, devido às atividades antrópicas e práticas espoliativas e inadequadas de exploração intensiva de atividades rurais, de uso e ocupação dos solos indevidos nesta bacia. Para fornecerem subsídios e avaliar o emprego e desenvolvimento da política local de PSA-Hídrico, assim como o processo de revitalização da bacia hidrográfica do Ribeirão Guaratinguetá, este estudo de caso buscou compreender como equacionar os problemas da intervenção antrópica às necessidades de se garantir melhores condições socioeconômicas, permitindo-se a mudança de uso da terra à conservação ambiental (Policarpo, 2015).

Torna-se necessário diagnosticar, avaliar e planejar o uso dos recursos naturais em áreas rurais, dentro de um modelo-lógico e sistemático de planejamento ambiental integrado da propriedade, que passe a funcionar como unidade de planejamento agroambiental, como ocorre em relação às bacias hidrográficas, objetivando-se adequar o planejamento de forma eficiente às ações de integração previstas nas políticas públicas de recursos hídricos, de modo a se obter uma gestão participativa da sociedade voltada à obtenção de resultados positivos nos dispendiosos plantios.

Em abono, recomenda-se desenvolver uma abordagem efetiva na gestão ambiental rural sustentável, que implique em conhecer, preservar e identificar formas de se reeducar os usuários da *policy*, para absorverem e encamparem um modelo conservacionista de manejo da propriedade, e da importância na formação de novos fatores socioculturais e envolvimento da comunidade, no processo de revitalização da bacia do Ribeirão Guaratinguetá e maior acesso à água potável e saneamento rural durante estiagens sazonais.

A perenidade na manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados pela “floresta em pé” é essencial à sobrevivência da sociedade e das espécies da fauna e flora que abrigam. Além dos serviços de regulação do regime de vazão e conservação, a floresta presta ao ciclo hidrológico su-

perficial e subterrâneo serviços essenciais à segurança hídrica e alimentar, garantindo-se inclusive aos meios produtivos rurais, e insumos que economicamente necessitam e lhe são primordiais, como a água fresca e boa para irrigar plantios ou cuidar das criações, e um solo úmido e fértil para plantar, ora intrinsecamente interligados à conservação e recuperação ambiental das AIH PSA-Hídrico (Policarpo, 2015; Soares, 2005).

REFERÊNCIAS

- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Manual Operativo do Programa produtor de Água*. Agência Nacional de Águas, Superintendência de Usos Múltiplos. Brasília: ANA, 2008. Disponível em: <http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/MANUAL%20OPERATIVO%20%20PROGRAMA%20PRODUTOR%20DE%20%C3%81GUA.pdf> Acesso em: 22 out. 2023.
- BECKER, A. Runoff process in mountain headwater catchments: recent understanding and research challenges. In: HUBER, U. M. et al. (Ed.). *Global change and mountain regions*. Netherlands: Springer, 2005, p. 283-295.
- BELEI, R. A.; GIMENIZ-PASCHOAL, S. R.; NASCIMENTO E. N.; MATSUMOTO, P. H. V. R. O uso de entrevista, observação e vídeo-gravação em pesquisa qualitativa. *Cadernos de Educação*, v. 30, p. 187-199, 2008.
- CHAVES, H. M. L.; BRAGA, J. R. B.; DOMINGUES, A. F.; SANTOS, D. G. Quantificação dos custos e benefícios do “Programa do Produtor de Água” - ANA: I. Teoria. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 9, n. 3, p. 15-21, 2004.
- CRESWELL, J. W. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Newbury Park: SAGE Publications, 2003.
- COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 387, p. 253-260, 1997. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- COSTANZA, R. et al. Estimates of the Genuine Progress Indicator (GPI) for Vermont, Chittenden County, and Burlington, from 1950 to 2000. *Eco-logical Economics*, v. 51, p. 139-155, 2004.
- DEAN, W. *A Ferro e Fogo*: a história e a devastação da mata atlântica brasileira. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- ENGEL, S., PAGIOLA, S.; WUNDER, S. Designing payments for environ-

mental services in theory and practice: An overview of the issues Author links open overlay panel. *Ecological Economics*, v. 65, n. 4, p. 663-674, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.03.011>

FARINACI, J. S. *As novas matas do Estado de São Paulo: um estudo multiescalar sob a perspectiva da teoria da transição florestal*. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2007.

KRINGS, A. L. S.; ROSSIN, A. C. Evolução do Conceito de Função Socioambiental da Propriedade Urbana entre 1916 e 2004. In: PHILIPPI JR, A. et al. *Temas de saúde e ambiente*. São Paulo: Signus Editora, 2008.

LIMA, W. P. Aspectos Hidrológicos da Recuperação de Zonas Ripárias Degradas. In: *V Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradas*. Anais. Belo Horizonte: SOBRADE, 2002. p.18-22.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de Matas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. *Matas Ciliares: Conservação e Recuperação*. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 2000. p. 3-34.

MARCOVITCH, J.; DUBEUX, C. B. S.; MARGULIS, S. *Economia da Mudança do Clima no Brasil: Custos e Oportunidades*. São Paulo: IBEP Gráfica, 2010. 82 p.

MORAES, J. L. A. Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) como Instrumento de Política de Desenvolvimento Sustentável dos Territórios Rurais: O Projeto Protetor das Águas de Vera Cruz, RS. *Sustentabilidade em Debate*, v. 3, p. 43-56, 2012.

MURADIAN, R.; CORBERA, E.; PASCUAL, U.; KOSOY, N.; MAY, P. H. Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. *Ecological Economics*, v. 69, n. 6, p. 1202-1208, 2010.

NOBRE, A. D. *O futuro climático da Amazônia: relatório de avaliação científica*. São José dos Campos: ARA-CCST-INPE; INPA, 2014.

PAGIOLA, S.; PLATAIS, G. *Payments for Environmental Services: From Theory to Practice – Hydrologic Monitoring Plan of the Brazil Water Producer/PCJ Project*. Washington: World Bank, 2007.

PATERSON, B. L.; BOTTORFF, J. L.; HEWAT, R. Blending observational methods: possibilities, strategies, and challenges. *International Journal of Qualitative Methods*, v. 2, n. 1, p. 29-38, 2003.

PINHEIRO, H. O.; MONTEIRO, R. Análise estrutural e considerações sobre a dinâmica sucessional de dois fragmentos florestais semideciduais do Jardim Botânico Municipal de Bauru, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 23, n. 4, p. 968-975, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062009000400007>

POLICARPO, F. M. S. *Políticas de recuperação ambiental das áreas verdes de interesse hidrológico: o pagamento por serviços ambientais ao produtor de água de Guaratinguetá (SP)*. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

REYNA, C. P. Vídeo e pesquisa antropológica: encontros e desencontros. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, n. 6, p. 255-267, 1996.

RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; OLIVEIRA, A. M. S.; GLERIANI, J. M. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. *Revista Árvore*, v. 29, n. 2, p. 203-212, 2005.

RIBEIRO, R. P. *Avaliação das alterações na rede de drenagem de sub-bacias hidrográficas da porção média da bacia do rio Capivari (SP): escala: 1: 25.000 – subsídio para o planejamento integrado*. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

RODRIGUES, F. L.; LEITE, H. G.; SILVA, M. L.; GOMES, A. N. Determinação de estratégias ótimas de reforma, condução da brotação e compra de terras, utilizando programação linear. *Árvore*, v. 23, n. 2, p. 169-186, 1999.

RODRIGUES, J. B. T.; ZIMBACK, C. R. L.; PIROLI, E. L. Utilização de sistema de informação geográfica na avaliação do uso da terra em Botucatu (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, n. 3, p. 675-681, 2001.

RODRIGUES, R. R.; BONONI, V. L. R. (Org.) *Diretrizes para conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo*. São Paulo: Instituto de Botânica, 2008. 248 p.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Recomposição de Florestas Nativas: Princípios Gerais e Subsídios para uma Definição Metodológica. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, v. 2, n.1, p. 4-15, 1996.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. *Matas Ciliares: Conservação e Recuperação*. 2 ed. São Paulo: FAPESP, 2000. 320p.

ROSSI, P. H.; FREEMAN, H. E. *Evaluation: A Systematic Approach*.

Newbury Park: Sage Publications, 1993.

SILVA, L. S.; GALVÃO, R. F. P. A expansão urbana e a perda de vegetação na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e o papel das Unidades de Conservação (UCs). In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. Anais. Curitiba: INPE, 2011.

SOARES, P. V. *As interrelações de elementos do meio físico natural e modificado na definição de áreas potenciais de infiltração na porção paulista da bacia do rio Paraíba do Sul.* Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SOSMA - SOS MATA ATLÂNTICA; INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica. Período 2020-2021. Relatório Técnico. São Paulo: SOS, INPE, 2022. Disponível em: <https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2022/05/Sosma-Atlas-2022-1.pdf> Acesso em: 22 out. 2023.

STAKE, R. Case studies. In: DENZIN, N.; LINCOLN, Y. (Eds.). *Strategies of Qualitative Inquiry.* 2 ed. Thousand Oaks: Sage, 2005. p. 134-164.

STAKE, R. *Multiple Case Study Analysis.* New York: The Guilford Press, 2006.

VICTOR, V. A. M.; CAVALLI, A. C.; GUILLAUMON, J. R.; SERRA FILHO, R. *Cem anos de devastação: revisitada 30 anos depois.* Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

WUNDER, S. *Payments for Environmental Services: some nuts and bolts.* Jakarta: Center for International Forestry Research, 2005.

WUNDER, S. The efficiency of payments for environmental services in tropical conservation. *Conservation Biology*, v. 21, n. 1, p. 48-58, 2007.

WUNDER, S. Payments for environmental services and the poor: concepts and preliminary evidence. *Environment and Development Economics*, v.13, p. 279-297, 2008.

WUNDER, S.; ENGEL, S.; PAGIOLA, S. Taking stock: A comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries. *Ecological Economics*, v. 65, n. 4, p. 834-852, 2008.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos.* São Paulo: Bookman, 2005.

Parte V

**Território, ambiente
e atenção à saúde**

13

A trajetória do Programa Ambientes Verdes e Saudáveis, 2009-2022 – promovendo saúde pela cidade de São Paulo

Mateus Henrique Amaral
Daniela Ribeiro Barbosa

INTRODUÇÃO

Na medida em que as cidades crescem e estabelecem fluxos cada vez mais complexos de capital, pessoas, informações e mercadorias dentro ou fora de seu país de origem, os indivíduos e comunidades podem ser expostos a elementos e situações que colocam em risco a boa saúde e o bem-viver: rios contaminados com esgotos doméstico e industrial, escassez de água potável, ar poluído, eventos violentos, álcool e outras drogas, bebidas e alimentos ultraprocessados, dentre tantos outros (Giatti; Sousa, 2009; Ribeiro, 2004).

Esses componentes de risco do meio ambiente se constituem de *trade-offs* de um padrão insustentável de produção e consumo mobilizados pelo capitalismo do século atual, que ainda têm o potencial de agravar um conjunto de iniquidades sociais que acompanha a história de países sub-desenvolvidos como o Brasil. Como prova disso, tem-se as reportagens de jornais que denunciam a estreita relação de associação estabelecida entre essa versão mais precarizada do viver com as taxas de pobreza, baixa es-

colaridade e desemprego (Maia; Burgarelli; Toledo, 2013; Moreno, 2021; Pimentel, 2019).

No entanto, ainda é possível que esses indivíduos e comunidades menos favorecidos por esse modelo de desenvolvimento insustentável desfrutem de um sentido mais amplo do conceito de saúde apresentado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (Rouquayrol, 1999), que supera a ausência de doenças e entende os ecossistemas conservados e dinâmicas sociais mais justas como pré-requisitos para o suporte de uma vida de mais prosperidade, felicidade e bem-estar.

Para isso, faz-se necessário que as políticas, programas e ações em saúde capitaneados pelos agentes e governos locais estabeleçam sinergias com outros setores e fomentem as capacidades individuais e espaços de participação e controle social, a fim de ampliar o leque de possibilidades de escolhas mais saudáveis sobre a vida que esses sujeitos desejam ter e conduzir nos seus espaços de residência, trabalho e interação com a família e amigos.

Para esse conjunto de instrumentos e estratégias orientados à capacitação de indivíduos e comunidades com o propósito de melhorar as condições de vida e saúde por meio do enfrentamento de componentes ambientais que causam doenças e dificultam o acesso às oportunidades favoráveis à boa saúde e ao bem-viver, dá-se o nome de promoção de saúde (Brasil, 2010a).

O termo promoção da saúde (PS) ganhou notoriedade global por meio de documentos internacionais como o Informe Lalonde (1970) e a Carta de Ottawa (1986), que foi assinada durante a 1ª Conferência International de Promoção da Saúde por diversos países. A Carta de Ottawa é um documento que apresenta um conjunto de estratégias e ações para o setor e serviu de impulso para a realização de conferências subsequentes com lideranças de mais países que assinaram outros documentos e colocaram a PS numa agenda global (Buss et al., 2020; Heidmann et al., 2006; Sícoli; Nascimento, 2003).

Porém, diferentemente do Informe Lalonde, cuja centralidade das ideias se debruçam mais sobre o enfrentamento de componentes de risco individuais (p. ex. hábito de fumar), a Carta de Ottawa e esses documentos elaborados posteriormente passaram a reconhecer a complexidade das interfaces da saúde com os aspectos de natureza não somente biológica, mas, também, política, econômica, ambiental e cultural (Sícoli; Nascimento, 2003).

Assim, com um maior reconhecimento internacional sobre a PS e amadurecimento do pensamento científico que contraria o modelo biomédico de assistência e admite a existência de um entrelaçamento dos com-

ponentes de risco que determinam os modos de viver mais saudáveis e sustentáveis, os governos dos países passaram a assimilar novos princípios capazes de nortear o manejo e a concepção de políticas e estratégias em saúde e PS mundo afora (Buss et al., 2020; Heidmann et al., 2006; Sícoli; Nascimento, 2003).

No Brasil, com a redefinição da Política Nacional de Promoção da Saúde (Brasil, 2010a) pela Portaria de nº 2446, de 11 de novembro de 2014 (Brasil, 2014), as intervenções em PS assumem nove princípios norteadores:

I – a equidade, quando baseia as práticas e as ações de promoção de saúde, na distribuição igualitária de oportunidades, considerando as especificidades dos indivíduos e dos grupos;

II – a participação social, quando as intervenções consideram a visão de diferentes atores, grupos e coletivos na identificação de problemas e solução de necessidades, atuando como corresponsáveis no processo de planejamento, de execução e de avaliação das ações;

III – a autonomia, que se refere à identificação de potencialidades e ao desenvolvimento de capacidades, possibilitando escolhas conscientes de sujeitos e comunidades sobre suas ações e trajetórias;

IV – o empoderamento, que se refere ao processo de intervenção que estimula os sujeitos e coletivos a adquirirem o controle das decisões e das escolhas de modos de vida adequado às suas condições sócio-econômico-culturais;

V – a intersetorialidade, que se refere ao processo de articulação de saberes, potencialidades e experiências de sujeitos, grupos e setores na construção de intervenções compartilhadas, estabelecendo vínculos, corresponsabilidade e cogestão para objetivos comuns;

VI – a intrassetorialidade, que diz respeito ao exercício permanente da desfragmentação das ações e serviços ofertados por um setor, visando à construção e articulação de redes cooperativas e resolutivas;

VII – a sustentabilidade, que diz respeito à necessidade de permanência e continuidade de ações e intervenções, levando em conta as dimensões política, econômica, social, cultural e ambiental;

VIII – a integralidade, quando as intervenções são pautadas no reconhecimento da complexidade, potencialidade e singularidade de indivíduos, grupos e coletivos, construindo processos de trabalho articulados e integrados; e

IX – a territorialidade, que diz respeito à atuação que considera as singularidades e especificidades dos diferentes territórios no planejamento e

desenvolvimento de ações intra e intersetoriais com impacto na situação, nos condicionantes e nos determinantes da saúde neles inseridos, de forma equânime.

A trajetória brasileira de reorganização dos serviços de saúde em seus diferentes níveis de complexidade, incluindo a atenção básica, se deu à luz da PS e de seus princípios. Portanto, é esperado dos municípios o desenvolvimento de medidas locais capazes de corresponder à complexidade e amplitude de vários componentes de natureza distintas que apresentam riscos à boa saúde e à qualidade de vida dos indivíduos, famílias e comunidades territorializados pelos profissionais que integram as equipes de saúde da família.

Essas equipes de saúde da família são constituídas de, pelo menos, um auxiliar ou técnico de enfermagem, enfermeiro, médico e quatro ou cinco agentes comunitários de saúde (ACS). Nos territórios atendidos por uma dessas equipes, Judith Tendler entende que a presença do ACS deve ser encarada com bastante entusiasmo para a prática em PS:

a criatividade do ACS na mobilização das famílias para a promoção da saúde não está no cumprimento mecânico de suas tarefas, mas no compromisso com o trabalho que o desafia. Este é facilitado pela sua convivência com as famílias que acompanha, com as quais compartilha a mesma cultura e as mesmas dificuldades. A característica especial do ACS é sua facilidade de comunicação com as famílias para que se mobilizem para a promoção da saúde (Brasil, 2010b, p. 18).

Reconhecendo, portanto, a centralidade dos agentes no engajamento comunitário para as questões de saúde, São Paulo explorou a potencialidade da atenção básica junto a esses profissionais por meio de um processo de capacitação para que eles fossem capazes de assimilar aspectos do ambiente, da saúde e do desenvolvimento local de seus espaços de moradia e atuação para a promoção de ambientes mais verdes e saudáveis.

Essa capacitação ocorreu em 2006 e deu origem a repercussões que transcendem o setor saúde e podem ser percebidas até os dias atuais, com a conversão de um projeto¹ em um programa que foi incorporado na rotina das unidades básicas de saúde do município: o Programa Ambientes Verdes e Saudáveis (PAVS) (São Paulo, 2012; Sousa; Parreira, 2010).

1 Projeto Ambientes Verdes e Saudáveis: Construindo Políticas Públicas Integradas.

Diante disso, considerando, também, o fato de que a PS determina a reorientação dos serviços para a concepção de “práticas de saúde de modo a permitir a interação saúde, meio ambiente e desenvolvimento sustentável” (Brasil, 2010a, p. 38) para combater os efeitos causados pelos componentes de risco intrínsecos aos territórios mais vulnerabilizados das cidades brasileiras, este capítulo teve o objetivo de discutir como os princípios da PS são operacionalizados pelos projetos socioambientais e ações do PAVS.

Para isso, foi feita uma busca não sistemática de notícias e documentos institucionais divulgados pelos canais oficiais da Prefeitura de São Paulo, instrumentos de política pública de diferentes setores da administração pública e cartilhas e produções científicas capazes de contar não só a trajetória do Programa, mas, também, o modo como os atores envolvidos atuam pelos territórios à luz de pressupostos institucionais estabelecidos pela gestão do município.

Além da Introdução, o texto foi estruturado em outras três seções. A seção “**O PAVS na cidade de São Paulo: origem e estrutura organizacional**” descreve, brevemente, a origem, estrutura organizacional e avanços do Programa reportados para o período de 2009 a 2022. A seção “**Operacionalização do PAVS à luz dos princípios da OS**” apresenta os resultados esperados para esta pesquisa, a partir de um conjunto de experiências de diferentes lugares da cidade que revelam como os projetos socioambientais são sinérgicos e operacionalizados à luz dos princípios da PS. As “**Considerações finais**” sintetizam os principais resultados e, além disso, discutem sobre as potencialidades e limitações de o PAVS servir de insumo para novos desafios e objetivos capazes de impactar a saúde ambiental de São Paulo e outros municípios brasileiros.

O PAVS NA CIDADE DE SÃO PAULO: ORIGEM E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Com 12,2 milhões de habitantes e um produto interno bruto na casa dos 700 milhões de reais, a capital paulista se apresenta como a maior e mais rica cidade brasileira. Devido a esse elevado contingente populacional, São Paulo ainda é detentora de uma grande rede assistencial de saúde pública: aproximadamente 80 mil trabalhadores distribuídos pelos quase 900 equipamentos/serviços (São Paulo, 2017).

Porém, apesar de ser uma cidade rica que concentra bastante infraestrutura em termos de saúde, ainda são percebidas desigualdades intraurbanas que podem ser medidas por meio de indicadores consolidados

como a expectativa de vida média ao nascer. De acordo com a Rede Nossa São Paulo (2022), que é uma organização da sociedade civil, enquanto a média de vida do distrito administrativo Jardim Paulista é de 80 anos, a do Iguatemi é de apenas 59,3 – ou seja, o local de residência pode determinar se o cidadão paulistano tem mais ou menos anos de vida.

As disparidades de valores observados para esse indicador dentro de uma mesma cidade podem ser justificadas pela dificuldade de garantir que todos tenham acesso adequado às oportunidades de emprego e renda, saúde e educação. Afinal, mesmo com os avanços da última década que foram percebidos para o país em termos de desenvolvimento humano, o processo de urbanização assumido pela cidade de São Paulo e suas regiões adjacentes é reconhecido por não considerar a conservação e interação dos ecossistemas naturais sobre o espaço construído e não integrar todos da mesma forma (Amaral; Benites-Lazaro; Giatti, 2022; Ribeiro, 2016).

Como consequência, os indivíduos marginalizados nesse processo passam a ocupar os espaços menos privilegiados das cidades que proporcionam uma versão mais vulnerável do viver (Torres et al., 2003) e maior quantidade de *trade-offs* indesejáveis que são produzidos por esse modelo de desenvolvimento insustentável e injusto (Giatti; Sousa, 2009); conferindo, dessa forma, desfechos ruins para o binômio saúde-doença.

Diante disso, considerando a “complexidade das questões ambientais presentes nos territórios das unidades básicas de saúde” (São Paulo, 2011) distribuídas nesses espaços de vulnerabilidade da cidade e a potencialidade dos ACS de capitalizar novas práticas de PS e proteção ambiental, o PAVS surgiu, em 2005, como um projeto articulado pela Secretaria do Verde e Meio Ambiente e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente com o objetivo de “fortalecer a gestão intersetorial em questões ambientais com o impacto sobre a saúde da população, envolvendo a promoção de atitudes voltadas à preservação, conservação e recuperação ambiental e a promoção e proteção da saúde da população” (São Paulo, 2023a).

Com a mobilização de recursos da prefeitura do município, do Banco Interamericano de Desenvolvimento, do Ministério da Saúde e do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, esses agentes de saúde, proteção social e zoonoses foram capacitados para o desenvolvimento de projetos de intervenção com foco sobre um conjunto de temas considerados estratégicos para a saúde humana: lixo, água e energia, biodiversidade, convivência saudável com os animais e zoonoses, consumo responsável e cultura da paz e não-violência (São Paulo, 2012).

Com a conclusão desse processo de capacitação dos agentes, em 2008, a Secretaria Municipal de Saúde transformou esse projeto em um

Programa complementar às ações da Estratégia Saúde da Família, com o intuito de estimular novas práticas no campo da promoção de saúde no nível local e conferir maior protagonismo às intervenções dos ACS em seus territórios junto a um novo profissional que foi contratado para integrar a rede de atenção básica: o agente de promoção ambiental (APA) (São Paulo, 2011; São Paulo, 2023a). A Portaria n.º 1.573, de 2 de agosto de 2011, posterior à consolidação das atividades, instituiu esse Programa na Coordenação da Atenção Básica da Secretaria Municipal da Saúde.

De acordo com o manual orientador das ações do APA (São Paulo, 2015), dentre as atribuições, têm-se: as visitas socioambientais pelos domicílios e territórios, o mapeamento das potencialidades e fragilidades das áreas de abrangência da área territorializada pelas unidades básicas de saúde e desenvolvimento e apoio a projetos socioambientais e ações dentro dessas unidades, dos equipamentos públicos (p. ex. escolas) e comunidade, junto às equipes de saúde da família e demais profissionais.

Esses projetos socioambientais e ações do PAVS, desenvolvidas localmente pelos APAs junto às equipes de saúde da família e supervisionados pela gestão local e regional do Programa passaram a assumir foco sobre um novo conjunto de novos eixos temáticos: biodiversidade e arborização; horta e alimentação saudável, gerenciamento de resíduos, agenda ambiental na administração pública (A3P), revitalização de espaços públicos e água, ar e solo (São Paulo, 2012).

A visita socioambiental territorial se constitui de uma importante ferramenta para o APA identificar possíveis parceiros para o desenvolvimento de ações em PS e fatores de risco à saúde (p. ex. rio poluído). Por sua vez, a visita aos domicílios, também acompanhada de outro profissional da equipe de saúde da família, tem o objetivo de sensibilizar a população territorializada para as questões de saúde e ambiente².

Essa sensibilização proporcionada pela visita, nesse caso, procura “transformar os cidadãos em participantes ativos na proteção dos valores naturais” (São Paulo, 2015, p. 23), pois é percebida pelo PAVS como “um componente fundamental para a reflexão de um modelo de sociedade mais sustentável, indispensável para se exercer uma cidadania plena” (São Paulo, 2015, p. 23). Por exemplo, como o controle da dengue se constitui de um desafio para os profissionais da saúde e a população paulistana, as visitas

2 De acordo com a plataforma e-Gestor AB, do Ministério da Saúde, em dezembro de 2020, São Paulo contava com 1433 equipes de saúde da família (eSF) vinculadas à Estratégia Saúde da Família, 1230 eSF tradicionais e seis equipes em função de adesão ao Programa de Melhoria do Acesso e da Qualidade da Atenção Básica (PMAQ-AB).

ambientais domiciliares (VADs) podem integrar o conjunto de intervenções de combate a esse agravo. Somente em 2022, o município registrou um coeficiente de incidência de dengue de 62,5 por 100 mil habitantes, maior do que para outras doenças como a aids (11,5/100 mil hab.) e tuberculose (49,0/100 mil hab.)³.

Desde a integração do PAVS à Secretaria Municipal de Saúde, os boletins divulgados pela coordenação do Programa revelam números expressivos sobre a quantidade de unidade básica de saúde (UBS) com equipe de saúde da família (eSF) que contam com os projetos socioambientais operacionalizados pelos APAs e o número de visitas domiciliares de combate à dengue e outros temas de interesse da saúde. A Tabela 1 mostra um resumo dos principais resultados.

Tabela 1 – Cobertura municipal e número de visitas socioambientais, 2009-2022

Ano	% de UBS com eSF e projetos PAVS	Nº de VADs	Nº de VADs de combate ao <i>Aedes aegypti</i>
2009	60,3	-	-
2010	55,7	-	-
2011	96,0	-	-
2012	92,0	-	-
2013	90,5	-	-
2014	89,4	34.284	-
2015	99,2	62.517	-
2016	-	106.835	86.990
2017	-	94.029	61.489
2018	-	92.352	63.705
2019	-	90.056	65.426
2020	100,0	72.078	47.589
2021	-	111.394	-
2022	-	170.487	102.540

Fonte: Elaborado a partir de São Paulo (2023b).

Legenda: - Dado indisponível; eSF Equipes de saúde da família; UBS Unidades básicas de saúde;VADs Visitas ambientais domiciliares.

³ Informação extraída do Boletim CEInfo, da Secretaria Municipal da Saúde de São Paulo (2023c).

Em 2020, a cobertura do Programa atingiu 100% das UBS com eSF e mais de 100 mil visitas domiciliares de conscientização foram feitas na área de abrangência dessas unidades de saúde. Durante a pandemia de Covid-19, o Programa também se mostrou competente com as visitas domiciliares e prestação de apoio às campanhas de prevenção contra o novo vírus: houve ações comunitárias (São Paulo, 2020) para orientar a população sobre as medidas de proteção individual e coletiva, como distanciamento social, higiene das mãos e uso da máscara. O Programa também registrou milhares de VADs dedicadas ao *A. aegypti*, em 2020.

Até 2025, ainda estão previstos mais avanços sobre a cobertura de UBS do município atendidas com projetos socioambientais PAVS e visitas domiciliares que abordam o tema das mudanças do clima, a fim de corresponder aos objetivos estabelecidos pelo Plano de Ação Climática do Município de São Paulo.

Os processos de trabalho dos agentes locais, gestores e coordenadores do Programa são planejados, monitorados e avaliados por meio de métodos participativos e contam com o apoio de atores estratégicos (p. ex. ACS) para a promoção da sustentabilidade e engajamento comunitário sobre as ações e projetos socioambientais desenvolvidos.

Como orientação prévia para o planejamento e execução das intervenções, no âmbito do PAVS, o Guia PAVS (São Paulo, 2012) recomenda que os agentes considerem as particularidades de cada território, desejos da comunidade, parcerias locais e análise detalhada das questões que serão problematizadas a partir de um dos eixos temáticos do Programa.

O monitoramento dessas intervenções desenvolvidas, por sua vez, se dá com relatórios, encontros técnicos, fóruns e reuniões sistemáticas entre os agentes locais e gestores com os coordenadores e respectivas coordenações regionais de saúde, supervisões técnicas e instituições parceiras.

Na tentativa de aprimorar os processos de trabalho, a avaliação das intervenções busca conferir visibilidade para os resultados que foram alcançados e proporcionar momentos de aprendizado social entre os participantes por meio da condução de rodas de diálogo. Um balanço anual do PAVS também é divulgado para a comunidade e gestores, quando se é possível ter um panorama da atuação e dimensão da problemática socioambiental enfrentada pelo município com a análise de indicadores institucionais e distribuição das intervenções pelos eixos temáticos.

OPERACIONALIZAÇÃO DO PAVS À LUZ DOS PRINCÍPIOS DA PS

Na tentativa de não limitar esta análise à descrição da sistemática de trabalho e estrutura organizacional, o Quadro 1 mostra uma possível

relação de sinergia entre os princípios da PS com os objetivos apresentados para cada um dos eixos temáticos do Programa (São Paulo, 2012) que orientam o desenvolvimento de projetos e outras intervenções socioambientais pelos territórios.

Quadro 1 – Relação dos objetivos dos eixos temáticos sinérgicos com os princípios da PS

Princípios da PS	Eixo temático	Objetivos sinérgicos com os princípios da PS
Equidade	Resíduos sólidos	“Favorecer o trabalho dos catadores de materiais recicláveis”
	A3P	“Implantação da coleta seletiva com inclusão social, destinando os materiais recicláveis preferencialmente às cooperativas de catadores locais”
	Revitalização de espaços públicos	“Apoiar e encorajar iniciativas integradas voltadas à mobilidade e acessibilidade”
Participação social	Horta e alimentação saudável	“Potencializar a sabedoria popular e integrar com o saber científico nas atividades de plantio e de contato com a terra”
Autonomia	Horta e alimentação saudável	“Incentivar a produção e consumo de alimentos orgânicos”
Empoderamento	Cultura e comunicação	“Fomentar a criação de mídias comunitárias visando o exercício da cidadania”
Intersetorialidade	Água, ar e solo	“Apoiar programas para despoluição, limpeza de rios e córregos” “Sensibilizar os profissionais de saúde para o entendimento da relação entre mudanças climáticas e saúde”
Intrassetorialidade	Biodiversidade e arborização	“Apoiar as ações de vigilância em saúde ambiental”

continua...

Princípios da PS	Eixo temático	Objetivos sinérgicos com os princípios da PS
Sustentabilidade	A3P	<p>“Disseminação de informações sobre o uso correto da água e de práticas para conter o desperdício”</p> <p>“Implantação de medidas para diminuição do uso de copos plásticos descartáveis”</p>
Integralidade	Horta e alimentação saudável	<p>“Fortalecer e integrar ações com programas de plantas medicinais/ fitoterápicos, agricultura urbana e periurbana”</p>
	Biodiversidade e arborização	<p>“Contribuir no desenvolvimento de projetos para prevenção de zoonoses”</p>
Territorialidade	Cultura e comunicação	<p>“Promover atividades que estimulem moradores e artistas do território a refletir sobre a identidade local”</p>

Legenda: A3P Agenda Ambiental na Administração Pública; PS Promoção da saúde.

Ao estimular o desenvolvimento de projetos socioambientais centrados nos catadores autônomos de materiais recicláveis, o Programa demonstra reconhecer as iniquidades socioeconômicas e de saúde que se relacionam com a precariedade das condições de vida e processos de trabalho desses indivíduos (Moura; Dias; Junqueira, 2018).

Nesse sentido, ao aplicarem o princípio da equidade, na prática, no âmbito do PAVS, o APA junto às equipes de saúde da UBS Iguaçu Maria José Mariano da Silva orienta e presta assistência a um grupo de catadores não cooperados da região do Sapopemba sobre o acondicionamento adequado de materiais recicláveis e prováveis problemas de pele, nos pés e na coluna associados à precariedade de suas moradias e duras jornadas de trabalho com o peso de suas carroças (São Paulo, 2022a). As intervenções desse projeto de nome Catadores Saudáveis do Iguaçu também são apoiadas por organizações do terceiro setor e outros equipamentos de saúde da cidade.

A participação social e a autonomia são outros princípios que podem ser percebidas pelos projetos e ações que assumem outros objetivos:

“potencializar a sabedoria popular e integrar com o saber científico nas atividades de plantio e de contato com a terra” e “incentivar a produção e consumo de alimentos orgânicos”.

As intervenções relacionadas a esses dois princípios têm o potencial de transformar o ambiente alimentar local, valorizar o conhecimento tradicional das pessoas, facilitar a troca de informações e estreitar as relações entre os profissionais de saúde e pacientes. Com isso, os participantes têm a oportunidade de acessar e/ou construir novos espaços de participação social pelo território e converter os conhecimentos adquiridos em fonte de renda (Armstrong, 2000) e cuidado em saúde.

Por outro lado, as doenças de veiculação hídrica estão entre o conjunto de agravos sensíveis à atenção básica e responsáveis pela morbimortalidade da população. Somente em 2022, o município registrou mais de 100 casos de leptospirose (São Paulo, 2023c). A prevenção nas grandes cidades requer a fragmentação das ações e corresponsabilização de outros setores por meio de um trabalho intersetorial e colaborativo (Dias et al., 2014; Segurado; Cassenote; Luna, 2016), na tentativa de interferir com efetividade sobre o ciclo de vida dos animais vetores e condições do ambiente que são favoráveis para o seu desenvolvimento.

Nesse sentido, o eixo temático Água, ar e solo tem como um de seus pressupostos de ação o desenvolvimento de projetos que apoiem programas de despoluição e limpeza de rios e córregos da cidade. Durante a condução das ações do projeto Novo Rio Pinheiros, da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), o PAVS somou esforços para que o esgoto doméstico bruto de mais de 80 mil domicílios deixasse de ser despejado (São Paulo, 2020).

Urbinatti et al. (2023) ainda discutem outras possibilidades de como o Programa pode ser sinérgico para tratar das questões envolvendo a água, tendo em vista o cenário de escassez que as comunidades periféricas enfrentam e as complexas relações de interdependência que os recursos hídricos estabelecem com outros setores.

Por outro lado, a busca de soluções para os problemas de saúde relacionados à água poderia se estender, também, para as técnicas da engenharia que simulam processos naturais capazes de enfrentar a poluição e enchentes (Cassin, 2021). Partindo do pressuposto de que o envolvimento de diferentes *stakeholders* (que inclui a população) contribuem com os processos de otimização e definição dessas tecnologias capazes de mitigar os efeitos adversos da má gestão do tratamento hidrológico de águas pluviais (Pagano et al., 2019), o PAVS pode se apresentar como um importante mediador; ao ser capaz de colocar sobre a mesa diferentes saberes, alinhar

objetivos em comum e integrar os profissionais da saúde com os das engenharias.

Dado o exposto, em parceria estabelecida com a Sabesp, os APAs também contribuem com o planejamento e promoção de ações e projetos associados à vigilância e controle de zoonoses para combater a presença dos animais sinantrópicos que apresentam riscos à saúde das populações territorializadas. No entanto, o manejo de produtos químicos para o controle das populações de ratos, baratas e insetos voadores causadores de doenças é exclusivo dos agentes de zoonoses.

Junto às Supervisões de Vigilância em Saúde (SUVIS) do município, os APAs prestam assistência às pessoas em situação de acúmulo de materiais inservíveis e animais domésticos. Esses indivíduos que vivem com “acúmulo excessivo de objetos, resíduos ou animais, associado à dificuldade de organização e manutenção da higiene e salubridade do ambiente” (São Paulo, 2016) assumem riscos para a saúde individual e coletiva por estarem proporcionando condições favoráveis para a proliferação de animais vetores de doenças como leptospirose e dengue. Essa possibilidade de parceria entre os APAs e profissionais da vigilância em saúde ambiental das SUVIS é sinérgica ao princípio da intrassetorialidade.

Por levar em conta as dimensões culturais, sociais, ambientais e econômicas, os projetos e ações envolvendo a A3P servem de exemplo para demonstrar como o princípio da sustentabilidade se relaciona estreitamente com o PAVS.

A A3P é um programa do Ministério do Meio Ambiente que objetiva estimular os órgãos públicos do país a implementarem práticas de sustentabilidade. Sendo assim, ao propor a disseminação de “informações sobre o uso correto da água e de práticas para conter o desperdício” e implantar “medidas para diminuição do uso de copos plásticos descartáveis”, o PAVS contribui para uma melhor consciência ambiental dos profissionais de saúde que, consequentemente, incentiva práticas menos predatórias pelos territórios de abrangência das unidades de saúde que sobrecarregam a área territorializada por essas unidades de saúde.

De acordo com Borowy (2020), a própria OMS reconhece a complexidade dos resíduos gerados pelo setor saúde – mesmo aqueles similares ao lixo doméstico – e reportagens (Faddul, 2020) têm revelado a amplitude da problemática do descarte inadequado de máscaras e luvas pelas praias e oceanos.

Assimilando o princípio da integralidade com os processos de trabalho articulados, que são orientados tanto pelas ações de tratamento e reabilitação quanto às de prevenção e promoção, o PAVS fortalece e integra os

programas municipais de plantas medicinais e agricultura urbana e periurbana. Como exemplo prático para esse pressuposto de ação selecionado, pode-se mencionar o projeto Farmácias Vivas & Segurança Alimentar que conta com hortas terapêuticas e alimentares distribuídas pelos equipamentos de saúde e escolas das regiões de Santo Amaro e Cidade Ademar (São Paulo, 2023d).

As hortas desse projeto são abastecidas com sementes e mudas produzidas pelo trabalho dos APAs e usuários dos serviços de saúde e escolares. As hortaliças colhidas passaram a integrar o cardápio das escolas e os estudantes recebem a orientação de nutricionistas sobre o uso e preparo de plantas alimentícias convencionais (p. ex. alface, couve) e não convencionais como peixinho, ora-pro-nóbis, taioba e capuchinha. As ervas medicinais, por sua vez, são transformadas em chás e consumidas pelos participantes de grupos das UBS sob a supervisão e orientação de farmacêuticos. Dentre esses participantes, tem-se idosos e mulheres carentes.

Essas iniciativas são convergentes com políticas municipais e o próprio Sistema Único de Saúde, por meio das Portarias nº 971 e 886 e o Decreto nº 5.813, que regulamentam, respectivamente, a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PICs), o conceito de Farmácia Viva dentro do SUS e a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos.

Já o princípio da territorialidade demonstra estar sendo considerado pelos agentes do Programa por meio do desenvolvimento de projetos e ações pontuais que estimulam a população e artistas territorializados a refletirem sobre as suas identidades locais. Assim, esses indivíduos, ao serem submetidos a essas experiências, podem refletir sobre as singularidades intrínsecas de seus territórios que podem ou não ser sinérgicas à boa saúde e ao bem-viver individual e coletivo. Na zona norte da cidade, com o apoio do Programa, a UBS Aldeia Indígena do Jaraguá promove um evento anual que reúne centenas de pessoas e conta com dança, desfile, música e artesanato que mostram a cultura da aldeia Jaraguá-Kwarây-Djekupé (São Paulo, 2022b).

Por fim, partindo do pressuposto de que a água é um importante elemento para a compreensão sistemática do bem-estar humano, da promoção de saúde e da prevenção de doenças (Parkes; Horwitz, 2009), cabe discutir a experiência que o Programa obteve por meio do projeto socioambiental Observando os Rios nas Palmas das Mãos, que foi desenvolvido na área de abrangência de uma UBS da zona sul da cidade, a UBS Jardim das Palmas, que está inserida dentro do distrito administrativo Vila Andrade.

A Vila Andrade é reconhecida pela disparidade das condições de vida e habitação entre os seus residentes, pois, ao mesmo tempo em que

é lugar de bairros nobres e empreendimentos imobiliários de luxo, abriga pessoas privadas de direitos básicos como acesso adequado aos serviços de saneamento água e esgoto e moradia digna - os moradores das favelas Nova Jersey e Olaria, por exemplo, vivem nos arredores de linhas de transmissão de energia elétrica e dutos de gás (Articulação Vila Andrade, 2021).

Um córrego que corta as favelas Nova Jersey e Olaria, de nome Córrego dos Mirandas, tem recebido esgoto doméstico bruto. O mau cheiro causado pela poluição da água é um problema antigo e parece ser um incômodo de difícil solução para os moradores da região. Em 2013, foi motivo de pauta da reunião de uma associação local e noticiado pelo blog Super Quadra News (Andrade, 2013):

Sujeira e um cheiro desagradável! Localizado ao lado da rua Ministro Guimarães onde faz divisa com o Jardim das Palmas, o Córrego dos Mirandas é um problema antigo no bairro. Para se ter uma ideia, no começo do ano, a presidente da Associação de Moradores e Amigos da Super Quadra Morumbi, Vera Lúcia Vitorino Alves, visitou a sede da Sub-prefeitura do Campo Limpo e conversou com o então recém nomeado sub-prefeito da região Sérgio Roberto dos Santos. Na oportunidade, Vera destacou a necessidade da limpeza e da canalização do córrego.

Diante desse cenário, em parceria estabelecida com a Fundação SOS Mata Atlântica, que é uma organização não governamental brasileira, o APA e ACS da UBS Jardim das Palmas elaboraram um projeto que teve o objetivo principal de sensibilizar e mobilizar ainda população territorializada e seus gestores municipais para a qualidade da água de um trecho desse córrego.

Com isso, formou-se um grupo de monitoramento constituído de moradores da região e profissionais de saúde da unidade que se reuniram, mensalmente, durante o ano de 2019, para coletar amostras de água e analisá-las localmente por meio de um kit fornecido pela Fundação, a fim de verificar um conjunto de parâmetros de qualidade definidos pela legislação ambiental vigente: turbidez, coliformes, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, pH, nitratos e fosfatos, espumas, odor, material sedimentável e presença de peixes e larvas⁴.

De acordo com o relato de experiência de Marcolino, Pereira e Ribeiro (2020), o projeto somou o envolvimento de mais de 500 pessoas, incluindo representantes da Sabesp, da subprefeitura regional do Campo Limpo,

4 Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005.

de conselhos gestores municipais e de empresas privadas do setor de saneamento.

Como resultado, o grupo também registrou momentos pontuais de melhora para alguns parâmetros de qualidade da água: o índice calculado para as amostras coletadas passou de “ruim” para “regular”, depois de intervenções de zeladoria e limpeza coordenadas pela subprefeitura regional do Campo Limpo.

Mesmo com esses resultados positivos observados para o bairro Jardim das Palmas, cabe enfatizar que os APAs, ACS, demais profissionais da saúde e o próprio PAVS não devem ser percebidos como uma alternativa que serve de panaceia para controlar e resolver os problemas complexos enfrentados pelas periferias do país e demais espaços onde as pessoas são expostas a componentes de risco. Afinal, mesmo com o Programa demonstrando capacidade de promover a saúde por meio de um diálogo mais estreito com a população territorializada que resulta em movimentos comunitários para o encaminhamento de problemas relevantes em termos de saúde ambiental, sem maiores investimentos públicos (G1, 2023) e planejamento dos governos (Madeiro, 2023) dificilmente atingiremos um patamar de desenvolvimento local sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo explorou a trajetória do PAVS pela cidade de São Paulo, de 2009 a 2022, por meio da análise de documentos institucionais, experiências locais reportadas e orientações técnicas para o desenvolvimento de projetos socioambientais e outras intervenções, considerando os princípios da PS e a conjuntura urbana do município para o período estudado.

A sistemática dos processos de trabalho, estrutura organizacional definida e ampliação do Programa pela rede de saúde pública municipal somam esforços para as afirmações de que a responsabilização e busca de soluções para o enfrentamento de problemas complexos de uma metrópole transcendem o setor saúde e carecem de mobilização e integração de distintos atores e recursos de instituições públicas e privadas.

Por outro lado, a concepção de projetos socioambientais a partir de um diálogo estreito com as comunidades e demais disciplinas e setores da sociedade e da administração pública são convergentes e sinérgicos com muitos dos princípios descritos pela Política Nacional de Promoção da Saúde (Brasil, 2010a). Por exemplo, ao mobilizar diferentes atores e estimular sujeitos a se tornarem agentes de mudança e não mais espectadores de um

ambiente poluído que não favorece a boa saúde e o bem-viver, o projeto Observando os Rios nas Palmas das Mãoas mostrou que se relaciona com os significados atribuídos aos princípios da intersetorialidade, do empoderamento e da participação social.

Por outro lado, a comunicação e visibilidade das ações do PAVS são desafios a serem superados, na tentativa de não dificultar a captação de recursos necessários e limitar o alcance do programa e estabelecimento de novos desafios para o setor saúde face aos desafios proporcionados por temas urgentes e emergentes como as mudanças climáticas.

Nesse sentido, faz-se necessária a institucionalização de indicadores de monitoramento e avaliação e desenvolvimento de estratégias de comunicação ampliadas e mais eficazes, como campanhas, mídias sociais e relatórios de impacto capazes de mobilizar os residentes para um maior controle social e chamar a atenção de diferentes *stakeholders* para as experiências exitosas do município em termos de saúde ambiental e pública, atraindo mais apoio que possibilite a replicação desse modelo em outros municípios e estados do Brasil. Entendemos, portanto, que a ampliação da cobertura de programas com propósitos equivalentes pelo país é fundamental e possível, considerando que o PAVS está inserido no Sistema Único de Saúde (SUS) e ocorre apenas no município de São Paulo.

De um modo geral, as vivências reportadas pelo PAVS, pelos diferentes territórios da cidade, demonstram que para enfrentar os desafios das questões ambientais, de saúde e sustentabilidade também é necessário fortalecer a atuação em rede com articulações mais abrangentes das políticas municipais, estaduais e federais. Para tanto, o Programa demonstra que são necessários modelos de abordagem mais integrada, baseados no envolvimento da comunidade e estabelecimento de parcerias estratégicas (que já ocorre atualmente) para que as intervenções e projetos socioambientais sejam replicados com sucesso a partir de diferentes contextos de vida e objetivos.

Além dos princípios da Política Nacional de Promoção de Saúde, o PAVS ainda evidencia a sinergia de suas iniciativas com a Agenda 2030, movimentos sociais, políticas e programas nacionais e internacionais de forma estratégica e sistematizada, demonstrando a importância da integração de políticas para alcançar resultados mais significativos e promissores.

Certos de que não se esgotaram as possibilidades de analisar o PAVS numa perspectiva crítica à PS, pode-se admitir que reorganizar os serviços de saúde para integrar novas concepções sobre o ambiente e seus elementos na prática e na rotina de territórios vulnerabilizados cobertos pelas equipes de saúde da família, faz o PAVS servir de exemplo de como as cidades do

país podem contribuir com o SUS e agir localmente sobre a complexidade das tensões colocadas entre os aspectos da ecologia e do desenvolvimento urbano que se constituem de determinantes individuais e coletivos da boa saúde e bem-viver.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, M. H.; BENITES-LAZARO, L. L.; GIATTI, L. L. O nexo água-energia-alimentos em municípios: análise de trade-offs a partir do modelo FPSEEA da OMS. In: TORRES, P. H. C.; BÓGUS, L. M. M.; JACOBI, P. R.; PASTERNAK, S. (Org.). *Ordenamento e Governança da Macrometrópole Paulista: Desafios de pesquisa interdisciplinar sobre complexidade territorial*. 1. ed. Jundiaí: Paco Editorial, 2022. v. 1, p. 179-196.
- ANDRADE, M. Córrego dos Mirandas. *Super Quadra News*, São Paulo, 3 de jul. 2013. Disponível em: <https://superquadranews.wordpress.com/2013/07/03/corrego-dos-mirandas/> Acesso em: 30 jul. 2023.
- ARMSTRONG, D. A survey of community gardens in upstate New York: implications for health promotion and community development. *Health Place*, v. 6, n. 4, p. 319-327, 2000.
- ARTICULAÇÃO VILA ANDRADE. Despejo Zero na Vila Andrade. Centenas de famílias estão ameaçadas de remoção na Vila Andrade. *Jornal Vila Andrade*, São Paulo, abr. de 2021. Disponível em: <https://gaspargarcia.org.br/leia-o-jornal-despejo-zero-na-vila-andrade/> Acesso em: 30 jul. 2023.
- BOROWY, I. Medical waste: the dark side of healthcare. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, v. 27, supl. 1, p. 231-251, 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. *Política Nacional de Promoção da Saúde*. Brasília: MS, 2010a.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. *Memórias da saúde da família no Brasil*. Brasília, MS, 2010b.
- BRASIL. Portaria n.º 2.446, de 11 de novembro de 2014. Redefine a Política Nacional de Promoção da Saúde (PNPS). Brasília, DF, 2014.
- BUSS, P. M.; HARTZ, Z. M. A.; PINTO, L. F.; ROCHA, C. M. F. Promoção da saúde e qualidade de vida: uma perspectiva histórica ao longo dos úl-

timos 40 anos (1980-2020). *Ciência & Saúde Coletiva*, 25, n. 12, p. 4723-4735, 2020.

CASSIN, J. History and development of nature-based solutions: Concepts and practice. In: CASSIN, J.; MATTHEWS, J. H.; GUNN, E. L. (Org.). *Nature-based Solutions and Water Security: An Action Agenda for the 21st Century*. Amsterdam: Elsevier, 2021. p. 19-34.

DIAS, M. S. A.; PARENTE, J. R. F.; VASCONCELOS, M. I. O.; DIAS, F. A. C. Intersetorialidade e Estratégia Saúde da Família: tudo ou quase nada a ver? *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 19, n. 1, p. 4371-4382, 2014.

FADDUL, J. Mais de 120 bilhões de máscaras são descartadas por mês nos oceanos. CNN, São Paulo, 29 de dez. de 2020. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/mais-de-120-bilhoes-de-mascaras-sao-descartadas-por-mes-nos-oceanos/> Acesso em: 30 jul. 2023.

G1. Agentes de saúde protestam em frente à Prefeitura de SP. G1, São Paulo, 9 de ago. de 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2023/08/09/agentes-de-saude-protestam-em-frente-a-prefeitura-de-sp.ghtml> Acesso em: 30 jul. 2023.

GIATTI, L. L.; SOUSA, C. M. de. Ambiente urbano, bem-estar e saúde. In: GIATTI, L. L. (Org.). *Fundamentos de saúde ambiental*. 1. ed. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2009. v. 1, p. 293-323.

HEIDMANN, I. T. S. B.; ALMEIDA, M. C. P.; BOEHS, A. E.; WOSNY, A. M.; MONTICELLI, M. Promoção à saúde: trajetória histórica de suas concepções. *Texto & Contexto - Enfermagem*, v. 15, n. 2, p. 352-358, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0104-07072006000200021>

MADEIRO, C. Brasil retrocede em 60% das metas de desenvolvimento da ONU, diz relatório. UOL Notícias, 25 de set. de 2023. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/colunas/carlos-madeiro/2023/09/25/brasil-retrocede-em-60-das-metas-de-desenvolvimento-da-onu-diz-relatorio.htm>. Acesso em: 30 jul. 2023.

MAIA, L. A.; BURGARELLI, R.; TOLEDO, J. R. Mortalidade infantil está diretamente associada à falta de estudo dos pais. *Estadão*, São Paulo, 26 de ago. de 2013. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/sao-paulo/mortalidade-infantil-esta-diretamente-associada-a-falta-de-estudo-dos-pais-imp-> Acesso em: 30 jul. 2023.

MARCOLINO, F. F.; PEREIRA, T. S.; RIBEIRO, R. R. Observando os Rios nas Palmas das Mãoas: intersetorialidade e saúde ambiental na Estratégia

Saúde da Família. In: *Anais do 14º Congresso Internacional da Rede Unida*, Niterói, 2020.

MORENO, A. C. Moradores da periferia de SP têm 3 vezes mais risco de morrer de Covid-19 do que pessoas que vivem em bairros mais ricos. G1, São Paulo, 20 de abr. de 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2021/04/20/moradores-da-periferia-de-sp-tem-3-vezes-mais-risco-de-morrer-de-covid-19-do-que-pessoas-que-vivem-em-bairros-mais-ricos.ghtml> Acesso em: 30 jul. 2023.

MOURA, L. R.; DIAS, S. L. F. G.; JUNQUEIRA, L. A. P. Um olhar sobre a saúde do catador de material reciclável: uma proposta de quadro analítico. *Ambiente e Sociedade*, v. 21, n. 1, p. 1-20, 2018.

PAGANO, A.; PLUCHINOTTA, I.; PENGAL, P.; COKAN, B.; GIORDANO, R. Engaging stakeholders in the assessment of NBS effectiveness in flood risk reduction: A participatory System Dynamics Model for benefits and co-benefits evaluation. *Science of The Total Environment*, v. 690, n. 10, p. 543-555, 2019.

PARKES, M. W.; HORWITZ, P. Water, ecology and health: ecosystems as settings for promoting health and sustainability. *Health Promotion International*, v. 24, n. 1, p. 94-102, 2009.

PIMENTEL, T. Pesquisa da UFMG aponta que a periferia de BH tem 'desertos alimentares', áreas onde não há oferta de comida saudável. G1, Belo Horizonte, 24 de nov. de 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/11/24/pesquisa-da-ufmg-aponta-que-periferia-de-bh-tem-desertos-alimentares-areas-onde-nao-ha-oferta-de-comida-saudavel.ghtml> Acesso em: 30 jul. 2023.

REDE NOSSA SÃO PAULO. *Mapa da desigualdade*. 2022. Disponível em: https://www.nossasaopaulo.org.br/wp-content/uploads/2022/11/Mapa-da-Desigualdade-2022_Tabelas.pdf Acesso em: 30 jul. 2023.

RIBEIRO, H. Saúde Pública e meio ambiente: evolução do conhecimento e da prática, alguns aspectos éticos. *Saúde e Sociedade*, v. 13, n. 1, 2004.

RIBEIRO, M. G. Desigualdades urbanas e desigualdades sociais nas metrópoles brasileiras. *Sociologias*, v. 18, n. 42, p. 198-230, 2016.

ROUQUAYROL, M. Z. *Epidemiologia e Saúde*. 5. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1999.

SÃO PAULO. Portaria n.º 1573, de 03 de agosto de 2011. Institui o Pro-

grama Ambientes Verdes e Saudáveis (PAVS) na Estratégia Saúde da Família (ESF) na Coordenação da Atenção Básica da Secretaria Municipal da Saúde (SMS) do Município de São Paulo. *Diário Oficial da Cidade* de 03 ago. 2011, p. 13.

SÃO PAULO. Secretaria de Saúde. Coordenação da Atenção Básica. *Guia PAVS*. São Paulo, SP, 2012.

SÃO PAULO. *Manual Orientador das Ações do Agente de Promoção Ambiental (APA)*. São Paulo, SP, 2015.

SÃO PAULO. Decreto n.º 57.570, de 28 de dezembro de 2016. Institui a Política Municipal de Atenção Integral às Pessoas em Situação de Acumulação. 2016.

SÃO PAULO. Secretaria de Saúde. *Diretrizes das redes de atenção à saúde*. São Paulo, SP, 2017.

SÃO PAULO. PAVS faz balanço e comprova importância no enfrentamento à Covid-19. Prefeitura de São Paulo, São Paulo, 16 de dez. de 2020. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/saude/noticias/?p=306264> Acesso em: 30 jul. 2023.

SÃO PAULO. UBS desenvolve programa voltado à saúde de catadores. *Prefeitura de São Paulo*, São Paulo, 11 de out. 2022a. Disponível em: <https://www.capital.sp.gov.br/noticia/ubs-desenvolve-programa-voltado-a-saude-de-catadores> Acesso em: 30 jul. 2023.

SÃO PAULO. Saúde Municipal realiza Dia da Beleza Indígena neste sábado (26). *Prefeitura de São Paulo*, São Paulo, 25 de nov. de 2022b. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/saude/noticias/?p=338414> Acesso em: 30 jul. 2023.

SÃO PAULO. *História PAVS e o que é o PAVS*. Secretaria Municipal de Saúde. 5 de maio de 2023a. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/saude/atencao_basica/index.php?p=346634 Acesso em: 30 jul. 2023.

SÃO PAULO. *Balanços Anuais PAVS*. Secretaria Municipal de Saúde. São Paulo, 05 de jul. de 2023b. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/saude/atencao_basica/index.php?p=346643 Acesso em: 30 jul. 2023.

SÃO PAULO. Boletim CEInfo – Saúde em Dados. *Secretaria Municipal da Saúde*, São Paulo, 28 jul. 2023c. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/saude/epidemiologia_e_informacao/index.

php?p=258529 Acesso em: 30 jul. 2023.

SÃO PAULO. Hortas medicinais e alimentares mobilizam UBSs e escolas na zona sul. *Prefeitura de São Paulo*, São Paulo, 27 de fev. de 2023d. Disponível em: <https://www.capital.sp.gov.br/noticia/hortas-medicinais-e-alimentares-mobilizam-ubss-e-escolas-na-zona-sul> Acesso em: 30 jul. 2023.

SEGURADO, A. C.; CASSENTE, A. J.; LUNA, E. A. Saúde nas metrópoles - Doenças infecciosas. *Estudos Avançados*, v. 30, n. 86, p. 29-49, 2016.

SÍCOLI, J.; NASCIMENTO, P. Promoção de saúde: concepções, princípios e operacionalização. *Interface – Comunicação, Saúde, Educação*, v. 7, n. 12, p. 101-122, 2003.

SOUZA, M. F.; PARREIRA, C. M. S. F. Ambientes verdes e saudáveis: formação dos agentes comunitários de saúde na Cidade de São Paulo, Brasil. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 25, n. 5, p. 399-404, 2010.

TORRES; H. G.; MARQUES, E.; FERREIRA, M. P.; BITAR, S. Pobreza e espaço: padrões de segregação em São Paulo. *Estudos Avançados*, v. 17, n. 47, p. 97-128, 2003.

URBINATTI, A. M.; OMORI-HONDA, S. L.; CARVALHO, C. M.; FREY, K.; JACOBI, P. R.; GIATTI, L. L. 'Nexus' Narratives in Urban Vulnerable Places: Pathways to Sustainability via Municipal Health Programs in Brazil. *World*, v. 4, p. 21-36, 2023.

14 Território e Saúde: percepções numa comunidade da Amazônia Quilombola¹

Joana Maria Borges de Freitas
Júlio Cesar Schweickardt

INTRODUÇÃO

Conhecer os diferentes territórios e suas redes existenciais é um desafio para as pesquisas de caráter social e ambiental, visto que “a Amazônia é muito diversa e heterogênea, com histórias e territorialidades que revelam ‘amazônias’ distintas com suas características geográficas, culturais, sociais e históricas” (Freitas et al., 2019, p. 112).

Dentre os cenários e “gentes” amazônicas, adentramos na especificidade que compreende as comunidades tradicionais, sendo o tradicional, de acordo com a ideia discutida por Almeida (2008), entendido como um processo de politização muito associado à produção da identidade social

¹ Este capítulo é resultado da dissertação: FREITAS, J. M. B. *Territórios e Redes Vivas de Saúde numa Amazônia Quilombola*. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Centro de Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019.

dos grupos, podendo ser traduzido também em formas de conhecimento, tanto no campo simbólico, quanto no político. O autor diz ainda que a tradição deixa de ser um patrimônio meramente intangível e passa a ser um patrimônio que constitui um emaranhado de relações políticas, fruto de luta, resistência e articulações dos grupos sociais.

Nesse contexto, este capítulo apresenta os modos de vida e a percepção sobre a relação entre o ambiente e a produção de saúde de um grupo social que demonstra muito bem a heterogeneidade da Amazônia – a população negra da região do Baixo Rio Amazonas, cuja especificidade quilombola ribeirinha chama a atenção para as particularidades desse grupo, incitando a noção de uma Amazônia Quilombola. Uma noção que valoriza os modos como o grupo social em questão se produz material e simbolicamente em uma “territorialidade específica²”. Territorialidade e vidas marcadas profundamente pelos cursos e movimento das águas, que influenciam e organizam a vida no território, atuando sobre as noções de tempo, sobre os deslocamentos, sobre os fluxos comerciais, fluxos de acesso aos serviços de saúde, bem como sobre outros aspectos.

Utilizamos a cartografia como estratégia metodológica, permitindo-nos imergir no contexto de vida quilombola. Nessa abordagem, reconhecemos os atores sociais quilombolas como protagonistas do processo de produção de conhecimento, uma vez que a cartografia nos envolveativamente na pesquisa e nos transforma por meio da imersão nos afetos que permeiam as relações (Romagnoli, 2009). A produção de dados se deu por meio de rodas de conversas realizadas nas cinco comunidades que compõem o território quilombola do Rio Andirá, nas quais foram discutidas a compreensão dos comunitários através das questões disparadoras – Quem são vocês? O que é saúde? E, o que não é saúde? A partir das rodas de conversas foram selecionados, de modo intencional para entrevistas individuais, alguns atores sociais considerados chave, para além daqueles já pré-definidos, como as lideranças comunitárias, Agentes Comunitários de Saúde (ACS) e professores, sendo possível incluir também pessoas com amplo conhecimento em plantas medicinais, rezadores e parteiras. As entrevistas foram transcritas e analisadas por meio da análise de discurso para se produzir significação aos textos e compreensão de seus sentidos.

² Construção que de acordo com Almeida (2008, p. 29) trata das “delimitações físicas de determinadas unidades sociais que compõem os meandros de territórios etnicamente configurados, sendo resultado de diferentes processos sociais de territorialização”. As terras trazem o sentido de pertencimento coletivo que convergem para um território, como é o caso das comunidades remanescentes de quilombos.

Para compreendermos a percepção dos quilombolas sobre a relação entre o ambiente e a produção de saúde em seu território, assim como refletir sobre como essa percepção pode contribuir para promover saúde e bem-estar, este capítulo foi estruturado em três partes distintas. Na primeira parte, é apresentada uma descrição do território em questão, bem como do grupo social que o compõe. Destacam-se aspectos relevantes da sua estrutura social e cultural. Na segunda parte se faz uma discussão sobre as concepções dos quilombolas sobre território e saúde. Por fim, na terceira parte, são apresentadas reflexões sobre a importância de levar em consideração as perspectivas dos atores sociais envolvidos, enfatizando a valorização do conhecimento local para a promoção da saúde e do bem-estar em comunidades tradicionais.

Quanto aos aspectos éticos e legais, a pesquisa que deu origem a este manuscrito está respaldada enquanto parte de um projeto maior intitulado “Acesso da população ribeirinha à rede de urgência e emergência no Estado do Amazonas”, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), no âmbito do Programa Pesquisa para o SUS: Gestão Compartilhada em Saúde (PPSUS-AM), Chamada Pública FAPEAM/SUSAM/DECIT-MS/CNPq N° 001/2017, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) sob o registro CAAE 99460918.3.0000.520.

VIDAS PRETAS NO RIO ANDIRÁ

A presença negra na Amazônia é real, apesar da invisibilidade histórica, pois durante muito tempo se acreditou que não existiu escravização nesse território, sendo uma presença ocultada e silenciada; uma crença perdurante e frequentemente constatada ao se mencionar a existência de comunidades quilombolas no estado do Amazonas.

As Terras de Preto, Terras de Santo, Mocambos, Terras de Pobre, entre outros congêneres do termo Quilombo, inicialmente representavam lugar de refúgio de escravos fugitivos, imagem que segundo Freitas et al. (2011) é diversamente reconstruída a cada novo momento, para reafirmar a luta de uma minoria étnica. Provenientes dos mais de 300 anos de escravidão no Brasil, os quilombos passaram de refúgio de negros escravizados fugitivos, a lugar de estabelecimento de negros libertos do regime escravocrata, marginalizados por serem vistos como símbolo do não desenvolvimento e da não-civilização, o que reflete até os dias atuais exclusão, desigualdades e racismo institucionalizado; insumos para a produção, em larga escala, das mais variadas violências. Reflexo da ausência de qualquer

senso de responsabilidade ou discernimento da sociedade brasileira sobre a necessidade de reparações sociais para a proteção de pessoas negras, largando esse grupo social à própria sorte durante o período de transição do trabalho escravo para o livre (Fernandes, 2008).

A partir de 1988 o Estado brasileiro reconhece oficialmente as comunidades quilombolas e afirma seus direitos territoriais por meio do Artigo 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias (ADCT). E somente no ano 2003, a partir do olhar de um governo democrático e da necessidade de ações afirmativas, que segmentos de populações específicas passaram a fazer parte da pauta nacional para elaboração de políticas públicas. Nesse sentido foi publicado o Decreto nº 4.887 de 2003 que regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos. Para efeito do referido decreto

consideram-se remanescentes das comunidades dos quilombos, para os fins deste Decreto, os grupos étnico-raciais, segundo critérios de autoatribuição, com trajetória histórica própria, dotados de relações territoriais específicas, com presunção de ancestralidade negra relacionada com a resistência à opressão histórica sofrida (Brasil, 2004).

No Amazonas, a população negra representa 4,12% da população geral (IBGE, 2010), estando entre as “gentes” que compõem o cenário amazônico. Em se tratando de território quilombola, desde os anos 2000 vem ocorrendo movimentos de lutas por direitos étnicos, territoriais e inclusão social, visíveis pelo reconhecimento de comunidades negras como remanescentes de quilombos (Rocha; Corrêa, 2018). São quatro territórios reconhecidos no Amazonas: O Quilombo Tambor dos Pretos, no Município de Novo Airão, sendo reconhecido em 2006; Território Quilombola do Rio Andirá, no Município de Barreirinha, em 2013; Quilombo Urbano Barranco de São Benedito, na cidade de Manaus, em 2014; e o Quilombo Sagrado Coração de Jesus do Lago de Serpa, no Município de Itacoatiara, também em 2014. Destes, apenas o Tambor dos Pretos teve iniciado o processo de regularização fundiária, em dezembro de 2022, dezesseis anos após o reconhecimento enquanto comunidade remanescente de quilombos.

Atualmente, a palavra “quilombo” não faz referência a vestígios ou restos arqueológicos de ocupação temporária ou evidências biológicas. Da mesma forma, não se trata de grupos isolados ou de uma população estritamente homogênea. Além disso, nem sempre esses grupos foram formados a partir de movimentos insurrecionais ou rebeliões. Em vez disso,

elas consistem principalmente em comunidades que desenvolveram práticas diárias de resistência para preservar e reproduzir seus modos de vida característicos, consolidando assim um território próprio (O'Dwyer, 2002).

No município de Barreirinha, região do Baixo Rio Amazonas, das 23 comunidades rurais que ficam às margens ou nas enseadas do rio Andirá, cinco compõem o território quilombola do rio Andirá: Ituquara, Boa Fé, Distrito de Santa Tereza do Matupiri, São Pedro e Trindade (Ranciaro, 2016).

A sede do território quilombola em questão é o Distrito de Santa Tereza do Matupiri, ponto de referência histórica dos quilombos do rio Andirá, por ser a comunidade em que aportou o primeiro quilombola, no final do século XIX, o ex-escravizado Benedito Rodrigues da Costa, tais informações, de acordo com Ranciaro (2016) tem como referência a memória coletiva, o que baliza e sustenta as reivindicações no que concerne o direito ao território. Segundo dados do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), o território quilombola Rio Andirá, ocupa uma área de 27,8 mil hectares, possui 558 famílias quilombolas cadastradas e uma população de cerca de 2,7 mil pessoas. A distância entre Manaus, capital do Amazonas, e o Distrito de Santa Tereza do Matupiri é de aproximadamente 325 km em linha reta e o seu acesso se dá somente por via fluvial.

Antes categorizados como ribeirinhos, haja visto viverem às margens do rio Andirá, os quilombolas não tiveram seus modos de vida alterados pelo reconhecimento, em 2013, como remanescentes de comunidades de quilombos. Entretanto, considerando que ser quilombola envolve as categorias território e identidade, a articulação para regularização fundiária fortalece o processo de construção identitária deste grupo social, antes invisibilizado, que passa a assumir certo protagonismo enquanto sujeitos de direitos étnicos na reivindicação pela posse titulada de seu território, que segundo relatos foi “usurpado”.

Nós não podemos mais entrar na mata pra tirar o breu, o cipó, tirar a madeira, fazer a nossa casa, preparar a nossa moradia. A gente não pode mais pescar, a gente chega num local e lá já topa com o caseiro do fazendeiro. Quer dizer que nós vamos ficando com um espaço curto, nós vamos ficando espremido [...] Hoje nós estamos numa luta, vendo se a gente consegue a nossa terra de volta. Nossa povo precisa, é difícil! Então, nós não temos o espaço livre, não temos não! É uma escravidão porque nós tamos livres, mas, viver é ter a nossa terra [...] Os grandes titulararam as nossas terras, tiraram tudinho (Mizael de Castro Rodrigues) (Almeida et al., 2014, p. 8).

O relato acima demonstra, bem como outros no decorrer desta escrita, porque o território desempenha um papel central na reprodução dos

modos de vida da população quilombola. Nas comunidades integrantes do território quilombola rio Andirá não há muros e poucas são as cercas. Desta maneira, transita-se tranquilamente pelos quintais uns dos outros, no intuito de encurtar caminhos. Caminhos que levam para a casa de um parente, sendo as relações de parentesco uma das principais características das comunidades; caminhos que levam para o trabalho, seja na roça ou na floresta extraíndo recursos para atividades diversas, ou ainda para um *puxirum*³; que levam para a escola; que levam para o cuidado em saúde seja pelas redes vivas do território ou pela rede de serviços do Sistema Único de Saúde (SUS); que levam para pesca; para a igreja e para tantos outros lugares por diversas razões e sempre em busca de algo.

Dentre os eventos mais notáveis do calendário festivo da comunidade atualmente, destacam-se a festa de São Sebastião, ocorrendo entre os dias 10 e 20 de janeiro, a festa da Santíssima Trindade, realizada de 05 a 08 de maio, e a festa de Santa Tereza do Menino Jesus, celebrada de 05 a 15 de outubro. Essa última é considerada, o evento mais relevante pelos moradores, uma vez que é a festa em honra à padroeira da comunidade. Tais festividades são amplamente reconhecidas e frequentadas pelos habitantes locais. Diante desse calendário festivo é possível notar que a comunidade é predominantemente católica, outra religião praticada é a Adventista.

A manutenção da vida nessa parte da Amazônia passa pela ocupação e uso da terra, sendo praticado pelos remanescentes de comunidades de quilombos o uso comum, não havendo, portanto, divisão em lotes individuais. Sobre esse tipo de uso, Almeida (2011, p. 50) explica:

[...] que as chamadas “terras de uso comum”, não correspondem “terras coletivas”, no sentido da intervenção deliberada de aparatos de poder, e tampouco correspondem a “terras comunais” no sentido emprestado da feudalidade. Correspondem, sim, uma constelação de situações de apropriação e combinações [...] diferenciadas entre o ‘uso privado’ e o ‘comum’, perpassadas por fatores étnicos, de parentesco e de sucessão, por fatores históricos, político-organizativos e econômicos, consoante prática e sistema de representações próprios.

O principal fator observado são os laços de parentesco, quando os membros de famílias nucleares vão constituindo novas famílias é comum dividir a terra com estes, de forma que possam além de construir moradias também praticar a agricultura, o que tem sido dificultado em virtude da

3 Palavra de origem Tupi que significa mutirão, trabalho coletivo (Figueira, 2015).

ocupação e exploração do território quilombola pelo agronegócio, por essa razão o movimento organizativo para obtenção do título da terra é fundamental para assegurar a reprodução dos modos de vida.

O grupo realiza uma variedade de atividades de produção para a sua manutenção, incluindo o extrativismo, agricultura, pesca e caça. Na agricultura, destacam-se cultivos como a mandioca, que é a matéria-prima para a produção da farinha, um alimento essencial na dieta das populações amazônicas. O processo de produção agrícola é uma atividade que envolve toda a família, promovendo o trabalho coletivo e a cooperação. Além da mandioca, a comunidade também cultiva culturas como cará, banana, maracujá, jerimum, milho, cupuaçu e abacaxi, ampliando a diversidade de alimentos produzidos. Essa diversificação agrícola é importante tanto para a segurança alimentar da comunidade, oferecendo uma variedade de nutrientes, como também para a geração de renda através da venda dos excedentes.

Quanto ao extrativismo, base da economia, os quilombolas coletam castanha, breu, fibras, argila e madeira. As matérias-primas extraídas da floresta são transformadas em artefatos como vassouras, tipitis, peneiras, cestos e diversos utensílios de cerâmica. Todas as coletas são realizadas com muito respeito ao meio ambiente e sua preservação (Ranciaro, 2016). A comercialização por intermédio de atravessadores, meio mais rápido de escoar os produtos, causa certa indignação nos produtores, pois subvaloriza a produção. Além da comercialização, outra fonte de renda provém de aposentadorias e de benefícios do Governo Federal como o Programa Bolsa Família.

Quanto às atividades de pesca e caça, estas são praticadas de maneira artesanal e apenas para a manutenção das famílias, com a implantação do Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso de Energia Elétrica, mais conhecido como “Luz para Todos”, instituído pelo Decreto nº 4.873 de 11 de novembro de 2003 (Brasil, 2004), a conservação desses alimentos deixou de ser realizada unicamente pela salga, técnica feita à base de sal, pois a eletricidade permitiu que as famílias adquirissem não só refrigeradores, mas outros bens importantes para a melhoria da qualidade vida.

No contexto da produção de saúde, no território pesquisado a ênfase está principalmente nas práticas tradicionais de saúde, com destaque para o uso prioritário de plantas medicinais. Diversas sociedades tradicionais possuem um extenso conhecimento sobre as propriedades medicinais de plantas encontradas em seus ambientes naturais ou cultivadas em áreas modificadas antropicamente, essa sabedoria ancestral resulta em uma am-

pla farmacopeia natural disponível nas comunidades (Amorozo, 2002), evidente na fala de um professor quilombola:

O que a gente tem no nosso dia a dia são os remédios caseiros, as ervas, por exemplo. Assim, uma dor de estômago, usa uma tal erva. Isso serve muito pra nós que mora no interior porque, muitas das vezes, não tem como ir na cidade comprar um remédio rápido. Então a gente tem no nosso dia a dia, nos fundos dos nossos quintais as ervas medicinais (Professor e Líder Comunitário).

O protagonismo do cuidado a partir dos saberes tradicionais vem principalmente de parteiras, rezadores, benzedores e puxadores de ossos. Esses importantes atores identificados nas comunidades são pontos da rede de acesso e de produção de saúde existente no território quilombola. A transmissão do conhecimento acontece de forma prática, a maioria dos comunitários conhece alguma planta e sabe como preparar remédios caseiros, mas o domínio é de poucos. De um modo geral, aprende-se com familiares e suas próprias experiências por meio da troca de saberes.

Para o acesso à rede de saúde do município de Barreirinha, o ACS é o principal interlocutor, tendo em vista que o mesmo representa um elo entre a equipe de saúde e a comunidade, pois simultaneamente faz parte da equipe e do seu território de atuação. Uma das potencialidades inerentes ao trabalho do ACS está na possibilidade de superação da dicotomia existente entre os saberes técnicos e os saberes populares, em direção a construção de discursos que promovam compreensões e vivências ampliadas do conceito de saúde (Maciazeki-Gomes et al., 2016).

No que diz respeito ao saneamento, mesmo com a presença de poços em todas as comunidades quilombolas, ainda se enfrentam dificuldades para a obtenção desse recurso por todos os comunitários, pois a água não é fornecida continuamente e sim em alguns períodos do dia para que as bombas dos poços não sejam sobrecarregadas e consequentemente danificadas. Diante desse desafio, a população quilombola do Rio Andirá vê na captação da água do rio uma solução para o problema do abastecimento insuficiente de água, que acaba sendo utilizada não apenas para o banho e lavagem de roupas e de louça, mas também para o consumo humano. Essa forma de obtenção de água apresenta dificuldades significativas, especialmente durante o período de seca, momento em que as distâncias ficam maiores e que a ocorrência de doenças gastrintestinais aumenta. Para tentar diminuir os riscos de doenças veiculadas pela água, os ACS distribuem hipoclorito de sódio para a população, que nem sempre utiliza alegando sabor residual desagradável na água.

Quanto ao esgotamento, fossas rudimentares estão presentes na maioria das residências. Sobre o descarte de lixo, verificou-se que não há coleta de lixo, apesar do projeto de um “aterro” na comunidade, então os resíduos produzidos são eliminados através do aterramento ou da queima nos próprios quintais, sendo esta última forma um problema para idosos e crianças, devido a serem mais propensos a problemas respiratórios (Fiocruz, 2019).

PERCEPÇÕES SOBRE SAÚDE NO TERRITÓRIO QUILOMBOLA RIO ANDIRÁ

Como citado anteriormente, território é uma das categorias relevantes quando se trata de investigações com foco em comunidades tradicionais, principalmente quando se objetiva conhecer os grupos sociais que as constituem e suas relações com o ambiente.

Buscando compreender a referida categoria, as referências consultadas mostraram que essa categoria é múltipla. Milton Santos, geógrafo brasileiro, entre suas abordagens, define território como “conjunto indissociável do substrato físico, natural ou artificial, e mais o seu uso, ou, em outras palavras, a base técnica e mais as práticas sociais” (Santos, 2002, p. 87). De acordo com os autores Lima e Yasui (2014) constitui uma inseparabilidade estrutural, funcional e processual entre a sociedade e o espaço geográfico. Nessa perspectiva, Haesbaert (2004) aponta que território, desde a origem, nasce com dupla conotação, material e/ou funcional e simbólica, sendo material porque tem a ver com a dominação da terra e simbólica porque expressa o sentimento de apropriação, de identificação. Ainda de acordo com o referido autor, a distinção entre essa dominância funcional e essa dominância simbólica do território é feita por aqueles que o constroem, sejam eles indivíduos, grupos sociais/culturais, o Estado, empresas ou instituições, como a Igreja.

Partindo das significâncias referenciadas, aqui abordamos a categoria território pela face da dimensão vivida, que em sua multiplicidade também é referenciada entre outros termos, como território simbólico ou subjetivo. Cada grupo social se configura numa “territorialidade específica”, esta ocorre no território e se caracteriza pela apropriação, desenvolvimento de identidades, sentimento de pertencimento e de um modo mais geral, pode-se dizer que trata das relações das pessoas com o território onde vivem, como se organizam e dão significado ao mesmo. Schweickardt et al.

(2016) dizem que território é lugar de produção dos modos de vida e das condições de existência para as populações que compartilham histórias.

Para entender a relação da saúde com o ambiente no território investigado, partimos da ideia de que

(...) os territórios devem ser compreendidos como amálgamas entre as ações humanas (determinantes e condicionantes) e os ecossistemas preeexistentes (situação ambiental), resultando daí as condições de vida e saúde (Schweickardt et al., 2016, p. 116).

Na perspectiva da Ecologia, ambiente é entendido por Art (1998) como o conjunto de condições que envolvem e sustentam os seres vivos na biosfera, como um todo ou em parte desta, abrangendo elementos do clima, solo, água e de organismos. No entanto, essa definição parece insuficiente quando o enfoque está na relação de grupos humanos com o ambiente, ainda que estes estejam incluídos na biosfera, por essa razão se faz necessária uma definição mais epistemológica, como a de Leff (2012, p. 16) que explica: “o ambiente não é a ecologia, mas a complexidade do mundo; é um saber sobre as formas de apropriação do mundo e da natureza através das relações de poder que se inscreveram nas formas dominantes de conhecimento”. O ambiente não se limita apenas aos aspectos naturais e biológicos do mundo. Em vez disso, é um conceito mais amplo que engloba a complexidade do mundo em que vivemos, incluindo as interações entre os seres humanos, a natureza e as estruturas sociais.

Ainda de acordo com o mesmo autor, o ambiente vai além de ser apenas um objeto complexo. Ele engloba tanto a objetividade quanto a subjetividade, a exterioridade e a interioridade. É uma realidade imperfeita em sua existência e no conhecimento que se tem sobre ele. O ambiente não acumula conhecimento objetivo, não segue um método sistêmico ou adere a uma doutrina totalitária. Em vez disso, é composto por múltiplas identidades que formam uma nova racionalidade, que abraça diversas racionalidades culturais e abre caminhos para diferentes formas de vida (Leff, 2009).

Portanto, por entendermos que cada território traz em si uma especificidade e simultaneamente a complexidade da região da qual faz parte, buscamos compreender a partir dos atores sociais, como a relação com o ambiente produz saúde no território quilombola rio Andirá. Desta maneira a produção de dados se deu a partir de roda de conversa, na qual pedimos aos comunitários que respondessem, em uma targeta de papel, às seguintes questões - Quem são vocês? O que é saúde? O que não é saúde?

Somos remanescentes dos quilombos, parteiras, pescadores, administradores, artesãos, caçadores, curandeiros e, muitas vezes, somos discriminados pela sociedade (Comunitário).

Saúde é estar de bem com a vida, com os colegas da comunidade, ajudar as pessoas que precisam, brincar, dançar, estar disposto para o trabalho, ter uma boa alimentação, se sentir sempre alegre, se tem alegria, tem saúde (Comunitário).

Saúde é estar saudável para trabalhar, praticar esportes, fazer caminhadas e todas as atividades importantes para nossa vida e também aqui na nossa comunidade para ter uma vida saudável precisa ter bastante medicamento, água potável pra população, ter uma UBS pra nossa comunidade, no nosso entender é isso que é saúde (Liderança).

Não é saúde poluir os rios, destruir a natureza com queimadas, doenças, má alimentação, não ter onde morar, não ter o que comer, jogar lixo na mata, se sentir mal, indisposto, incapaz de trabalhar (Comunitário).

As respostas revelam que a noção de saúde do grupo social está relacionada à produção de vida e se mostra equiparada à definição de saúde da Organização Mundial de Saúde (OMS) e dos princípios do SUS, que considera a saúde não como ausência de doenças, mas também o bem-estar físico, mental, social e espiritual. Ou seja, uma noção ampla da saúde, balizada pelos condicionantes sociais que interferem diretamente nos modos de vida da população. A saúde está relacionada com um grupo bem organizado, que através da Federação das Organizações Quilombolas do Município de Barreirinha (FOQMB), fundada em 2009, a luta pela garantia da terra, atua no combate aos tipos de violência que estão mais expostos, como o racismo e seus desdobramentos, que comumente refletem na falta e/ou má distribuição de renda e acesso aos serviços de saúde e educação.

Uma expressiva consciência ambiental também é manifestada, entendida aqui como a noção de que é necessário conservar os recursos naturais, elementos indispensáveis para o sistema produtivo da comunidade, bem como para a reprodução da vida. Cuidar do seu ambiente é preservar, sobretudo, sua saúde. Ainda que essa consciência não represente o todo, é possível verificar que há uma noção de que as ações que incidem sobre elementos como a água, o ar e o solo têm efeitos sobre a saúde.

Durante a investigação, após uma liderança mencionar que para ter saúde no território era necessário ter acesso a muitos medicamentos e água potável, buscamos identificar como viver nesse território impacta na saú-

de das pessoas, que concordaram em apontar os problemas de saúde mais comuns. Inicialmente, essa informação nos deu a impressão de que viver nesse território significa estar mais propenso a ter problemas de saúde. No entanto, essa impressão foi desfeita quando percebemos que a influência do ambiente sobre a saúde das pessoas ocorre devido às eventualidades específicas do lugar.

Tomando como base a elaboração de Massey (2008), entendemos no contexto desta pesquisa, que eventualidades são transformações que ocorrem no espaço (território amazônico) e no tempo (ciclos naturais) que produzem efeitos sobre as vidas das pessoas. Desta forma, viver nesse território é estar suscetível a depender das eventualidades do lugar, a exemplo, o regime das águas, sendo comum nos períodos de seca e cheia do rio, surgirem doenças gastrointestinais, cujos principais sintomas são diarreia e vômito. Ou seja, as mudanças sazonais, podem influenciar a saúde das pessoas que vivem na região amazônica, aumentando o risco de doenças devido a fatores como a qualidade da água e outras condições ambientais relacionadas a essas mudanças. A contaminação da água durante a cheia dos rios se explica pelo aumento no volume de água, levando a uma maior mistura de águas provenientes de diferentes fontes, como esgotos, detritos e resíduos orgânicos.

As referências sobre a relação entre saúde e ambiente apresentam essencialmente, discussões em torno de problemas ambientais que interferem direta ou indiretamente na saúde dos grupos. De fato, diversos fatores ambientais, como os mencionados no parágrafo anterior, interferem no processo saúde-doença, mas não necessariamente podem ser denominados de problemas ambientais. A localização do território, por exemplo, não configura um problema ambiental, mas pode interferir na saúde das pessoas, como nos casos em que há necessidade de acesso aos serviços de saúde, especialmente nos de urgência e emergência.

Apesar dos relatos iniciais versarem sobre os problemas de saúde que ocorrem no território, como diarreia, febre e vômito, comuns por ocasião da seca e cheia do rio, bem como as intercorrências na saúde pela localização geográfica e ainda, sobre os recursos disponíveis para deslocamento quando se necessita de acesso aos serviços de saúde na sede do município, os comunitários entendem que viver num ambiente diferente dos centros urbanos representa maior qualidade de vida: “*pra gente ter uma vida saudável na natureza é muito fácil aqui [...] Menos poluição, respira o ar puro mesmo*”(Liderança da FOQMB).

A qualidade de vida reflete a percepção dos indivíduos de que suas necessidades estão sendo satisfeitas e que eles não têm negadas oportunidades para atingir a felicidade e a plenitude, com relação ao status físico de

saúde, ou as condições sociais ou econômicas (Pelicioni, 1998). Assim como o conceito de saúde proposto pelo SUS, a definição de qualidade de vida proposta por Pelicioni representa um horizonte, o ambiente esquadrinhado neste manuscrito, mesmo apresentando eventualidades que geram intercorrências no processo de produção de saúde é visto pelos comunitários como fonte de produção de vida e saúde.

REFLEXÕES SOBRE TERRITÓRIO E SAÚDE

Através das declarações dos atores sociais envolvidos na pesquisa, fica evidente a relevância do território e da obtenção do título de posse do mesmo. É notável que o território desempenha um papel fundamental na construção da identidade do grupo, sendo considerado um local de pertencimento que vai além de simples espaços físicos. A terra é vista como um recurso essencial para a produção e reprodução social da vida, pois é nela que são realizadas atividades econômicas, como a agricultura, que garantem a manutenção do grupo. Além disso, o território possui uma importância histórica e cultural significativa, pois é nele que ocorrem as transmissões dos valores éticos e morais, dos conhecimentos tradicionais e da preservação da ancestralidade.

Dessa forma, o título de posse da terra não é apenas uma questão fundiária, mas sim uma questão de preservação da identidade coletiva e da continuidade das práticas culturais e históricas. A obtenção do título de posse é uma luta constante para esses atores sociais, pois representa a garantia de seus direitos territoriais, o reconhecimento de sua história e o fortalecimento de sua identidade como grupo.

Para além da preservação da identidade coletiva, as comunidades quilombolas são partícipes na preservação ambiental, pois possuem conhecimentos tradicionais sobre o meio ambiente e práticas sustentáveis de uso da terra, haja visto que seus territórios muitas vezes, como é o caso do território quilombola rio Andirá, abrangem áreas de grande importância ecológica, como florestas, rios e outros ecossistemas. Ao preservar e manejar esses recursos naturais de forma tradicional, as comunidades quilombolas contribuem para a conservação da biodiversidade e para a promoção de práticas de sustentabilidade.

Sobre a sustentabilidade, Enrique Leff (2001) a caracteriza como uma nova racionalidade produtiva. Uma racionalidade que se baseia no reconhecimento e aproveitamento do potencial ecológico, bem como em novos conceitos de civilização que emergem a partir da diversidade cultu-

ral da humanidade. Essa definição enfatiza a necessidade de uma mudança fundamental na forma como produzimos e consumimos, levando em consideração os limites e as interações do meio ambiente.

Além disso, a referência à diversidade cultural do gênero humano destaca a importância de reconhecer e valorizar os conhecimentos, práticas e perspectivas das diferentes culturas. Isso implica em aprender com as abordagens tradicionais dos povos, desde os originários aos que surgiram com o advento da colonização europeia, no que diz respeito à relação com a natureza, buscando uma maior harmonia e equilíbrio entre as atividades humanas e os ecossistemas. E a saúde está intrinsecamente ligada a essa relação, sendo elemento fundamental para a qualidade de vida das pessoas, tendo em vista que para o alcance do bem-estar físico, mental e social o ambiente em que vivemos, incluindo o ar que respiramos, a água que consumimos, os alimentos que ingerimos e os espaços em que habitamos, tem um impacto significativo na nossa saúde. Minayo (1998) destaca que tudo o que diz respeito à relação entre saúde e ambiente é de grande relevância, pois a saúde humana é influenciada pelo ambiente em que vivemos, incluindo os aspectos físicos, químicos e biológicos que nos cercam.

Diante de tudo o que foi exposto compreendemos a importância de se considerar as perspectivas dos grupos sociais e valorizar o conhecimento local para a promoção da saúde e do bem-estar em comunidades tradicionais por diversos motivos, dentre os quais destacamos os saberes ancestrais e as práticas tradicionais que foram desenvolvidas ao longo de gerações, adaptando-se às condições específicas do ambiente. Esses saberes podem incluir técnicas de agricultura sustentável, uso de plantas medicinais, estratégias de conservação ambiental e formas de interação harmoniosa com a natureza. Valorizar esses conhecimentos locais possibilita diversas abordagens para a saúde e o bem-estar, complementando os sistemas de saúde convencionais e promovendo uma compreensão mais abrangente da saúde.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância do território para a população quilombola não é uma questão meramente fundiária, sendo a garantia do direito ao território uma forma de reparação histórica para as comunidades quilombolas, considerando que no Brasil a população negra amargou mais de trezentos anos de escravidão e ainda vive os efeitos desse período no seu cotidiano. Desta maneira, o reconhecimento e a titulação de seus territórios são mecanismos legais que visam assegurar seus direitos coletivos e garantem a posse e o

uso sustentável da terra, bem como o acesso a serviços básicos, como saúde, educação e infraestrutura. Portanto, o território desempenha um papel central na identidade, subsistência, preservação cultural e reparação histórica das comunidades quilombolas, sendo essencial para a sua autodeterminação e garantia de direitos.

A noção de qualidade de vida demonstrada pelos atores sociais revela a satisfação de necessidades básicas, ainda que sujeitas às eventualidades do território, como as mudanças sazonais no regime das águas que têm efeito tanto sobre o processo saúde-doença, quanto nos modos de vida. As distâncias aumentam e diminuem de acordo com os níveis da água, impactando no acesso à rede de serviços de saúde. Por isso, estamos falando de um território que está em permanente movimento e que se relaciona diretamente com os movimentos da população.

As redes estabelecidas por meio da família, comunidade e organização política promovem um cuidado compartilhado. Esse cuidado é fortemente enfatizado nas relações locais e com o ambiente, que serve como fonte de recursos para a sustentabilidade da vida nas comunidades quilombolas ribeirinhas e para o potencial do cuidado por meio das práticas tradicionais de saúde. Essas redes dinâmicas são formadas no território por meio de relações com o ambiente, onde é praticada a “medicina da floresta” baseada no uso oportuno dos recursos disponíveis.

Em suma, concluímos que ao longo de várias gerações, as comunidades negras do rio Andirá têm se manifestado no mesmo território geográfico, construindo seus territórios existenciais com base na dependência cultural dos recursos naturais, não como exploradores, mas como partícipes da natureza, transmitindo saberes e vivências alicerçados no conhecimento acumulado e na contínua relação com o ambiente.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. W. B. *Terra de quilombo, terras indígenas, "babaquais livre", "castanhais do povo", faxinais e fundos de pasto: terras tradicionalmente ocupadas*. 2. ed. Manaus: PGSCA-UFAM, 2008.
- ALMEIDA, A. W. B. *Quilombos e novas etnias*. Manaus: UEA Edições, 2011.
- ALMEIDA, A. W. B. et al. (Coord.) Mapeamento social como instrumento de gestão territorial contra o desmatamento e a devastação: processo de capacitação de povos e comunidades tradicionais. Quilombolas do rio Andirá: Santa Tereza do Matupiri, São Pedro, Trindade, Boa Fé e Ituquara/Barreiri-

nha, Amazonas. Fascículo 04. *Projeto de Pesquisa*. Manaus: UEA, 2014.

AMOROZO, M. C. M. uso e diversidade de plantas medicinais em Santo Antônio do Leverger, MT, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 16, n. 2, p.189-203, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062002000200006>

ART, W. H. *Dicionário de ecologia e ciências ambientais*. São Paulo: UNESP; Melhoramentos, 1998. 583p.

BRASIL. Decreto nº 4.887, de 20 de novembro de 2003. Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação demarcação e titulação de terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 20 abr. 2004. Seção 1, p.4.

FERNANDES, F. *A integração do negro na sociedade de classes*. 3. ed. São Paulo: Globo, 2008.

FIGUEIRA, C. L. A cultura do puxirum e o sentido comunitário na festa do Sairé em Alter do Chão (PA). In: XXVIII Simpósio Internacional de História. Florianópolis, 2015. Disponível em: http://www.snh2015.anpuh.org/resources/anais/39/1434419554_ARQUIVO_Textocompleto.pdf Acesso em: 17 maio 2023.

FIOCRUZ – FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Aumento de problemas respiratórios em crianças nas áreas de queimadas da Amazônia acarreta forte impacto para o SUS. *Assessoria de Comunicação do Instituto de Comunicação e Informação em Saúde*. 02 out. 2019. Disponível em: <https://www.icict.fiocruz.br/content/aumento-de-problemas-respirat%C3%B3rios-em-crian%C3%A7as-nas-%C3%A1reas-de-queimadas-da-amaz%C3%A9nia-acarreta> Acesso em: 15 maio 2023.

FREITAS, D.; CABALLERO, A. D.; MARQUES, A. S.; HERNÁNDEZ, C. I. V.; ANTUNES, S. L. N. O. Saúde e comunidades quilombolas: uma revisão da literatura. *Revista CEFAC*, v. 13, n. 5, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-18462011005000033>

FREITAS, J. M. B.; SCHWEICKARDT, J. C.; FERLA, A. A.; HEUFEMANN, N. E. C. Saúde numa comunidade quilombola da Amazônia. In: FERLA, A. A. *Atenção Básica na Amazônia: Saberes e Práticas para o Fortalecimento do SUS*. Porto Alegre: Rede Unida, 2019.

HAESBAERT, R. Dos múltiplos territórios à multiterritorialidade. In: *I Seminário Nacional sobre Múltiplas Territorialidades*, promovido pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRGS, Curso de Geografia da

ULBRA e AGB. Porto Alegre, em 23 de setembro de 2004. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/petgea/Artigo/rh.pdf> Acesso em: 20 fev. 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo demográfico 2010. Tabela 2094 - população residente por cor ou raça e religião*. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/2094> Acesso em: 05 ago. 2020.

LEFF, E. *Saber Ambiental* – sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis: Vozes, 2001.

LEFF, E. Complexidade, Racionalidade Ambiental e Diálogo de Saberes. *Educação e Realidade*, v. 34, n. 3, p 17-24, 2009.

LEFF, E. *Aventuras da epistemologia ambiental: da articulação das ciências ao diálogo de saberes*. São Paulo: Cortez, 2012.

LIMA, E. M. F. A.; YASUI, S. Territórios e sentidos: espaço, cultura, subjetividade e cuidado na atenção psicossocial. *Saúde debate*, v. 38, n. 102, p. 593-606, 2014. <https://doi.org/10.5935/0103-1104.20140055>

MACIAZEKI-GOMES, R. C.; SOUZA, C. D.; BAGGIO, L.; WACHS, F. O trabalho do agente comunitário de saúde na perspectiva da educação popular em saúde: possibilidades e desafios. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 21, n. 5, p. 1637-1646, 2016. <https://doi.org/10.1590/1413-81232015215.17112015>

MASSEY, D. *Pelo espaço: uma nova política da espacialidade*. Rio de Janeiro: Bertrand, 2008.

MINAYO, M. C. S. Saúde e Ambiente no Processo de Desenvolvimento. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 3, n. 2, 1998. <https://doi.org/10.1590/S1413-81231998000200001>

O'DWYER, E. C. (Org.) *Quilombos: identidade étnica e territorialidade*. Rio de Janeiro: FGV, 2002.

PELICIONI, M. C. F. Educação ambiental, qualidade de vida e sustentabilidade. *Saúde e Sociedade*, v. 7, n. 2, p. 19-31, 1998. <https://doi.org/10.1590/S0104-12901998000200003>

RANCIARO, M. M. M. A. *Os cadeados não se abriram de primeira: processos de construção identitária e a configuração do território de comunidades quilombolas do Andirá (Município de Barreirinha - Amazonas)*. Tese (Doutorado em Antropologia Social) – Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016. Disponível em: <http://tede.ufam.edu.br/handle/tede/5640> Acesso em: 04 ago. 2017.

ROCHA, J. M.; CORREA, M. Andirá: diálogos interdisciplinares para uma história social do movimento quilombola do rio Andirá, fronteira Amazonas/Pará. In: *III Seminário Internacional em Sociedade e Cultura na Pan-Amazônia*. Manaus, 2018. Anais. Disponível em: <https://doity.com.br/media/doity/submissões/artigo-fadc70c9e3230253456e2ee34b5723e3aedb-52-arquivo.pdf> Acesso em: 29 abr. 2019.

ROMAGNOLI, R. C. A cartografia e a relação pesquisa e vida. *Psicologia & Sociedade*, v. 21, n. 2, p. 166-173, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-71822009000200003>

SANTOS, M. *O país distorcido: o Brasil, a globalização e a cidadania*. São Paulo: Publifolha, 2002.

SCHWEICKARDT, J. C.; LIMA, R. T. S.; SIMÕES, A. L.; FREITAS, C. M.; ALVES, V. P. Território na atenção básica: abordagem da Amazônia equidistante. In: CECCIM, R. B. et al. *Informes da atenção básica: aprendizados de intensidade por círculos em rede (Prospecção de Modelos Tecnoassistenciais na Atenção Básica em Saúde)*. v. 1. Porto Alegre: Rede Unida, 2016.

15

Produção do cuidado em saúde no território líquido amazônico: o que podem as redes vivas?

Josiane de Souza Medeiros
Júlio César Schweickardt
Fabiana Mânicia Martins

OS AFLUENTES QUE FORMAM OS RIOS DA PESQUISA

Este capítulo trata-se de parte integrante dos resultados do projeto denominado *O acesso da população ribeirinha à rede de urgência e emergência no Estado do Amazonas*, entre 2018 e 2020. O projeto foi contemplado pelo Programa de Pesquisas para o SUS (PPSUS) e financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam). Teve como objetivos descrever o perfil epidemiológico das regiões de saúde do Triângulo (Médio rio Solimões) e Baixo rio Amazonas; descrever a rede de saúde e a distribuição das equipes de profissionais dos municípios nas duas regiões analisadas; analisar a capacidade instalada das urgências básica na atenção à saúde dos municípios; mapear os fluxos da população ribeirinha no uso da Rede de Urgência e Emergência; analisar a micropolítica da gestão do trabalho e do cuidado das equipes de saúde ribeirinha e fluvial na relação com a Urgência e Emergência. O projeto de pesquisa foi devidamente submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e teve parecer consubstancialmente aprovado com número CAEE 99460918.3.0000.5020.

Partindo do segundo objetivo do projeto, nos deteremos em analisar cenas e narrativas vivenciadas pelos trabalhadores de saúde do mu-

nicípio de Tefé/AM de como as redes vivas agem, tecem e produzem cuidado nos territórios líquidos e ribeirinhos das amazôncias. Desse modo, o capítulo está organizado em quatro partes. A primeira, envolve a discussão de alguns conceitos que em nossa viagem chamamos de afluentes. A segunda trouxe os percursos metodológicos pela perspectiva qualitativa. Na sequência, são apresentadas algumas cenas que emergiram do cotidiano dos trabalhadores de saúde em suas práticas no território ribeirinho que nos convocam a discutir, refletir e pensar a produção do cuidado por meio das redes vivas nesses territórios. E por último, os autores se propõem a tecer considerações sobre alguns ensinamentos das redes vivas e do que elas podem, especialmente em relação com as especificidades do território ribeirinho Amazônico.

Assim como um rizoma que se porta de modo aberto, com diferentes entradas e saídas, sem seguir uma ordem e num constante movimento (Deleuze; Guattari, 2011), escrevemos este texto como um caminhante na floresta atendo aos sinais das árvores, ao barulho das folhas, aos sons dos animais. Escrevemos como um navegador nos rios da Amazônia que embora saiba o percurso precisa ficar vigilante aos bancos de areia¹, aos troncos de árvores, as curvas, aos banzeiros² que surgem em suas viagens pelos rios.

Imaginem que os autores deste texto embarcaram em uma viagem pelos rios das amazôncias brasileiras, navegando com alguns de seus afluentes como territórios ribeirinho, território líquido, redes vivas, cuidado, povos e conhecimentos tradicionais, que se juntam, se misturam e se encontram nos trazendo a essa pesquisa. Um texto que vagueia, que busca metaforiar com os elementos desses territórios, que deriva de forma nômade pelas trajetórias e experiências com esses territórios e pessoas que os habitam, produzindo um texto corpo-água-rio em saúde.

Em nossa viagem, ao navegarmos por esses rios, nos encontramos com o afluente **amazôncias**. Ao decidirmos pesquisar as redes de cuidado em saúde na Amazônia, faz-se necessário falarmos um pouco deste território específico. Nos referimos as amazôncias, no plural, tentando fazer dobras no pensamento dominante de conceber a Amazônia de forma homogênea.

Para quem nunca viveu a Amazônia pode se deixar capturar facilmente pelo discurso homogeneizador sobre esse território tais como: tapete verde, vazios demográficos, lugar distante de tudo, lugar das ausências,

¹ São “praias” que surgem nas regiões rebaixadas do Rio Solimões no período de vazante e seca.

² Banzeiro é um termo amazônico para descrever o movimento das águas dos rios provocado pelas embarcações e pelo movimento natural das águas.

etc. No entanto, quem fala e olha de dentro da Amazônia vai falar de uma experiência com diferentes amazôncias não apenas pela perspectiva de suas biodiversidades, contribuindo diretamente para o equilíbrio dos ecossistemas global (Domingos; Gonçalves, 2019).

As amazôncias carregam uma multiplicidade que se expressam por meio de suas diversidades de terras, águas, temporalidades, sons, cheiros, línguas, culturas, ciclos naturais, modelagens de embarcações, de conhecimentos tradicionais, de povos, de gentes, de humanos e não humanos. Nesse sentido é limitante falar sobre a Amazônia em termos de “vazios demográficos” e “homogeneidade”. Pelo contrário, precisamos falar em amazôncias complexas, dinâmica, heterogênea, potente, com diferentes maneiras de uso de seus territórios.

Seguimos nossa viagem, e ao navegar com essas multiplicidades das amazôncias nos encontramos com o afluente **território líquido** que se mistura, conecta com os outros afluentes. Martins (2021) chama atenção para o fato de que inicialmente a expressão território líquido era empregada no sentido de uma imagem metafórica ao se referir às especificidades dos territórios amazônicos, especialmente suas águas. Contudo, a autora acrescenta que território líquido vem se desenvolvendo, ampliando e como um rio se avolumou e transbordou para uma categoria analítica, pedindo outras passagens, fluxos e conexões.

A partir dessa ampliação a categoria território líquido assume para além de suas conexões com as águas abundantes nas amazôncias, outras conexões como o entendimento de que as águas não são obstáculos, barreiras, problemas, mas conexão entre pessoas, serviços, cuidados e políticas públicas. Conexões no sentido de que o território líquido imprime um modo de viver, de se relacionar com a natureza, de produzir cuidado e saúde, outros modos de andar a vida nessas amazôncias. Conexões em produzir rachaduras nos modos de pensar a Amazônia como sendo uma coisa estática, pensar pela perspectiva do território líquido é olhar para essas amazôncias de maneira viva, pulsante, dinâmica, a partir de uma compreensão de que as coisas, casas, terras, águas, serviços, as pessoas estão num constante banzeiro se movimentando o tempo todo (Martins, 2021; Medeiros, 2020; Schweickardt et al., 2019).

Outro afluente que se juntou à nossa viagem foi o dos **povos tradicionais** e seus conhecimentos. Como dito anteriormente, as diversidades das amazôncias não se traduzem apenas em seus recursos naturais. Temos ainda a diversidade sociocultural, pois vivem nesses territórios diferentes povos, como os indígenas, ribeirinhos quilombolas, erveiros, parteiras, benzedores, caboclos, pescadores, seringueiros, castanheiros, vazanteiros, dentre outros.

Esses povos estão presentes e organizam suas vidas nos diferentes territórios amazônicos. Embora cada povo tenha suas especificidades e seus modos de vida e uso desses territórios, não podemos olhá-los de maneira separada, isolada e polarizada, pois se misturam de diferentes maneiras. Desse modo, um povo indígena pode ter seus modos de vida mediado pelos rios, um povo quilombola pode ter o domínio da pesca em suas práticas econômicas, uma parteira tradicional pode ser uma benzedeira e ter o conhecimento das ervas, etc.

Embora haja toda essa diversidade entre os povos, alguns pontos se aproximam e ajudam a caracterizá-los como povos tradicionais, tais como: Movimento político de características étnicas; ocupação econômica e gênero; relações familiares e comunais; ligação com o território; saberes da natureza, conhecimentos tradicionais e transmissão oral; ancestralidade, cosmologia, sagrado, espiritualidade e epistemologias plurais; resistência aos grandes projetos de desenvolvimento econômico (CFP, 2019). Esses povos usam e vivem os territórios das amazôncias imprimindo sua cultura, suas línguas, suas práticas, cosmologia, crenças, tradições e modos de existir (Schweickardt et al., 2019).

É importante não esquecermos que esses povos juntos com aqueles originários da Afrodiáspora tiveram em sua formação a violência estrutural da colonização. Assim, foi engendrado uma espécie de organização global do poder, de ciência, do conhecimento, de verdades, do trabalho usando critérios étnicos-raciais e de gênero para sustentar o modelo globalizado de modernidade capitalista colonial (Mignolo, 2017). Para os povos tradicionais, ao longo da história, tal modelo hegemônico centralizado nos povos europeus, se traduziu em expropriação, escravização, extermínio, epistemocídio, violência e morte (Fernandes; Gonçalves; Silva, 2022).

No entanto, esses povos continuam existindo e reexistindo, produzindo conhecimentos tradicionais e ancestrais que resistem a esse modelo capitalista colonial e no caso dos territórios amazônicos, esses conhecimentos são decisivos para os modos de vida das pessoas, incluindo a produção do cuidado em saúde. Nesse sentido, as redes vivas formadas por esses povos e seus conhecimentos assumem uma centralidade nesse texto, como veremos mais adiante.

Em relação a saúde, as complexidades e especificidades das amazôncias foram motivos para historicamente a atenção à saúde por parte do Estado aos povos tradicionais terem sido negligenciadas e invisibilizadas (Schweickardt; Martins, 2017). Mesmo com a implantação do Sistema de Único de Saúde (SUS) nos anos 90 e sua ampliação ao longo desses 30 anos, no que tange às populações do campo, da floresta e das águas, incluindo

os ribeirinhos, o direito à saúde mostra-se muito desigual em relação às médias e grandes cidades do Brasil. Existe ainda entre as populações ribeirinhas altos índices de pobreza, analfabetismo, falta de acesso ao saneamento básico e dificuldades no acesso aos serviços de saúde em todos os níveis, relacionados com destruição dos recursos naturais da floresta e as iniquidades na distribuição de renda no Brasil (Domingos; Gonçalves, 2019; Gama et al., 2018; Pessoa; Almeida; Carneiro, 2018).

Contudo, neste texto assumimos o posicionamento político e epistemológico das presenças, em resistência às ausências que sempre foram tão constantes nos territórios amazônicos. Assim, com esse texto queremos provocar movimentos que valorizem, promovam e potencializem as presenças dos territórios, dos conhecimentos, das pessoas que sempre existiu, mas na realidade amazônica por muito tempo foram invisibilizadas pelo saber científico hegemônico.

Com o compromisso de falarmos das presenças, entra no nosso barco o afluente **Redes Vivas**. Ao abordarmos o cuidado em saúde, colocamos as redes como sendo decisivas nesse processo. Como destacam Maximino et al. (2017), sua importância está tanto nas redes oficializadas pelos sistemas, políticas públicas e serviços de saúde, tidas como Redes de Atenção à Saúde (RAS), as redes formais, quanto nas redes vivas, tidas como informais. No caso da saúde dos povos ribeirinhos, destacamos especialmente a incorporação da Equipe de Saúde da Família Ribeirinha (eSFR) e Equipe de Saúde da Família Fluvial (eSFF), bem como o dispositivo das Unidades Básicas de Saúde Fluvial (UBSF) na Política Nacional de Atenção Básica (Brasil, 2017). Assim, de forma inédita, esses dispositivos inauguram no SUS uma política que regulamenta e inclui orientações específicas para o atendimento em saúde das populações ribeirinhas, sendo uma significativa conquista para esses povos.

Ao discutir a produção do cuidado nas redes de serviços formais em saúde, Merhy (2013) aponta para uma prática que tende a ser pautada, frequentemente, por uma intensa centralidade em suas próprias lógicas de saberes, supervalorizando suas técnicas, protocolos e procedimentos. Tais lógicas sobrepõem às experiências, às histórias de vida, os saberes que dispõem os usuários que tentam adentrar essas redes, trazendo dureza para as relações nos serviços.

Essas redes formais em todos os seus níveis de atenção primária, secundária e terciária terão suas estruturas perpassadas e atravessadas pelas redes vivas. Isso se dá o tempo todo porque os usuários são em si redes de conexões existenciais que produzem outros modos de cuidado que estão em disputas com diferentes formas e lógicas de existir, muitas vezes sendo

impostas pelos trabalhadores de saúde, pelos serviços e instituições (Merhy et al., 2016).

Nesse sentido, ao nos referirmos às redes vivas em saúde, estamos necessariamente falando da produção do cuidado para além das redes instituídas formalmente pelas RAS. Assim, redes vivas são construções de redes outras, forjadas, performadas, conectadas pelos usuários na produção de seu próprio cuidado, por meio de suas vivências, experiências, encontros e afetos que se materializam nos territórios que habitam, circulam e existem. Elas são apoiadas em conexões diversas, por isso não são fixas, nem protocolares, nem está dada a priori e nem acabada, pelo contrário se produz a todo momento em abertura de conexões com tudo que gera vida (Merhy et al., 2016; Peixoto; Lira, 2021).

Partindo da compreensão de que as redes vivas são conexões diversas, Araújo e Schweickardt (2018) dizem que todos nós assumimos um elo de uma complexa rede de relações vivas, múltiplas que podem ser as redes familiares, de vizinhança, de amizade, espiritual, de trabalho, da saúde, dos movimentos sociais, das parteiras, pegadores de dismuntiduras, rezadores, e tantas outras que participamos. São nos encontros com essas redes vivas e nos territórios existenciais que a vida acontece.

Pensar as redes vivas em saúde nos territórios amazônicos, onde historicamente os serviços de saúde estruturaram-se com pouco diálogo e identificação com a realidade desses territórios, assume uma importância maior neste estudo por tratar do acesso à saúde das populações ribeirinhas. Nos indagamos como as redes vivas podem produzir o cuidado em um território marcado pelo discurso da ausência? De que modos essas redes vivas se conectam com esse território ribeirinho mediado pelos rios? Que tecidos e conexões se apresentam no diálogo dessas redes vivas com as equipes de saúde ribeirinhas?

ATRACAMOS NO PORTO DE TEFÉ/AMAZONAS E MAIS GENTE ENTROU NO BARCO

Em nossa longa viagem pelo Rio Solimões, depois de passar pelas águas dos municípios de Manaus, Iranduba, Manacapuru, Anamã, Anori, Codajás, Coari atracamos em Tefé. A pesquisa citada na seção anterior teve como cenário seis municípios da Região de Saúde do Médio Rio Solimões e cinco municípios da Região de Saúde do Baixo Rio Amazonas. No caso deste capítulo, estamos abordando os resultados do município de Tefé localizado na Calha do Médio Rio Solimões no Estado do Amazonas. A Figura 1 mostra a

localização do município de Tefé, sua rede hidrológica, suas enormes reservas florestais, suas terras indígenas e suas dimensões territoriais urbana e rural.

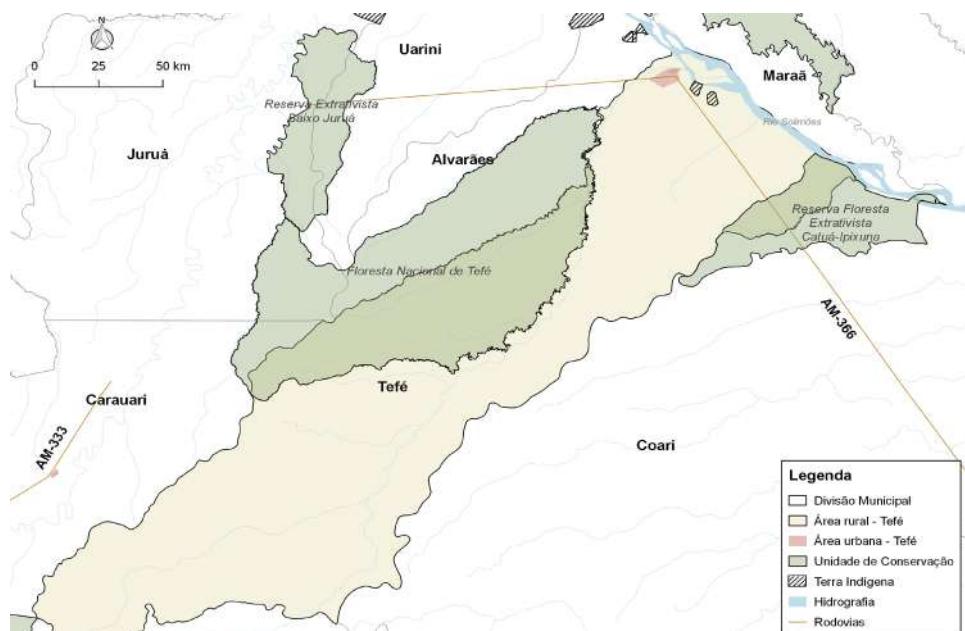


Figura 1 – Mapa do município de Tefé/AM

Fonte: SEMSA (2018).

O município de Tefé localiza-se às margens do Lago de Tefé e tem a cidade de Tefé como sede administrativa. Em termos de distâncias a Manaus, capital do Amazonas, fica a 523 km em linha reta e 633 km por via fluvial. É o vigésimo quarto município do Estado em extensão territorial, ocupando uma área de 23.692,223 Km², com uma população estimada em 59.250 habitantes, sendo 11.418 vivendo em localidades e comunidades ribeirinhas (IBGE, 2021).

O acesso ao município se dá somente por via fluvial ou aérea. Saindo de Manaus existem três maneiras de se chegar ao município de Tefé. A primeira, mais acessível economicamente à população em geral, é o deslocamento de barco de grande porte, conhecido popularmente como recreio³,

³ São barcos de grande porte considerados um dos principais meios de transporte na Amazônia. Podem ser constituídos a partir de uma combinação de materiais como madeira, ferro, aço, fibra de vidro e alumínio. Entre tripulação e passageiros, esse tipo de embarcação transporta aproximadamente 600 pessoas.

que leva aproximadamente 48 horas de viagem. Uma segunda possibilidade é por meio de lanchas velozes, chamadas de “ajato” ou expresso, nessa modalidade de transporte o tempo de viagem é de 13 horas. A terceira é por via aérea, tendo em vista que Tefé é uma das poucas cidades do Amazonas que conta com aeroporto e com voos semanais que tem duração em média de 45 minutos.

O município se apresenta como um polo regional estratégico do Médio Solimões por vários motivos, sendo o mais importante sua localização central em relação ao Rio Solimões que o torna o principal nó de rede para circulação de pessoas e produtos (Queiroz, 2022). Assim como na maioria dos municípios do Amazonas, Tefé apresenta estação chuvosa bem definida e distribuídas no inverno e verão, caracterizando o ciclo hidrológico dos rios (enchente, cheia, vazante e seca). Além disso, aos arredores do município estão localizadas duas das maiores Reservas de Desenvolvimento Sustentável do país: Mamirauá e Amanã, contando mais de 3 milhões de hectares de Floresta Amazônica (IDSM, 2023).

Em relação à saúde, o município também assume centralidade e é decisivo para a gestão e assistência na Região de Saúde do Médio Solimões. Além dos serviços e dispositivos em saúde instalados na cidade de Tefé, na época da pesquisa havia todo um investimento e mobilização para garantir assistência à saúde das populações nos territórios ribeirinhos de Tefé.

O município não tem ligação por estradas, sendo o acesso predominantemente por via fluvial, apresentando uma extensa rede hidrográfica. Dessa forma, a saúde ribeirinha de Tefé se organiza por Área de Saúde Ribeirinha, que geralmente têm suas localidades e comunidades distribuídas conforme calhas de rios e lagos. Ao todo, o território ribeirinho conta com cinco áreas de saúde, denominadas áreas 10, 11, 14, 19 e 21.

Essas cinco áreas dispõem de duas Unidades Básicas de Saúde (UBS), sendo uma UBSF, um Posto de Saúde e 17 Unidades de Apoio com 21 embarcações de pequeno porte. Nesses estabelecimentos de saúde estão vinculadas cinco Equipes de Saúde da Família com Saúde Bucal (eSFSB), destas quatro são eSFR e um eSFF, um Núcleo de Apoio à Saúde da Família (NASF) para atender 11.418 pessoas cadastradas (Moreira et al., 2019).

OS AFLUENTES DOS PERCURSOS METODOLÓGICOS

A partir desse território que foi apresentado e tendo o entendimento de que a produção do cuidado acontece em redes, sejam elas institucionais e formais ou redes vivas com grande potência criativa e inventiva. O estudo

é de cunho compreensivo e descritivo, com uma abordagem qualitativa sobre as redes vivas como produtoras do cuidado em conexão com as equipes de saúde que atuam nos territórios ribeirinhos de Tefé. Como ferramenta metodológica foi utilizado mapas falantes, observação participante e entrevistas semiestruturadas.

Em relação aos mapas falantes, estes são construções coletivas dos participantes da pesquisa. Tal ferramenta se mostra inventiva, acessível e potente para se discutir, refletir e mapear dificuldades e potências nos territórios cotidianos das pessoas. Trabalhar com mapas falantes possibilitam que as pessoas desenvolvam suas percepções, ideias, crenças acerca de determinado fenômeno vivenciado comunitariamente, reunindo um conjunto de imagens, desenhos, palavras, fotos e outros recursos ilustrativos (Medeiros; Schweickardt; Martins, 2022; Santos; Pekelman, 2008).

A produção prática dos mapas falantes envolve etapas como lançamento de questões norteadoras da pesquisa para o grupo, discussão acerca dos territórios dos sujeitos envolvidos, subdivisão dos grupos, representação gráfica por meio de desenhos, exposição e narrativas sobre os desenhos (Rocha, 2018; Toledo; Pelicioni, 2009). Para a produção deste capítulo focaremos na última etapa mencionada.

Uma das questões norteadoras para a produção dos mapas falantes foi: Há nos territórios ribeirinhos que vocês atuam pessoas de destaque na produção do cuidado em saúde como benzedor, parteira, rezador, curandeiro, erveiros, dentre outros? Desse modo, após terem desenhado seus mapas falantes, os participantes foram convidados a narrá-los destacando a existência dessas redes vivas, bem como acontecia a produção do cuidado por elas.

No que se refere às entrevistas, foi aproveitado uma de suas perguntas que se reportavam justamente às redes vivas, onde era perguntado se os ribeirinhos recorriam a outras formas de produção do cuidado por meio de parteiras, rezas, plantas medicinais, garrafadas, pegadores de dismínduras, por exemplo.

Os mapas falantes foram narrados apenas pelos Agentes Comunitários de Saúde (ACS) das áreas ribeirinhas e as entrevistas foram realizadas juntos aos ACS e demais trabalhadores de saúde das eSFR e eSFF como médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem e de saúde bucal, assistente social, psicólogo, bem como gestores (secretária, coordenadora, diretora) e gerentes de Unidades. Os áudios das narrativas dos mapas falantes e das entrevistas foram transcritos na íntegra. Em seguida, buscou-se extrair do material transscrito narrativas e cenas sobre as redes vivas agindo como produtoras do cuidado no território ribeirinho.

Não pretendemos classificar as pessoas e suas práticas tradicionais em tipologias, tendo em vista que reconhecemos que todo tipo de classificação dentro do universo dos povos e conhecimentos tradicionais tende a reduzir suas complexidades e multiplicidades. Contudo, para melhor compreensão e identificação dessas pessoas como produtoras de redes vivas e de cuidado, apresentamos neste texto de maneira separada, mas com a clareza que as práticas dessas pessoas agregam tantas outras.

CENAS DO CUIDADO EM SAÚDE AS MARGENS DOS RIOS DE TEFÉ

Dessa forma, transformamos as narrativas dos trabalhadores de saúde em cenas sobre a produção do cuidado das parteiras, dos pegadores de dismuntiduras e dos rezadores, categorias estas, reconhecidas nas comunidades ribeirinhas de Tefé. As cenas do cuidado são apresentadas de forma entrelaçada com a discussão.

Cena 1 – O Agente Comunitário de Saúde como auxiliar da parteira nas casas flutuantes

Em um dos encontros com o ACS Curumitá, que teve a duração de uma hora, emergiu de sua atuação na microárea de saúde formada exclusivamente por casas flutuantes no Lago de Tefé a Cena 1:

Curumitá nos conta que em uma de suas visitas como ACS, ao chegar à casa de uma grávida a encontrou em trabalho de parto. Ao se deparar com essa cena, deixou as duas crianças maiores cuidando da mãe e com medo da criança de dois anos cair na água, colocou-a na sua canoa rabeta⁴ e dirigiu até a casa flutuante de uma das parteiras dessa microárea. Ao chegar, a parteira estava terminando de almoçar para ir até a cidade de Tefé, imediatamente relatou o caso e disse que precisava que ela fosse com ele até a casa da grávida para fazer o parto, pois não iria dar tempo levá-la ao Hospital Regional de Tefé (HRT). A parteira só fez lavar as mãos, pois estava almoçando, embarcou na canoa rabeta de Curumitá e foram para a casa da grávida. Chegando lá, a parteira pediu que a grávida se deitasse, fez algumas técnicas de relaxamento e em questão de minutos o bebê nasceu. Durante o parto e pós-parto, Curumitá seguia

⁴ A rabeta é um motor de 5,5 HP que utiliza uma hélice presa em um ferro longo se assemelhando a um rabo. A rabeta é instalada geralmente nas canoas, sendo muito utilizada nos rios da Amazônia.

as orientações da parteira quando esta pedia que esterilizasse suas mãos com álcool, na hora de cortar o cordão umbilical solicitou que ele esterilizasse a tesoura na chama do fogão, orientou para amornar a água e colocar um pouco de álcool para dar o primeiro banho no bebê. Curumitá conta que como ACS, nessa cena foi o auxiliar da parteira (Autores, a partir das narrativas de Curumitá).

A Cena 1 se passa em uma comunidade flutuante localizada no Lago de Tefé (Figuras 2 e 3). Encontra-se nesta comunidade oficinas, estaleiros e metalúrgicas que oferecem serviços exclusivos para o setor de transporte fluvial. Temos ainda os frigoríficos que recebem o pescado dos ribeirinhos, os pontões (que são postos de gasolina aquáticos), igrejas, restaurantes, hotéis e comércios, tudo flutuante.

Neste território flutuante moram aproximadamente 502 pessoas que também apresentam em seus modos de vida características flutuantes. São famílias de pescadores, ribeirinhos que apresentam certo nomadismo, indígenas de três etnias diferentes, essas famílias mudam suas casas flutuantes conforme o ciclo dos rios. O dinamismo deste território é tão intenso, que a Secretaria Municipal de Saúde (SEMSA) a delimitou como uma microárea de saúde exclusiva. As famílias que moram nesta comunidade flutuante são atendidas pela eSFR e tem a UBS terrestre Irmã Adonai como referência e o HRT para situações de urgência e emergência.



Figura 2 – Mapa falante da comunidade flutuante, onde se deu a Cena 1

Fonte: Agente Comunitário de Saúde que atua na comunidade (2019).



Figura 3 - Comunidade flutuante, onde se deu a Cena 1

Fonte: Fabiana Mânicá (2019).

Voltando à Cena 1, nos perguntamos quem são as parteiras tradicionais? Esta pergunta aparentemente simples, carrega consigo uma multiplicidade de denominações, tendo em vista que existem parteiras indígenas, ribeirinhas, quilombolas e até mesmo urbanas. Adota-se neste texto a categoria parteira tradicional compartilhado por autores como Gusman, Rodrigues e Villela (2019); Silva, Dias-Scopel e Schweickardt (2020), que as denominam como mulheres que oferecem assistência às grávidas antes, durante e pós-parto. Elas oferecem assistência ao parto domiciliar, tendo seus saberes e práticas tradicionais como base para o cuidado à parturiente e ao bebê, tendo o reconhecimento comunitário.

Que teçumes, conexões e cuidado a Cena 1 nos revela? De imediato, já nos revela como a presença das parteiras e suas práticas são extremamente importantes, especialmente para os territórios específicos das amazôncias. Essa importância também é destacada no trabalho de Oliveira, Peralta e Sousa (2019) quando analisaram as atividades de partejar entre as moradoras de uma Unidade de Conservação no Amazonas. Os autores destacam que as parteiras tradicionais têm papel essencial na saúde reprodutiva das mulheres, especialmente aquelas que se encontram distantes dos centros urbanos.

A Cena 1 nos revela ainda as conexões e tramas entre o ACS e a parteira. Tal cena fez emergir o encontro potente em ato, o primeiro como representante das redes formais e dos serviços de saúde, a última das redes vivas

em si e em seu território, ambos tendo como fio condutor o cuidado como acontecimento para aquela grávida que se encontrava em trabalho de parto.

Para situar o leitor, precisamos puxar alguns fios dessa rede que já haviam sido tecidos entre o ACS e a parteira que facilitaram e potencializaram o cuidado a grávida. Em seu processo de trabalho na microárea das casas flutuantes, o ACS não se prendeu apenas ao seu fazer técnico enquanto trabalhador da eSFR, ele ampliou sua caixa de ferramenta ao mapear em sua agenda pessoal todas as parteiras que haviam nesta microárea (ao todo três parteiras, sendo uma indígena), destacando o nome, a idade e se ainda atuavam como parteiras, além de identificar quais casas flutuantes poderia encontrá-las.

Este mapeamento prévio do ACS foi crucial para que ele identificasse rapidamente a parteira e a levasse até a grávida. Durante nossa conversa o ACS não mostrou em momento algum desconforto em ter sido o auxiliar da parteira, como ele próprio se denominou, pelo contrário, demonstrava alegria ao narrar as vivências com a parteira e a grávida, disse que foi uma das coisas mais linda que vivenciou. Não vemos na cena as práticas da parteira sendo regulada ou limitada pelo ACS, que naquele momento representava a equipe de saúde e as RAS, essa cumplicidade ao operarem o cuidado à grávida e ao seu bebê foi facilitada pela proximidade e conhecimento do território que já havia antes dessa cena, isso se traduzia no fato de o ACS saber o nome da parteira, onde ela morava e se ainda atuava.

O ACS fala da sua surpresa em ver a facilidade com que a parteira partejou, recorrendo a práticas simples e manobras que fizeram com que rapidamente o parto humanizado acontecesse. Talvez a surpresa do ACS ganhe força no fato de que o parto ao ser deslocado para o ambiente hospitalar deixe de ser visto como um processo natural e tenha se tornado um evento quase patológico, conforme afirma (Soares et al., 2016).

Embora haja uma predominância dos partos hospitalares no Brasil, o que vimos nesta cena em plena era das profissões, da fragmentação do cuidado, da profissionalização da vida, da perda da autonomia da grávida, da assimetria dos saberes, as parteiras existem e reexistem em suas práticas tradicionais, que aos olhos do ACS, nesta cena pareceu simples, mas se mostram complexos, acolhedores e eficientes.

Cena 2 – Pegadores de dismuntiduras: “o ortopedista das comunidades”

Durante o encontro para as narrativas dos mapas falantes da área 14 ribeirinha, os trabalhadores da eSFR que atuam nesta área narraram a Cena 2 sobre os cuidados produzido pelos pegadores de dismuntiduras:

Os trabalhadores de saúde falam sobre um morador da comunidade São Francisco do Piranhal que tem conhecimento em massagear e puxar os corpos de pessoas que apresentem dores e machucados, além de pegar dismuntiduras e colocar ossos no lugar. Este pegador de dismuntiduras é muito conhecido e requisitado tanto pelos moradores de São Francisco do Piranhal quanto pelas outras comunidades da área 14. Até mesmo os trabalhadores de saúde recorrem aos cuidados do pegador. O enfermeiro nos conta que na véspera de uma de suas viagens para a área ribeirinha, sua cadela trançou em suas pernas fazendo com que caísse por cima do braço. Seu braço deslocou, lhe trazendo intensa dores e impossibilitando de erguê-lo. Ao chegar em São Francisco do Piranhal, nos intervalos dos atendimentos de enfermagem foi até a casa do pegador e pediu que lhe atendesse. O pegador em um movimento certeiro com as mãos colocou o braço do enfermeiro no lugar. As dores aliviaram de imediato e o enfermeiro continuou suas visitas nas demais comunidades mobilizando o braço normalmente (Autores, a partir das narrativas dos trabalhadores da eSFR).

Para compreendermos o contexto em que se passa a Cena 2, faz-se necessário uma breve descrição da área de saúde ribeirinha 14, onde as conexões e teçumes de redes acontece. Neste território, encontram-se 17 comunidades ribeirinhas distribuídas entre ilhas, rios e lagos. Dentre as cinco áreas, esta é uma das mais próximas a sede do município e embora tenham suas comunidades relativamente próximas umas às outras, apresenta especificidades próprias para as atuações das redes, que são dinâmicas de acordo com os ciclos das águas.

Conforme narrativas dos trabalhadores de saúde sobre seus mapas falantes, existem nesta área seis escolas, 12 estabelecimentos religiosos, oito parteiras, dois pegadores de dismuntiduras, três rezadores, seis presidentes de Comunidade e 11 pessoas com conhecimentos sobre as plantas medicinais.

Estas 17 comunidades ribeirinhas formam 13 microáreas de saúde, onde atuam um eSFR e um NASF (o mesmo que atende a área urbana). Existe ainda neste território ribeirinho quatro Unidades de Apoio, que são comunidades estratégicas que dispõem de técnico de enfermagem atendendo e uma lancha com motor 40hp para situações de urgência e emergência (Azevedo et al., 2019). Vivem nesta área 409 famílias, representando 1.885 pessoas (SEMSA, 2018).

É neste território específico e complexo que entram em cena os pegadores de dismuntiduras como um importante ponto de cuidado na rede. Ao longo da literatura essas pessoas recebem diversas denominações como puxadores, consertadores de ossos, pegadores de dismuntiduras, sendo esta última adotada neste texto por ser a expressão mais comum falada pelos

trabalhadores da área 14. Na Figura 4 temos o mapa falante da comunidade de São Francisco do Piranhal, onde se passa a Cena 2.

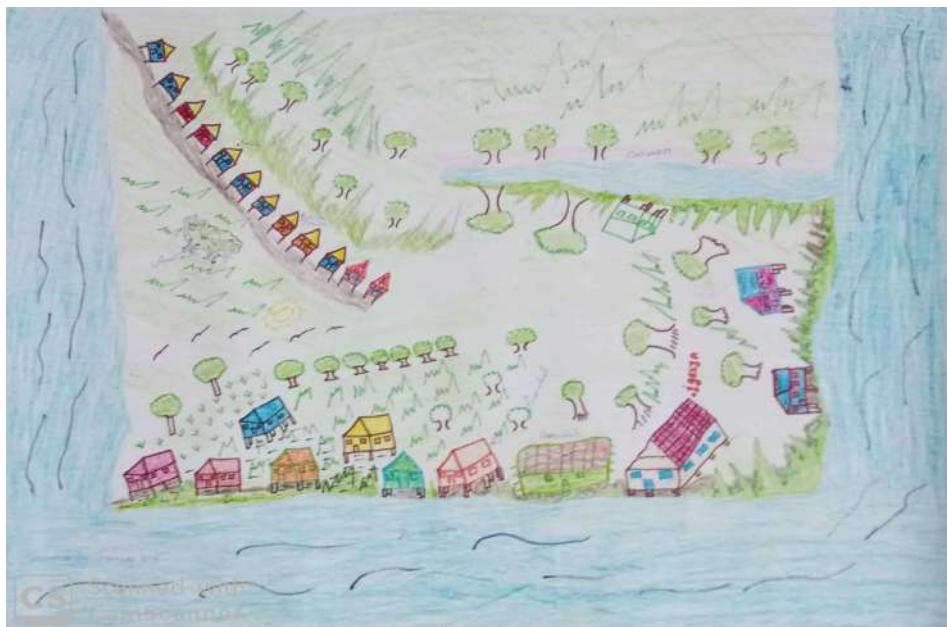


Figura 4 – Mapa falante da comunidade São Francisco do Piranhal, Tefé/AM

Fonte: Agente Comunitário de Saúde que atua na comunidade (2019).

Ao nos referirmos ao passador de dismuntiduras, estamos falando de uma pessoa, que conforme Câmpera (2017), Vaz Filho (2016), pode ser um homem ou mulher, que tem o conhecimento, o dom, a sabedoria de puxar, pegar, costurar dismuntiduras. Esses cuidadores fazem isso a partir de técnicas de massagem corporal.

Como podemos perceber na Cena 2, as práticas de cuidado do passador perpassam pelas puxações, massagens, colocações no lugar, aliviando torções, luxações, machucados, rasgaduras, distensões dentre outros problemas musculares. No contexto da área 14, assim como destacado por Vaz Filho (2016), em seu trabalho etnográfico com as narrativas de puxadores no Baixo Amazonas, esses problemas musculares estão muito relacionados ao mundo do trabalho dos ribeirinhos, como carregar peso nas costas, quedas ou provenientes de partidas de futebol, muito frequentes nas comunidades.

A situação vivida em ato pelo enfermeiro na Cena 2, mostra supostamente uma inversão na oferta do cuidado, onde o enfermeiro detentor do conhecimento técnico recorre aos cuidados do pegador de dismuntiduras que tem em suas práticas os conhecimentos tradicionais. Contudo, quando estamos falando do cuidado pela perspectiva das redes vivas, o cuidado se desloca e acontece para onde ele pode ser ofertado, sem se limitar a hierarquias, protocolos, especializações, como lembram Merhy et al. (2016).

A Cena 2 nos revela o pegador de dismuntiduras como uma pessoa de referência para o cuidado não apenas para a comunidade São Francisco do Piranhal onde mora, mas para toda a área 14. Os trabalhadores nos contam que nos finais de semana é muito comum moradores de outras comunidades se deslocarem até São Francisco do Piranhal para serem atendidos pelo pegador de dismuntiduras, até mesmo moradores da cidade de Tefé costumam se deslocar até a comunidade do pegador em busca de seus cuidados.

Por esses motivos, o pegador entra em cena como sendo o “*ortopedista das comunidades*”, fala dos trabalhadores de saúde em alusão a ausência dessa especialidade médica no cotidiano dos ribeirinhos.

Cena 3 – Rezadores de “doenças de crianças”

Na Cena 3, trouxemos os cuidados produzidos pelos rezadores pela perspectiva de dois ACS, um da comunidade Icanamã na área 19, e o outro da comunidade Aranatuba na área 21.

Os ACS ao narrarem seus mapas falantes, identificam a presença dos rezadores. Nos contam que muitas mães, ao perceberem seus filhos com diarreia, vento caído, quebranto, ramo do ar, mau-olhado, rasgaduras, inzipa ou vermelha e outras doenças de crianças, recorrem aos cuidados com as rezas. Os rezadores ao fazerem as primeiras rezas e perceberem que as crianças não melhoraram, já orientam a família a procurarem um serviço de saúde por entenderem que o caso não é para o mundo das rezas. Alertam que em suas comunidades, nenhuma pessoa faleceu por ir ao rezador em vez de buscar por um serviço de saúde, pois o rezador sabe diferenciar o que ele dá conta por meio das rezas e o que não dar (Autores, a partir das narrativas dos ACS da eSFR áreas 19 e 21).

Embora, a Cena 3 tenha emergido em duas comunidades e áreas ribeirinhas diferentes, a figura do rezador e suas práticas de cuidado aparece com muita força na realidade da maioria das comunidades ribeirinhas, mesmo naquelas que não há rezadores, existe uma rede de conhecimento e

identificação desses rezadores por parte dos comunitários e por muitos trabalhadores de saúde, especialmente os ACS. Podemos observar na Figura 5 o mapa falante da comunidade Aranatuba, onde a ACS foi identificando a casa dos rezadores.



Figura 5 – Mapa falante da comunidade Aranatuba, Tefé/AM

Fonte: Agente Comunitário de Saúde que atua na comunidade (2019).

Os rezadores são compreendidos aqui como pessoas, podendo ser homens ou mulheres, que atuam por meio da reza sobre pessoas adoentadas que os procuram (Câmpera, 2017). Sobre as práticas dos rezadores, a autora acrescenta que ao rezar podem fazer uso de outras práticas como plantas e prescrição de remédios caseiros.

Na Cena 3, os rezadores aparecem como um ponto da rede fortemente atrelado aos cuidados relacionados às “doenças de crianças”. Quando os ACS falam de vento caído, quebranto, ramo do ar, estão se referindo

às formas de adoecimento que acometem crianças e não são justificáveis somente pela perspectiva biomédica. Essas formas de adoecimento estão situadas dentro de um universo cosmológico de interação de humanos e não humanos (Wawzniak, 2011).

Outro ponto que podemos destacar da Cena 3, é a busca pelos serviços do rezador e dos serviços de saúde formal. Os ACS nos contam que é muito comum em suas comunidades as mães procurem primeiramente os rezadores, estes têm a compreensão de quando se trata de caso que pode ser cuidado por meio das rezas ou não. Nessas situações, os ACS relatam que os rezadores orientam e pedem que as famílias procurem um serviço de saúde, geralmente para atendimento médico. Ao serem informados pelos rezadores que o caso não é para reza, as famílias tendem a procurar pelo ACS para que se inicie o acesso a um atendimento médico.

Ao trazer essa cena, não intencionamos criar ou acirrar dualidades, dicotomias entre os saberes, mas sim mostrar pela perspectiva dos ACS, que eles reconhecem as práticas tradicionais de cuidado dos rezadores, que estes possuem compreensões diferenciadas do processo saúde-doença, que as famílias veem nos rezadores práticas de cuidados próximas a seus territórios, não menosprezando a busca pelas RAS em segundo plano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS: ALGUNS ENSINAMENTOS DAS REDES VIVAS E DO QUE ELAS PODEM...

Com o movimento de falarmos das potências e não das ausências nos territórios ribeirinhos, vimos os esforços e desafios da gestão de fazer o SUS acontecer cada vez mais próximo dos territórios vivos por meio da ampliação dos serviços e atuação das eSFR e eSFF. No entanto, as cenas trazidas aqui nos ensinam que essas redes não são os únicos caminhos possíveis e percorridos pelos usuários, as cenas revelam um permanente atra- vessamento das redes vivas nas redes formais.

Outro ensinamento que as redes vivas nos proporcionam neste estudo é seus modos de operar no território ribeirinho. Podemos perceber que os movimentos das redes vivas fazem acontecer a produção do cuidado em diálogo com as especificidades deste território. Essas redes operam por meio da vizinhança, de familiares, pelos conhecimentos tradicionais, atrelados aos recursos da Floresta Amazônica, pelo reconhecimento e validação dos comunitários. Assim, podemos falar em um modo de operar dessas redes marcado fortemente pelo trabalho criador, relacional, inventivo, extremamente rico e dinâmico, não-estruturado e com enorme potência de

gerir os processos de trabalho de maneira acolhedora, simétrica e produtora de vínculos.

As redes vivas no território ribeirinho tecem conexões intrinsecamente com os conhecimentos tradicionais, reafirmando outros saberes válidos e imprimindo às parteiras, pegadores de dismuntiduras e rezadores figuras de referências para o cuidado neste território. Suas práticas de cuidados sempre existiram, mas historicamente foram invisibilizadas na produção do conhecimento hegemônico. Quando os usuários e até mesmo os trabalhadores de saúde fazem múltiplas conexões, entradas e saídas, se deslocando entre comunidades, em busca dos cuidados dessas redes vivas, incluindo os finais de semana, compreendemos que esses saberes são reconhecidos e possuem autoridades no mundo do cuidado.

As cenas nos ensinam ainda sobre as relações simétricas que podem ser tecidas entre os trabalhadores de saúde e as redes vivas. Essas relações se apresentam quando o ACS tem o cuidado de mapear as parteiras em sua microárea de saúde, quando o rezador reconheci os limites de suas práticas para lidar com determinadas doenças e orienta a família a procurar um serviço formal de saúde, quando o enfermeiro no meio do expediente é atendido pelo pegador de dismuntiduras para ter condições de oferecer a assistência em enfermagem e tantos outros. Esses tecumes trazidos nas cenas nos ensinam que há possibilidades de produzir conexões entre o cuidado oficial e o cuidado desenvolvido pelas redes vivas, que atuam no mesmo território, sem uma se sobrepor a outra.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D. R. A.; SCHWEICKARDT, J. C. As Redes Vivas na organização de Associação de Catadores de Resíduos Sólidos, Manaus, Amazonas. *Saúde em Redes*, v. 4, n. 4, p. 61-77, 2018. <https://doi.org/10.18310/2446-4813.2018v4n4p61-77>
- AZEVEDO, E. S. et al. Saúde ribeirinha em Tefé: Aprendizados da Atenção Básica num território em movimento. In: MOREIRA, M. A. et al. (orgs.). *Educação permanente em saúde em Tefé/AM: qualificação do trabalho no balanço do banzeiro*. 1. ed. Porto Alegre: Rede Unida, 2019. p. 160-178.
- BRASIL. Portaria MS/GM Nº 2.436, de 21 de setembro de 2017. Aprova a Política Nacional de Atenção Básica, estabelecendo a revisão de diretrizes para a organização da Atenção Básica, no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS). Brasília, DF. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/sau-delegis/gm/2017/prt2436_22_09_2017.html Acesso em: 10 mar. 2020.

CÂMPERA, L. M. F. *O lago encantado e o caminho da chuva: noções de corpo, cura e cosmologia no Médio Solimões: Um estudo antropológico em comunidades da RDS Amanã.* 2017. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

CFP – CONSELHO FEDERAL DE PSICOLOGIA. *Referências Técnicas para atuação de psicólogas/os. Povos Tradicionais.* Brasília: CFP, 2019.

DELEUZE, G.; GUATTARI, F. *Mil platôs: capitalismo e esquizofrenia 2.* 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2011.

DOMINGOS, I. M.; GONÇALVES, R. M. População ribeirinha no Amazonas e a desigualdade no acesso à saúde. *Revista de Estudos Constitucionais, Hermenêutica e Teoria do Direito*, v. 11, n. 1, p. 99-108, 2019. <https://doi.org/10.4013/rechtd.2019.111.06>

FERNANDES, S. L. F.; GONÇALVES, B. S.; SILVA, L. S. P. Psicologia, Povos Tradicionais e Perspectivas De(s)coloniais: Caminho para Outra Psicologia. *Psicologia: Ciência e Profissão*, v. 42, (n.spe), p. 1-14, 2022.

GAMA, A. S. M. et al. Inquérito de saúde em comunidades ribeirinhas do Amazonas, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 34, n. 2, p. 1-16, 19 fev. 2018. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00002817>

GUSMAN, C. R.; RODRIGUES, D. A.; VILLELA, W. V. Paradoxos do programa de parteiras tradicionais no contexto das mulheres Krahô. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 24, p. 2627-2636, 2019. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018247.09592017>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Cidades: *População estimada - 2021.* <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/tefe/panorama>. Acesso em: 26 jun. 2023.

IDSM – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL MAMIRAUÁ. *Conheça Tefé.* Disponível em: <https://www.mamiraua.org.br/tefe>. Acesso em: 26 jun. 2023.

MARTINS, F. M. *As saúdes na Amazônia ribeirinha: análise do trabalho em saúde no território líquido.* 2021. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/8850>. Acesso em: 17 jun. 2023.

MAXIMINO, V. S. et al. Profissionais como produtores de redes: tramas e conexões no cuidado em saúde. *Saúde e Sociedade*, v. 26, n. 2, p. 435-447,

jun. 2017. <https://doi.org/10.1590/S0104-12902017170017>

MEDEIROS, J. S. *Caminhos da população ribeirinha: produção de redes vivas no acesso aos serviços de urgência e emergência em um município do Estado do Amazonas*. 2020. Dissertação (Mestrado em Condições de Vida e Situações de Saúde na Amazônia) – Instituto Leônidas e Maria Deane, Fundação Oswaldo Cruz, Manaus, 2020.

MEDEIROS, J. S.; SCHWEICKARDT, J. C.; MARTINS, F. M. Mapas falantes como recurso metodológico: a pesquisa em saúde num território amazônico. *Saúde em Redes*, v. 8, n. 2, p. 1-18, 2022. <https://doi.org/10.18310/2446-4813.2022v8n2p257-274>

MERHY, E. E. Em busca do tempo perdido: a micropolítica do trabalho vivo em ato, em saúde. In: FRANCO, T. B.; MERHY, E. E. (orgs.). *Trabalho, produção do cuidado e subjetividade em saúde: textos reunidos*. 1. ed. São Paulo: Hucitec, 2013. p. 19-67.

MERHY, E. E. et al. Redes vivas: multiplicidades girando existências, sinais da rua. Implicações para a produção do cuidado e a produção do conhecimento em saúde. In: MERHY, E. E. et. al. (orgs.). *Avaliação compartilhada do cuidado em saúde: surpreendendo o instituído nas redes*. 1. ed. v. 1. Rio de Janeiro: Hexis, 2016. p. 31-42.

MIGNOLO, W. Desafios decoloniais hoje. *Epistemologias do Sul*, v.1, n.1, p. 12-32, 2017.

MOREIRA, M. A. et al. A saúde em processo no coração do Rio Solimões: Município de Tefé. In: MOREIRA, M. A. et al. (Orgs.). *Educação permanente em saúde em Tefé/AM: qualificação do trabalho no balanço do banzeiro*. 1. ed. Porto Alegre: Rede Unida, 2019. p. 32-42.

OLIVEIRA, R. S.; PERALTA, N.; SOUSA, M. J. S. As parteiras tradicionais e a medicalização do parto na região rural do Amazonas. *Sexualidad, Salud y Sociedad*, n. 33, p. 79-100, 2019. <https://doi.org/10.1590/1984-6487.sess-2019.33.05.a>

PEIXOTO, D. A. A.; LIRA, P. O. Cartografando uma produção de redes vivas do cuidado. *Diaphora*, v. 10, n. 1, p. 40-46, 2021.

PESSOA, V. M.; ALMEIDA, M. M.; CARNEIRO, F. F. Como garantir o direito à saúde para as populações do campo, da floresta e das águas no Brasil? *Saúde em Debate*, v. 42, n. spe1, p. 302-314, set. 2018. <https://doi.org/10.1590/0103-11042018S120>

QUEIROZ, K. O. O atraso como instrumento de poder – o caso de Tefé no Amazonas no início do século XXI. *Revista Crítica Histórica*, n. 25, p. 239-264, 2022. <https://doi.org/10.28998/rchv13n25.2022.0012>

ROCHA A. Relato de pesquisa-ação com ênfase em educação voltada à saúde única: experiências de um pesquisador ao despertar para abordagens participativas. In: TOLEDO, R. F. et al. (orgs.). *Pesquisa participativa em saúde: vertentes e veredas*. São Paulo: Instituto de Saúde, 2018. p. 359-376.

SANTOS, A. A.; PEKELMAN, R. A escola, o território e o lugar: a promoção de espaços de saúde. *Revista OKARA. Geografia em debate*, v. 2, n.1, p. 3-11, 2008. Disponível em:http://docs.fct.unesp.br/docentes/geo/raul/geografia_da_saude_2018/leitura2_ESCOLA_TERRITORIO_LUGAR_PROMOCAO%A0.pdf. Acesso em: 21 jun. 2023.

SCHWEICKARDT, J. C.; MARTINS, L. R. História das políticas de saúde no Amazonas: da Zona Franca ao SUS, 1967-1990. In: SCHWEICKARDT, J. C. et al. (orgs.). *História e política pública de saúde na Amazônia*. 1. ed. Porto Alegre: Rede Unida, 2017. p. 19-42.

SCHWEICKARDT, J. C. et al. A saúde na Amazônia (fluida e flutuante): Territórios líquidos e complexos para a produção de sentidos e de práticas. In: FERLA, A. A.; SCHWEICKARDT, J. C.; GAI, D. N. (orgs.). *Atenção básica e formação profissional em saúde: Inovações na Amazônia*. 1.ed. Porto Alegre: Rede Unida, 2019. p. 217-225.

SEMSA – SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE TEFÉ. *Plano Municipal de Saúde 2018 a 2021*. Tefé: SEMSA, 2018.

SILVA, S. C.; DIAS-SCOPEL, R.; SCHWEICKARDT, J. Gestação e parto em uma comunidade rural amazônica: Reflexões sobre o papel da parteira tradicional. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, v. 24, p. 1-16, 2020. <https://doi.org/10.1590/interface.190030>

SOARES, R. S. et al. As modelagens e a produção do cuidado ao parto e nascimento em João Pessoa. In: FEUERWERKER, L. C. M.; BERTUSI, D. C.; MERHY, E. E. (orgs.). *Avaliação compartilhada do cuidado em saúde: surpreendendo o instituído nas redes*. 1. ed. v. 2. Rio de Janeiro: Hexit, 2016. p. 162-172.

TOLEDO, R. F.; PELICIONI, M. C. F. A Educação Ambiental e a construção de mapas falantes em processo de pesquisa-ação em comunidade indígena na Amazônia. *Interacções*, n. 11, p. 193-213, 2009. <https://doi.org/10.25755/int.382>

VAZ FILHO, F. A. *Pajés, benzedores, puxadores e parteiras: os imprescindíveis sacerdotes do povo na Amazônia*. UFOPA, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufopa.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1046/1/Livro_PajesBenzedoresPuxadores.pdf Acesso em: 10 out. 2023.

WAWZNIAK, J. V. Percepção da internação e do ambiente hospitalar por ribeirinhos do Tapajós, Pará, Brasil. *Tempus – Actas de Saúde Coletiva*, v. 5, n. 2, p. 85-100, 2011. Disponível em: <https://www.tempus.unb.br/index.php/tempus/article/view/966>. Acesso em: 26 jun. 2023.

Sobre os organizadores

Leandro Luiz Giatti

Professor Associado no Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP/USP). Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade São Judas Tadeu, mestrado e doutorado em Saúde Pública pela FSP/USP. Pesquisador CNPq nível 2, bolsa de produtividade em pesquisa. Coordenador e orientador permanente do Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade (FSP/USP). Editor adjunto da revista Ambiente & Sociedade. Atua na coordenação de sub-projeto de pesquisa junto ao INterdisciplinary CLimate INvEstigation Center (INCLINE). Membro da Comissão de Cultura e Extensão da FSP/USP.

Thiago Nogueira

Professor Doutor do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP/USP). Graduado em Química pela Universidade Estadual de Londrina, mestrado e doutorado pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP), pós-doutorado pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IA-G-USP). É co-autor do relatório das Nações Unidas (United Nations Environment Programme – UNEP) sobre as emissões de poluentes climáticos de vida curta na América Latina. Atualmente é vice-coordenador do Programa de Mestrado Profissional Ambiente, Saúde e Sustentabilidade da FSP/USP.

Ana Júlia Fonseca da Luz Giacometti Lemes

Engenheira Ambiental e Bacharel Interdisciplinar em Ciências do Mar (Unifesp/BS). Busca integrar conhecimento teórico e prático para impulsionar a convergência entre Biodiversidade e Negócios. Possui experiência em questões associadas a requisitos ESG, com foco em biodiversidade. Na pós-graduação discute a viabilidade de Créditos Voluntários de Biodiversidade como mecanismo para a gestão e conservação de áreas verdes em ambientes urbanos.

Sobre os autores

Ana Júlia Fonseca da Luz Giacometti Lemes

Engenheira Ambiental e Bacharel Interdisciplinar em Ciências do Mar (Unifesp/BS). Busca integrar conhecimento teórico e prático para impulsionar a convergência entre Biodiversidade e Negócios. Possui experiência em questões associadas a requisitos ESG, com foco em biodiversidade. Na pós-graduação discute a viabilidade de Créditos Voluntários de Biodiversidade como mecanismo para a gestão e conservação de áreas verdes em ambientes urbanos.

Átila Ferreira Pessoa

Graduação em geologia (USP) e mestrando em matemática, estatística e computação aplicada às indústrias na Universidade de São Paulo (USP/São Carlos).

Camila Paulini

Graduada em Engenheira Ambiental, mestre em Ciências pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Durante sua jornada profissional, realizou auditorias para identificação de riscos e passivos ambientais, socioeconômicos e de saúde e segurança. Coordenou a área socioeconômica nas auditorias de verificação do plano de recuperação da Bacia do Rio Doce, atingida por rompimento de barragem de minério. Atua como Gerente de Sustentabilidade Brasil em uma rede hoteleira, implementando os programas para cumprimento da ambiciosa Agenda 2030 da rede.

Daniela Ribeiro Barbosa

Engenheira Ambiental com especialização em Educação Ambiental para Sustentabilidade e Gestão Estratégica da Sustentabilidade. Gestora local

do Programa Ambientes Verdes e Saudáveis pelo Hospital Israelita Albert Einstein. Experiência em gestão de projetos socioambientais, realizando a interlocução com unidades de saúde, instâncias públicas e institucionais, planejando, articulando e monitorando projetos que estimulem, fomentem e contribuam com o fortalecimento das políticas públicas de saúde e meio ambiente.

Djonathan Gomes Ribeiro

Bacharel em Gestão de Políticas Públicas e Mestre em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Edmilson Dias de Freitas

Formado em Física pela Universidade Federal do Paraná, Mestrado e doutorado em Meteorologia pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é Professor Titular do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas USP. Atua na área de Geociências, com ênfase em Meteorologia Aplicada. Em parceria com o CPTEC-INPE, LNCC e UFCG, é um dos pesquisadores responsáveis pelo desenvolvimento do modelo BRAMS, tendo implantado um módulo fotoquímico simplificado (SPM) que opera juntamente com a parametrização urbana (TEB), também introduzida no modelo pelo pesquisador. A aplicação de produtos derivados de Satélites também tem sido um de seus interesses científicos.

Ednilson Viana

Formado em Ciências Biológicas pela Unesp de São José do Rio Preto, mestre em Ciências pelo IFQSC/USP, doutor em Saneamento pela EESC, professor livre docente no curso de Gestão Ambiental USP/EACH, professor e pesquisador no Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade da Faculdade de Saúde Pública/USP.

Fabiana Mânicia Martins

Enfermeira, Mestre em Saúde, Sociedade e Endemias na Amazônia pelo Instituto Leônidas & Maria Deane – ILMD/Fiocruz/Amazônia e Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Especialista em Gestão de Políticas Públicas de Saúde. Professora na Faculdade de Medicina/Departamento de Saúde Coletiva da UFAM. Doutora em Ciências do Ambiente – PPGCA-SA/UFAM. Membro do Laboratório de História, Políticas Públicas e Saúde na Amazônia – LAHPSA/ILMD/Fiocruz Amazônia.

Fernanda Mendes de Rezende

Bióloga especializada em ecofisiologia de plantas. Com experiência em ges-

tão de projetos e análise avançada de dados, lecionou por três anos e agora concentra-se na pesquisa ecológica aplicada. Seu foco é a assimilação de carbono em manguezais brasileiros e fragmentos florestais urbanos, com ênfase em invasão biológica.

Francis Marney Policarpo de Souza

Graduação em Direito pela Uni-FMU. Mestrado Profissional em Ambiente Saúde e Sustentabilidade pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo – FSP/USP. Servidor público estadual na Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo, atualmente lotado na Floresta Estadual do Noroeste Paulista (FENP), no Departamento Técnico Científico do Centro de Pesquisas do Instituto de Pesquisas Ambientais, com sede e local de trabalho na Estação Experimental de São José do Rio Preto (SP), atuando como pesquisador acadêmico nas técnicas do Manejo Integrado do Fogo (MIF).

Iara da Silva

Doutoranda em Meteorologia no IAG-USP, na linha de pesquisa de Poluição do Ar e Química Atmosférica. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Graduada em Engenharia Ambiental pela mesma instituição. Tendo realizado pesquisas na área de modelagem estatística com ênfase na influência das variáveis climáticas sobre a saúde. Atualmente estuda o impacto de diversas fontes de emissão de poluentes na qualidade do ar.

Jackeline Maria Alves Perônico

Pernambucana, residente em SP há nove anos. Bióloga, Mestre em Ciências pela FSP USP. Atualmente é gerente comercial de projetos socioambientais na Eccaplan consultoria em sustentabilidade. Tem 13 anos de experiência profissional com gestão integrada de resíduos sólidos e logística reversa.

Joana Maria Borges de Freitas

Colaboradora no Laboratório de História, Políticas Públicas e Saúde na Amazônia (LAHPSA) do Instituto Leônidas e Maria Deane (ILMD/ Fiocruz Amazônia). Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia pela Universidade Federal do Amazonas. Doutoranda no Curso Saúde Pública na Amazônia pelo ILMD/Fiocruz Amazônia em associação com Universidade Federal do Amazonas e Universidade do Estado do Amazonas.

João Vicente de Assunção

Engenheiro Químico (FEI/PUC-SP), Engenheiro Sanitarista (USP), Mestre

em ciências pela Universidade de Pittsburgh, EUA; Doutor e Livre-Docente pela USP; professor da Universidade de São Paulo desde 1987, onde é atualmente Professor Titular – Colaborador Sênior. Atuou na Cetesb de 1971 a 1990; realizou consultorias para empresas privadas e como *ad hoc* para Ministério do Meio Ambiente, OMS, ONU Meio Ambiente e Banco Mundial.

José Valverde Machado Filho

Consultor para Assuntos Especiais da Prefeitura Municipal de Mogi das Cruzes (PMMC/SP). Mestre em Direito Ambiental pela Universidade Católica de Santos (Unisantos). Especialista em Direito Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP). Especialista em Gestão Ambiental pelo Centro Universitário do Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (Senac/SP). Especialista em Segurança Alimentar e Nutricional pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp). Graduado em Ciências Jurídicas pelo Centro Universitário Nove de Julho (Uninove).

Josiane de Souza Medeiros

Psicóloga do Departamento de Assistência Estudantil da Universidade Federal do Amazonas (DASET/UFAM). Doutoranda em Psicologia pelo Programa de Pós-graduação em Psicologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGPSI/UFRN). Mestre em Saúde Pública pela Fundação Oswaldo Cruz – Instituto Leônidas & Maria Deane (Fiocruz – Amazônia). Especialista em Políticas Públicas de Atenção à Família.

Júlio Cesar Schweickardt

Pesquisador do Laboratório de História, Políticas Públicas e Saúde na Amazônia (LAHPSA) do Instituto Leônidas e Maria Deane – ILMD/ Fiocruz Amazônia. Graduado em Ciências Sociais. Mestre em Sociedade e Cultura na Amazônia. Doutor em História das Ciências e da Saúde. Coordenador do Mestrado Profissional Saúde da Família – PROFSAÚDE/ILMD.

Leandro Luiz Giatti

Professor Associado no Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP/USP). Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade São Judas Tadeu, mestrado e doutorado em Saúde Pública pela FSP/USP. Pesquisador CNPq nível 2, bolsa de produtividade em pesquisa. Coordenador e orientador permanente do Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade (FSP/USP). Editor adjunto da revista Ambiente & Sociedade. Atua na coordenação de sub-projeto de pesquisa junto ao INterdisciplinary CLimate INvEstigation Center (INCLINE). Membro da

Comissão de Cultura e Extensão da FSP/USP.

Leila Droprinchinski Martins

Graduada em Química pela Universidade Estadual de Londrina e doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo. Atualmente é docente (professora associada) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. É líder do grupo de Poluição ambiental da UTFPR e do Laboratório de Análises em Poluição do Ar (Lapar). Atua como pesquisadora junto ao Laboratório de Análise dos Processos Atmosféricos (LAPAt/USP) e ao Laboratório de Análise dos Componentes do Ar (LACA/UEL).

Marcos Silveira Buckeridge

É membro do Instituto de Estudos Avançados da USP, onde criou e coordena o programa USP – Cidades Globais. Seu trabalho já gerou quatro livros, oito patentes, mais de 50 teses de mestrado e doutorado e mais de 180 publicações científicas em fisiologia, bioquímica e biologia molecular de plantas. Hoje desenvolve pesquisas relacionadas às Ciências Urbanas Aplicadas, trabalhando principalmente no desenvolvimento de Políticas Públicas embasadas em conhecimento científico para aplicação no ambiente urbano.

Maria da Penha Vasconcellos

Psicóloga Social, doutora em Saúde Pública, Professora Associada do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Orientadora nos Programas de Pós-Graduação de Mestrado e Doutorado Ambiente, Saúde e Sustentabilidade, membro do Programa USP Cidades Globais do Instituto de Estudos Avançados da USP (IEA/USP).

Mateus Henrique Amaral

Biólogo pela Universidade de Franca, mestre e doutorando em Ciências pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Foi agente de promoção ambiental do Programa Ambientes Verdes e Saudáveis (2020-2022) pelo Hospital Israelita Albert Einstein e, como pesquisador, tem experiência com estatísticas e sistemas de informação em saúde, indicadores de sustentabilidade ambiental, nexo urbano e saneamento.

Natalia Zafra Goettlicher

Graduação em Administração pela Unicamp, Pós-graduada em Gestão Estratégica da Sustentabilidade pela FIA Business School e Mestre em Ciências pelo Programa de Mestrado Profissional em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade pela FSP/USP, na linha de pesquisa “Estudos urbanos e regionais para a sustentabilidade”. Coordenadora de projetos socioambien-

tais e atuante na área de ESG focada em indicadores e elaboração de relatórios corporativos de sustentabilidade.

Nathália Soares Costa

Engenheira ambiental formada pelo ICT/ Unesp, Campus de Sorocaba. Pós-graduada em Gestão Ambiental e Sustentabilidade pela UFSCAR, Campus de Sorocaba. Mestre em Ciências no Programa Ambiente, Saúde e Sustentabilidade pela FSP/USP. Atua nos temas de conteinerização e coleta mecanizada de resíduos sólidos, coleta seletiva, logística reversa e educação ambiental.

Paulo César Xavier Pereira

Professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU/USP) no Departamento de História da Arquitetura e Estética do Projeto, desde 1978. Bacharel em Ciências Sociais, Licenciado em Ciências Sociais, Mestre em Ciências Sociais e Doutor em Ciência Política, todos pela Universidade de São Paulo. Foi assessor da Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária da USP, presidente da Comissão de Graduação dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e de Design da FAU, participou da CoCAU Coordenação do Curso de Arquitetura e Urbanismo e participou do Conselho do Departamento e da Coordenação do Grupo de Disciplinas de Fundamentos em diferentes momentos.

Rafael Leocádio Franklin

Engenheiro Ambiental (Faculdades Oswaldo Cruz), mestre em ciências pelo programa de Ambiente, Saúde e Sustentabilidade da Faculdade de Saúde Pública (USP) e consultor ambiental desde 2007.

Regina Maura de Miranda

Professora doutora na Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) da Universidade de São Paulo, no curso de Gestão Ambiental e credenciada nos Programas de Pós-Graduação em Sustentabilidade da EACH e também no Programa de Saúde Pública na Faculdade de Saúde Pública da USP, linha de pesquisa Saúde Ambiental.

Rodrigo Tadeu Oliveira Ribeiro

Formado em Engenharia Ambiental e pós-graduado em Gerenciamento de Áreas Contaminadas, ambos pelo Centro Universitário Senac. Com experiência em Gestão e Supervisão Ambiental em obras da construção civil (Metrô, Rodovia, Corredores e Terminais de Ônibus) em atividades relativas ao atendimento de Condicionantes de Licenciamento Ambiental.

Sonia Maria Viggiani Coutinho

Graduação em Direito; Doutora pela USP, na linha de pesquisa Política e Gestão Ambiental. Pesquisadora do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Mudanças Climáticas – INCT-MC/CNPq. Consultora e coordenadora de projetos na área socioambiental junto ao Instituto Siades. Consultora na elaboração de relatórios de sustentabilidade e docente em cursos voltados à incorporação de estratégia ESG e indicadores.

Tailine Corrêa dos Santos

Pesquisadora associada de Pós-doutorado no IAG-USP no Programa USP Sustentabilidade na temática de Qualidade do Ar, em parceria com a Cetesb. Pós-doutorado no Instituto de Física da USP em estudos de higroscopici-
dade do material particulado na floresta Amazônica. Doutora em Ciências Atmosféricas pelo IAG-USP, com ênfase em estudos de compostos orgânicos voláteis em florestas urbanas. Mestre em Meio Ambiente e Recursos Hídri-
cos com experiência multidisciplinar em poluição do ar e análise de dados.
Bacharela em Ciências Atmosféricas na Universidade Federal de Itajubá.

Thiago Luiz Salvadêo Santos

Arquiteto e urbanista formado pela Universidade Paulista (UNIP) e especialista em Educação Socioambiental e Sustentabilidade pela Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). É mestrando do Programa Ambiente, Saú-
de e Sustentabilidade da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP/USP). Facilitador socioambiental na ONG Missão Ambien-
tal em ações de compostagem e arborização urbana.

Thiago Nogueira

Professor Doutor do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP/USP). Graduado em Química pela Universidade Estadual de Londrina, mestrado e doutorado pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP), pós-dou-
torado pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IA-
G-USP). É co-autor do relatório das Nações Unidas (United Nations Environ-
ment Programme – UNEP) sobre as emissões de poluentes climáticos de
vida curta na América Latina. Atualmente é vice-coordenador do Programa
de Mestrado Profissional Ambiente, Saúde e Sustentabilidade da FSP/USP.

Wanderley da Silva Paganini

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, mestrado em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública Universidade de São Paulo (FSP/USP), doutorado em Saúde Públi-
ca pela FSP/USP e livre-docência em saneamento básico e ambiental pela

FSP/USP. É professor associado da USP e Superintendente de Gestão Ambiental da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. É membro do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), do Conselho Municipal de Mudança do Clima e Ecoeconomia de São Paulo, membro do Conselho Estadual de Meio Ambiente (Consema), conselheiro da ABES/seção nacional e membro titular do Comitê de Integração de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo.

