

Indicadores para a avaliação de projetos de saneamento

O Estado possui a responsabilidade de garantir o atendimento de abastecimento de água e esgotamento sanitário para a sociedade. O planejamento de projetos de saneamento é essencial, pois está vinculado à melhoria da qualidade de vida da sociedade. Seus empreendimentos possuem grande repercussão social, além gerar impacto no meio ambiente, na saúde e no desenvolvimento urbano. As múltiplas interfaces de um projeto tornam complexa a decisão sobre o planejamento de projetos em saneamento. Essa decisão deve ser tomada em consonância com estudos técnicos, econômico-financeiros, sociais, ambientais, políticos e também legais. Em decorrência, o objetivo deste artigo consiste em realizar uma análise dos indicadores aplicados no planejamento em projetos de água e esgoto sob múltiplas dimensões. Foi realizado um amplo estudo bibliográfico, com mais de cinquenta publicações internacionais e nacionais, com a finalidade de conhecer os indicadores utilizados para resolver problemas em projetos de sistemas de água e esgoto. A pesquisa contribui apoiar decisões para o planejamento integrado de projetos de saneamento considerando múltiplas dimensões. Os resultados do estudo são importantes para subsidiar profissionais, gestores, técnicos, especialistas e estudiosos do setor para uma visão para a gestão de políticas públicas de saneamento, deste modo o planejamento passa a contar com informações precisas com objetivos bem definidos.

Palavras-chave: Planejamento de Projetos; Sistemas de Água; Sistemas de Esgoto.

Indicators for the evaluation of water supply and sewerage projects

The State has the responsibility to ensure water supply and sewerage services to the society. Planning water supply and wastewater projects is essential because it guarantees the quality of life of the society. These services have great social repercussion, it has impact on the environment, health and urban development. The multiple project interfaces are responsible the complexity of the decision-making process of project planning. The decision must be taken considering technical, economic and financial studies, social, environmental, political and legal issues. Consequently, the aim of this paper is to analyze the main indicators in planning for water and sewage projects under multiple dimensions. An extensive literature research was performed, with more than fifty papers of national and international studies concerning water supply and sewerage projects. This study is important to support the decision making toward an integrated planning with multiple dimensions. The results of the study are important to support professionals, managers, technicians, experts and scholars towards the management of public water policies; thus, the project planning rely on accurate information with well-defined objectives.

Keywords: Project Planning; Water Supply Systems; Sewerage Systems.

Topic: **Engenharia Sanitária**

Received: **12/03/2017**

Approved: **11/05/2017**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Vanessa Ribeiro Campos

Universidade de São Paulo, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/9400247351907292>

vanessa.campos@ufc.br

Edson Walimir Cazarini

Universidade de São Paulo, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/7262881331231236>

cazarini@sc.usp.br



DOI: 10.6008/SPC2179-6858.2017.003.0013

Referencing this:

CAMPOS, V. R.; CAZARINI, E. W.. Indicadores para a avaliação de projetos de saneamento. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.8, n.3, p.136-150, 2017. DOI:

<http://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2017.003.0013>

INTRODUÇÃO

O Estado possui a responsabilidade de garantir o atendimento de abastecimento de água e esgotamento sanitário para a sociedade. A área de saneamento encontra-se inserida em políticas públicas e seus empreendimentos possuem intensa repercussão social, uma vez que possui impacto no meio ambiente, saúde e desenvolvimento urbano. Os esgotos urbanos são a principal fonte poluidora dos recursos hídricos que compromete outras atividades, como abastecimento de água, irrigação e pesca. Além disso, a falta de condições sanitárias absorve grande parte de recursos públicos. Em decorrência disso, o planejamento com múltiplas faces torna-se instrumento estratégico para o crescimento na área.

O quadro institucional de saneamento no País é deficitário. Percebe-se a falta de um planejamento eficiente de ações em que não há integração. Além disso, não há uniformidade na elaboração de planos em razão da grande quantidade de entidades envolvidas no setor - diversidade de prestadoras de serviços, unidades de fomento, órgãos municipais, estaduais e federais. Galvão Junior et al. (2010) dizem que o saneamento básico se caracteriza pela escassez de recursos para investimentos e pelo déficit no atendimento, sendo necessária uma cultura de planejamento para contribuir na melhoria da prestação dos serviços.

A dificuldade de planejamento é agravada por múltiplos fatores conforme apontado por Cordeiro Netto et al. (1996): diferentes graus de incerteza; objetivos multidimensionais em ambiente complexo; estruturas sofisticadas de alternativas com diferentes horizontes de planejamento (curto, médio e longo prazo). Na visão de Moraes (2009), planejar consiste em partir do estado presente do objeto para definir o estado futuro almejado. A circunstância presente é avaliada com base em um diagnóstico, que deve contar com a participação de sujeitos diferentes, como gestores, técnicos, sociedade civil e população em geral. Para a definição da circunstância futura pretendida, torna-se necessário o estabelecimento de princípios, diretrizes, objetivos, metas, programas e projetos.

O objetivo do artigo é elencar e analisar por meio de um estudo bibliográfico os indicadores aplicados em projetos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Foram avaliadas mais de cinquenta publicações na literatura no âmbito nacional e internacional aplicados em projetos de saneamento. Pretende-se, com os resultados da pesquisa, subsidiar profissionais, gestores, técnicos, especialistas e estudiosos do setor para uma visão para a gestão de políticas públicas de saneamento, deste modo o planejamento passa a contar com informações precisas com objetivos bem definidos.

METODOLOGIA

Nessa perspectiva, pretende-se discorrer sobre as questões multidimensionais importantes para avaliar projetos de sistemas de água e esgoto. No primeiro momento, apresenta-se o panorama do setor de saneamento, com o intuito de fornecer informações sobre as condições de prestação de tais serviços no Brasil. No segundo instante, são detalhadas considerações importantes relativas ao planejamento de projetos como fatores legais e regulatórios, ambientais e sociais, que vão auxiliar à tomada de decisão.

REVISÃO TEÓRICA

Evolução do saneamento no Brasil

O setor de saneamento teve crescimento significativo após a consolidação, início dos anos 1970, do Plano Nacional de Saneamento – PLANASA. Esse plano destinou recursos para a criação das companhias de saneamento. De acordo com Faria et al. (2004), a política pública de saneamento que vigorou no País teve como base o modelo da gestão instituído pelo PLANASA de 1971 a 1992. Esse modelo centralizava a política de abastecimento urbano de água e esgoto e tinha o Banco Nacional de Habitação (BNH) como órgão executor. Os recursos financeiros para o setor derivavam do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), dos estados e dos municípios, de empréstimos externos junto a agências multilaterais de fomento e empréstimos internos.

No final dos anos 1980, o centralizado sistema PLANASA começou a apresentar baixo desempenho. O regime de tarifas não era mais apropriado em razão de um ambiente hiperinflacionário - os fundos para investimento estavam financeiramente debilitados com a inadimplência (MOTTA, 2004). Importante contribuição para a informação do setor foi a criação, em 1995, do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Este sistema é responsável pela coleta e divulgação de informações no País sobre os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Um marco de suma importância ocorreu em janeiro de 2007, quando entrou em vigor a Lei nº 11.445, que fixa diretrizes e objetivos para a Política Federal de Saneamento Básico e condicionantes para a alocação de recursos públicos (BRASIL, 2007). Assim, o Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANASAB que tem a função definir de programas, ações e estratégia de investimento. Além disso, o País passou a contar com uma nova forma de investimento do Governo Federal, pelo Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, com a finalidade de ampliar os serviços para todos os cidadãos.

No entendimento de Miceli (2008), o êxito do PAC em saneamento está condicionado a três fatores: primeiro, diz respeito à capacidade dos operadores no tocante ao gerenciamento da execução das obras; o segundo ponto relaciona-se à capacidade de aporte das contrapartidas necessárias; o terceiro, se refere à capacidade de os operadores gerirem adequadamente os novos empreendimentos com benefícios para a população.

A Lei nº 11.445 institui a elaboração do Plano de Municipal de Saneamento Básico (PMSB), que devem ser elaborados nos níveis regionais do País. Este advento torna-se fundamental para o planejamento de saneamento no Brasil, que vem contribuir para o crescimento no setor. Segundo Galvão Junior et al. (2010), a relevância do novo instrumento diz respeito ao estabelecimento de regras claras relacionadas principalmente aos aspectos de planejamento, regulação e fiscalização, controle social e prestação regionalizada (gestão associada). Enfim, o contexto em que o País se configura é de um planejamento mais voltado para ampliação dos serviços de saneamento em todas as áreas. Dessa forma, pretende-se contribuir para que o processo de decisão seja direcionado conforme as necessidades setoriais e regionais do Brasil.

Níveis de atendimento de água e esgoto

No Brasil, verifica-se um déficit na prestação de serviços em saneamento. Os índices de atendimento dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil estão ainda distantes da meta pretendida e necessária. Mesmo com os investimentos realizados nas últimas décadas, persiste ainda uma demanda populacional significativa que não tem acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, especialmente nos estratos sociais de baixa renda nos municípios pequenos, localidades e áreas rurais. O Sistema Nacional de Informações de Saneamento coleta dados e indicadores em várias prestadoras de serviços de saneamento, o que é importante para estabelecer o diagnóstico nacional no setor. A tabela 1 mostra o índice de atendimento de água e esgoto, para o ano de referência 2015 (BRASIL, 2017).

Tabela 1: Níveis de atendimento com água e esgoto para o ano de 2015.

Regiões	Índice de atendimento (%)				
	Água		Coleta de esgoto		Tratamento do esgoto gerado
	Total	Urbano	Total	Urbano	Total
Norte	56,9	69,3	8,7	11,2	16,4
Nordeste	73,4	89,6	24,7	32,2	32,1
Sudeste	91,2	96,1	77,2	81,9	47,4
Sul	89,4	98,1	41,0	47,5	41,4
Centro-oeste	89,6	97,4	49,6	54,7	50,2
Brasil	83,3	93,1	50,3	52,0	37,9

Fonte: BRASIL (2017).

Observa-se pela tabela 1, que há um déficit de 16,7% de atendimento para o serviço de abastecimento de água para a população brasileira, enquanto 49,7% da população não possuem serviço de coleta de esgoto. É notória a desigualdade regional para tais serviços. No caso de abastecimento de água, o menor índice corresponde à região Norte, cuja diferença supera 30 pontos percentuais, em comparação com o nível total de atendimento da região Sudeste. A diferença é ainda maior para os níveis de coleta de esgoto, cuja diferença de atendimento entre as regiões Norte e Sudeste ultrapassa 60%. A diferença regional é identificada por BRASIL (2017), também, quanto ao consumo médio *per capita* dos prestadores de serviços de água participantes dos SNIS em 2015 e na média dos últimos 3 anos, segundo às regiões geográficas.

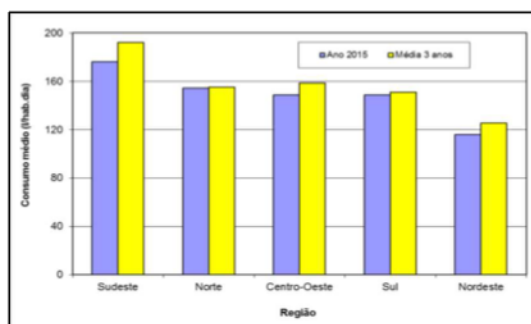


Figura 1: Consumo médio *per capita* dos participantes do SNIS. Fonte: BRASIL (2017)

A figura 1 mostra que o consumo médio *per capita* do País em 2015 cujas médias regionais resultaram em: 155,3l/hab/dia (litros por habitante por dia), na região Norte; 125,3l/hab/dia na região Nordeste; 192,2l/hab/dia na região Sudeste; 150,9l/hab/dia na região Sul; e 158,7l/hab/dia na região Centro-Oeste.

Sob a perspectiva do Ministério da Saúde (2004), o Brasil apresenta imensos déficits, pois parcelas significativas da sua população não têm acesso aos benefícios do saneamento ambiental. Essa situação é visível tanto quando se comparam as regiões do País ou quando se cotejam áreas da maioria das grandes cidades, e está na base dos grandes diferenciais inter e intrarregionais, intrarurbanos e urbano-rural, observados nas condições de vida e de saúde. As políticas de saneamento são identificadas como prioridades que poderiam reduzir esses imensos diferenciais, constituindo-se importante fator de equidade.

Vargas et al. (2004) asseveram que as populações de baixa renda são as moradoras em assentamentos irregulares, concentrados nas periferias das cidades, não beneficiadas com os serviços de água e esgoto. Essa segregação socioespacial nas cidades configura-se como um dos principais obstáculos estruturais para melhor distribuição do abastecimento de água e esgotamento sanitário (REZENDE et al., 2008).

Outro ponto importante a ser observado é que a dificuldade de planejamento uniforme nacional de saneamento está diretamente associada à grande quantidade de prestadores de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Na pesquisa do SNIS, participaram as seguintes entidades prestadoras de serviços no ano de referência de 2009: 27 prestadoras regionais (companhias estaduais, prestadores que atendem a considerável número de municípios no mesmo estado, limítrofes ou não, uns dos outros); seis microrregionais (prestadores de atendem a dois ou mais municípios limítrofes uns dos outros no mesmo estado); e 1.031 prestadores locais (prestadores que atendem a município único).

Esses números refletem a diversidade de prestadoras de serviços de saneamento, fazendo com que não haja uniformidade na escolha de fatores e indicadores, e servem guiar a política de priorização dos investimentos em saneamento. As pesquisas revelam que o Brasil ainda está muito distante de uma distribuição satisfatória dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, e o planejamento adequado para a distribuição dos serviços de saneamento significa melhoria da saúde pública e desenvolvimento socioeconômico. O planejamento adequado na política no saneamento deve ser feito para que as populações menos favorecidas sejam atendidas com serviços de água e esgoto.

Dimensões no planejamento de projetos

O projeto incorpora informações qualitativas e quantitativas, procurando simular a decisão de investir e suas implicações. A preparação de um projeto requer análise administrativa, normativa, técnica e econômico-financeira. Isto implica que o gestor, antes de decidir, deve fazer uma avaliação cuidadosa para assegurar que o projeto proposto possa efetivamente alcançar os objetivos. A gestão pública depende de um conjunto de fatores divididos na figura como condicionantes (políticas e programas, marco institucional e legal) e as interfaces (saúde, ambiente, econômico-financeiro, entre outros). Na área de saneamento, o poder concedente para abastecimento de água e esgotamento sanitário (concessionárias) deve garantir qualidade na prestação desses serviços e cumprimento dos instrumentos legais e contratuais (HELLER et al., 2007).

As múltiplas interfaces de um projeto tornam complexa a decisão sobre o planejamento de projetos em saneamento. Essa decisão deve ser tomada em consonância com estudos técnicos, econômico-financeiros, sociais, ambientais, políticos e legais. Nessa perspectiva, serão apresentados os aspectos importantes que vão auxiliar como instrumentos de avaliação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Por meio de indicadores, pode-se avaliar a qualidade do serviço, assim como definir as políticas públicas para priorização de projetos no setor. Os indicadores para avaliação dos projetos de abastecimento de água e esgotamento sanitário foram classificados em áreas ou dimensões: técnica, econômico-financeira, ambiental, sanitária e social. Conforme o IBGE (2010), os indicadores devem ser vistos como um meio para se atingir o desenvolvimento sustentável e não como um fim em si mesmo. Esses indicadores são úteis quando analisados em seu conjunto, além do exame individual de cada indicador.

Dimensão técnica

A decisão em fazer investimento em infraestrutura é parte de um processo que envolve a geração e avaliação de opções de projetos que atendam a determinadas especificações técnicas. Após a seleção de alternativas tecnicamente viáveis, analisa-se quais opções são atrativas financeiramente (SOUZA et al., 2002). Souza et al. (2002) referem-se ao estudo de viabilidade técnica, seguido pela viabilidade econômico-financeira.

A escolha de projetos, em geral, pode significar empreendimento de grande porte (redes adutoras) e a exequibilidade dos projetos de abastecimento de água e esgotamento sanitário depende do cumprimento de muitas especificações técnicas, condições de segurança, durabilidade, desempenho da estrutura etc. No caso de projetos de grande porte, como os empreendimentos de saneamento, o estudo de viabilidade técnica é uma etapa imprescindível na avaliação de projetos.

Os fatores técnicos abordados aqui estão relacionados com aspectos operacionais dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Conforme Galvão Júnior et al. (2006), os dados operacionais permitem avaliar a quantidade dos serviços prestados. Eles permitem avaliar o grau de atendimento e cobertura dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, além de identificar as demandas e ofertas que vão auxiliar na avaliação dos déficits dos serviços. Esta análise contribui para orientar a aplicação de recursos no setor. Entre os indicadores operacionais, destacam-se o índice de abastecimento de água e o indicador de coleta de esgoto, cuja definição está representada em sequência (AROEIRA, 2009).

Tem-se o Índice de abastecimento de água (I_{ab}), sendo esse representado pela cobertura desses serviços. Pode ser calculado pela seguinte fórmula: $I_{ab} = \frac{P_a}{P_t}$, onde P_a consiste na população da área considerada, atendida com coleta de esgotos; e P_t indica a população total da área considerada.

Expresso pela relação entre a população atendida com ligação oficial de esgotos à rede pública de coleta em determinada área e a população total da área considerada, tem-se a Indicador de coleta de esgoto (I_{ce}), onde se tem $I_{ce} = \frac{P_a}{P_t}$, sendo P_a referente à população da área considerada, atendida com coleta de esgotos, e P_t corresponde à população total da área considerada.

Dimensão econômico-financeira

A dimensão econômico-financeira, evidentemente, é fundamental para as entidades, pois a decisão de investimento, em muitos casos, está relacionada com a maximização de sua rentabilidade. Do ponto de vista econômico-financeiro, investir em um projeto depende do retorno esperado: quanto maiores são os ganhos futuros de certo investimento, tanto mais atraente o empreendimento parecerá para qualquer investidor. Existem vários indicadores e técnicas financeiras utilizados para avaliar o desempenho econômico de um investimento. São exemplos: *payback*; valor presente líquido; taxa interna de retorno; e análise custo-benefício.

Produto Interno Bruto (PIB)

O Produto Interno Bruto *per capita* indica o nível médio de renda da população em um país. Define-se como PIB a renda devida à produção dentro dos limites territoriais. Em outras palavras o produto nacional (renda que pertence efetivamente aos nacionais) mais a renda enviada para pagamento de fatores de propriedade de não residentes menos a renda recebida do exterior para o pagamento de fatores de produção de residentes é igual ao produto interno (PINHO et al., 2005).

Esse indicador é útil para sinalizar o estado do desenvolvimento econômico, em muitos aspectos e o estudo de sua variação informa sobre o comportamento da economia ao longo do tempo. O PIB *per capita* é normalmente utilizado como um indicador do ritmo de crescimento da economia. Assim, o crescimento indicado pode estar relacionado com a condição para a satisfação das necessidades humanas correntes, para o combate à pobreza, diminuição do desemprego e para minorar outros problemas sociais (IBGE, 2010).

Valor presente líquido (VPL)

Este indicador se refere à quantia pela qual o valor presente de uma série projetada de renda excede o custo de um investimento. O objetivo do valor presente líquido é determinar a viabilidade financeira de um projeto de investimento e é calculado pela equação $VPL = -CF_0 + \sum_{j=1}^n CF_j / (1+i)^j$, sendo CF_0 corresponde ao valor investido; CF_j ao valor dos benefícios esperados; e j se refere a taxa de juros. A equação indica que VPL é o ganho adicional obtido pelo projeto.

Taxa interna de retorno (TIR)

A taxa interna de retorno é definida como a taxa de juros igual ao valor presente com os custos do investimento. A fórmula pela qual se faz o cálculo é: $TIR = \text{Lucro} / \text{Investimento}$. Valdes et al. (2004) estabelecem algumas desvantagens para aplicação de TIR em avaliação de projetos na área de recursos hídricos, sendo elas: ser constante ao longo do período de vida de um projeto; valor positivo não indica que um projeto é socialmente rentável; e poder conduzir erroneamente a uma comparação de retornos entre projetos.

Na perspectiva do Ministério da Saúde, no caso de projetos de abastecimento de água a dimensão econômica visa: aumentar a vida média pela redução da mortalidade; aumentar a vida produtiva do indivíduo

quer pelo aumento da vida média, quer pela redução do tempo perdido com doença; facilitar a instalação de indústrias, inclusive a facilitar o combate a incêndios.

Já os projetos de esgotamento sanitário, sob os projetos devem visar: ao crescimento da vida média do homem, pela redução de casos de doenças; diminuição das despesas com tratamento de doenças evitáveis; à redução do custo de tratamento da água de abastecimento, pela prevenção de poluição de mananciais; ao controle da poluição das praias e dos locais de recreação com o objetivo de promover turismo; à preservação da fauna aquática, especialmente os criadouros de peixe (BRASIL, 2004). Assim, conclui-se, no âmbito de saneamento que a visão econômico-financeira em muitas situações está estritamente relacionada às condições sociais e de saúde da população, sendo, portanto, avaliadas como tais.

Dimensão ambiental

Na avaliação de projetos, o impacto ambiental se torna fator de grande importância porque além de beneficiar a sociedade, deve garantir qualidade do meio ambiente. Os efeitos negativos de deterioração do meio ambiente causados por um projeto podem desencadear, futuramente, outros serviços públicos para reparar os danos ocasionados pelos primeiros. Contador (1997) assevera que, em relação a muitos dos efeitos ambientais decorrentes de execução inadequada de projetos, cedo ou tarde, a coletividade terá que pagar um preço para tentar remediar as decisões erradas do passado.

A legislação brasileira, por meio da Resolução Conama 01 de 23 de janeiro de 1986, estabelece as definições, responsabilidades e diretrizes gerais para o uso e implantação da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). No seu Art. 1º, é definido impacto ambiental como qualquer forma de alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante de atividades humanas que afetem direta ou indiretamente: a saúde, a segurança, e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

Sánchez (2008) aponta diversos tipos de ações humanas que implicam em impacto ambiental. Destacam-se algumas relacionadas com o tema em estudo. Supressão de certos elementos do ambiente como supressão de componentes do ecossistema, como a vegetação; destruição completa de habitat; destruição de componentes físicos da paisagem (por exemplo, escavações); supressão de elementos significativos do ambiente construído; supressão de referências físicas à memória (locais sagrados, cemitérios). Referente à Inserção de certos elementos no ambiente, tem-se como exemplo: introdução de componentes construídos (por exemplo, barragens, estações de tratamento de esgoto, lagoas de estabilização); já relativo à sobrecarga (introdução de fatores de estresse além da capacidade de suporte do meio, gerando desequilíbrio), propõe-se qualquer poluente a exemplo dos emissários.

Definir o grau de impacto ao meio ambiente é uma tarefa difícil, pois para medir a alteração ambiental é necessário um estudo técnico, além de juízo de valor dos decisores, o que implica em subjetividade. Para essa definição, impõe-se um diagnóstico ambiental com uma equipe multidisciplinar, e os resultados da previsão dos impactos devem conter informações sobre magnitude ou intensidade do

impacto. Na visão de Monteiro (2015), o diagnóstico ambiental é fundamental no planejamento de um empreendimento, e deve ser elaborado na fase anterior ao estudo do projeto, com a finalidade de propiciar elementos para subsidiar a sua viabilidade. O diagnóstico deve refletir fielmente as condições atuais do meio físico e biótico, de forma inter-relacionada.

A Resolução Conama nº 1/86 dá diretrizes para a determinação dos atributos para análise de impacto ambiental. A classificação dos impactos é feita por: impactos benéficos ou adversos; impactos diretos ou indiretos; impactos imediatos, de médio ou longo prazo; impactos temporários ou permanentes; impactos reversíveis ou irreversíveis. Especificamente, serão apontados alguns dos possíveis impactos causados por obras de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Impactos ambientais em projetos de abastecimento de água

A análise de projeto de projetos de abastecimento de água requer que sejam consideradas as seguintes condições: avaliação dos recursos hídricos disponíveis e seu uso em múltiplos setores; avaliação da eficiência do uso da água nos projetos de abastecimento; e planejamento do sistema segundo critérios ecológicos (BNB, 1999).

A Resolução Conama nº 20/1986 classifica quais as águas superficiais que são adequadas ao abastecimento público. Além disso, encontram-se na Resolução Conama nº 55/1988 as especificações e critérios para o licenciamento ambiental de projetos de abastecimento de água. O Código Florestal estabelece exigências para que sejam protegidas as margens de cursos de água, lagos e represas (Lei nº 4.771/65). Em projetos de abastecimento de água, é primordial o cumprimento de exigências em âmbito federal, distrital, estadual e municipal que podem ser pela Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei Estadual de Recursos Hídricos e o PMSB.

O BNB (1999) relaciona os impactos ambientais negativos com suas devidas medidas mitigadoras para sistemas de abastecimento de água. Os impactos ambientais potenciais como modificação dos cursos d'água; alteração do balanço hídrico; remoção da vegetação; erosão das margens e assoreamento dos cursos d'água e alteração da fauna e na flora aquática e terrestre podem ser minimizados com as seguintes medidas: implantação programas de proteção ambiental dos mananciais, mediante a recuperação e manutenção das matas ciliares, conservação dos solos e do planejamento territorial; implantação sistema de medição e controle da qualidade e quantidade da água, permitindo a vigilância da contaminação; e análise e avaliação do uso atual das águas superficiais em toda a área dos mananciais de tal forma a adotar medidas preventivas e corretivas, legais e operacionais.

Impactos ambientais em projetos de esgotamento sanitário

Os impactos negativos ambientais oriundos de esgotamento sanitários podem ser determinados conforme a quantidade de materiais contaminantes contidos no esgoto, compreendendo, principalmente: sólidos suspensos; sólidos dissolvidos; matéria orgânica e inorgânica, nutrientes, óleos e graxas; microrganismos patogênicos; e substâncias químicas tóxicas.

Não havendo tratamento, esse esgoto, ao ser lançado diretamente nos cursos d'água, as águas residuárias causam impactos ambientais bem significantes com riscos tanto ao meio ambiente como à população. Os impactos negativos dos sistemas de esgotamento sanitário devem ser previstos durante a elaboração e análise de projetos, para que sejam minimizadas certas consequências, como geração de poeira, ruídos e obstrução de vias e supressão da cobertura vegetal, que pode ocasionar alteração na qualidade de vida da população (BNB, 1999).

Outro impacto a ser observado pelo BNB (1999), na operação de estações de tratamento de esgoto, é a geração de odor durante o processo e no lançamento do efluente no corpo receptor. Este odor pode causar muita insatisfação da comunidade que habita próxima à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Deve-se ter como medida mitigadora o planejamento da localização das unidades compatíveis com o uso do solo regional, com tecnologia adequada e com sistema de eliminação e controle de odores.

Dimensão sanitária e social

No setor de saneamento, os aspectos sociais assumem papel significativo, visto que investimento está estritamente ligado com políticas públicas. A avaliação social propicia que sejam investigados os efeitos de um projeto sobre o desenvolvimento da sociedade. Sob o aspecto sanitário e social, os projetos de saneamento visam a: controlar e prevenir doenças, facilitar a limpeza pública; propiciar conforto, bem-estar e segurança e aumentar a esperança de vida da população. Assim, os benefícios de um projeto podem ser estimados com suporte em indicadores sociais, como tamanho da população beneficiada, número de empregos gerados, mortalidade infantil, entre outros.

Indicadores sociais revelam a situação de determinada população, segundo diversos aspectos, pois servem também para realizar comparações entre regiões, estados e municípios. No estudo, as principais fontes de dados para análise social têm origem em pesquisas do IBGE, como as pesquisas censitárias, amostra de domicílios (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD), SNIS, entre outros.

Alguns autores conferem atenção especial aos indicadores epidemiológicos para representar os efeitos da insuficiência das ações de saneamento nos municípios, como nos casos de Costa *et al* (2005), Teixeira *et al*. (2001). Teixeira *et al*. (2003) destacam, como indicadores: mortalidade infantil, mortalidade e morbidade e índice de desenvolvimento humano (IDH).

Índice de desenvolvimento humano (IDH)

Este indicador é revelado pela interação sob o ponto de três dimensões - longevidade, educação e renda - obtidas pelas variáveis com pesos iguais: expectativa de vida ao nascer, alfabetização de adultos, matrículas combinadas nos três níveis de ensino, produto interno bruto (PIB) *per capita*, cujos resultados são entre 0 e 1. O IDH para municípios (IDH-M) é calculado de forma diferente pelas seguintes alterações: substituição do PIB *per capita* pela renda familiar *per capita* média do município e mudanças nos valores-limite de cálculo dos índices parciais.

Diversos estudos indicam estreita relação entre saneamento e saúde. Libânio et al. (2005) constataam a importância da discussão das interfaces da gestão de recursos hídricos com setores dependentes de água de boa qualidade, indispensável à promoção da saúde pública. A correlação entre o IDH e a os serviços de saneamento é demonstrada pela análise conjunta de indicadores sociais e os serviços de saneamento no Brasil.

Taxas de mortalidade infantil

A taxa de mortalidade infantil consiste na relação entre o número de crianças que morrem entre zero e um ano de idade, sobre o total de crianças nascidas em determinado ano adotado como referência. Em geral, a taxa é expressa pela quantidade de crianças mortas para cada 1.000 nascimentos em que as crianças sobrevivem. No Brasil, a grande dificuldade em evidenciar com precisão a taxa de mortalidade infantil está relacionada com a falta de informações a respeito dos nascimentos e mortes de crianças menores de um ano. Esse fato é decorrente da falta de registro nos cartórios e registros civis, especialmente nas regiões rurais, pequenas cidades ou entre os grupos sociais de menor renda. Então, esta taxa deve ser estimada ou corrigida por meio de técnicas indiretas.

Dimensões legais e regulatórias

Este tópico tem como objetivo guiar sobre as questões regulatórias para a definição de projetos sanitários e do licenciamento ambiental para tais empreendimentos. Serão listadas algumas fontes de consulta sobre os recursos hídricos e feitas indicações para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Conforme a Política Nacional de Recursos Hídricos, a Lei das Águas do Brasil Lei 9.433/97 estabelece: a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico e a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas.

A Lei 11.107/2005, Lei de Consórcios Públicos, vem permitir a gestão associada de serviços públicos, incluindo os de saneamento básico, em municípios contíguos que de forma voluntária, se consorciem. O PMSB, embora local, deverá ser elaborado com preocupação na dimensão regional, bem como manter estreita relação com as diretrizes estabelecidas nas políticas de saneamento básico, meio ambiente/recursos hídricos, desenvolvimento urbano/habitação e desenvolvimento agrário da unidade federada onde está situado.

A Lei 11.445/2007, em seu Art. 2º, diz que os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais (BRASIL, 2007):

- I - universalização do acesso;
- II - integralidade, atividades propiciando à população o acesso para a conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;
- III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;
- V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;

VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;

VII - eficiência e sustentabilidade econômica;

IX - transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;

X - controle social; e

XI - segurança, qualidade e regularidade.

A Resolução Conama nº 237, de 19/12/1997, que dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental, prevê que estão sujeitos ao licenciamento ambiental os empreendimentos e atividades listadas no Anexo 1 (Art. 2º, § 1º). No caso do saneamento básico são: estações de tratamento de água; interceptores, emissários, estação elevatória e tratamento de esgotos; e tratamento e destinação de resíduos sólidos urbanos

A Resolução Conama nº05, de 15/06/1982, dispõe sobre o licenciamento de obras de saneamento, enquanto a Resolução Conama nº237/97 dispõe sobre procedimentos e critérios, e define competências para a realização do licenciamento ambiental nos três níveis de governo, com base na abrangência dos impactos. Nesta Resolução encontram-se listadas atividades passíveis do licenciamento ambiental, tais como estações de tratamento de água, interceptores, emissários, estação elevatória e de tratamento de esgotos, destinação de resíduos sólidos urbanos, inclusive aqueles provenientes de fossas, recuperação de áreas contaminadas ou degradadas. Além disso, a Resolução nº377, de 09/10/2006, dispõe sobre licenciamento ambiental simplificado de sistemas de esgotamento sanitário.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa bibliográfica envolveu aproximadamente cinquenta publicações internacionais e nacionais com a finalidade de conhecer os indicadores ou critérios utilizados para resolver problemas em projetos de sistemas de água e esgoto. A síntese dos indicadores encontrados pode ser visualizada na Tabela 2, conforme classificação em quatro dimensões: ambiental, social e saúde, técnico e econômico-financeiro.

Tabela 2: Lista de indicadores para avaliação de projetos em saneamento.

Dimensões	Indicadores
Ambiental	Nível de alteração na fauna e flora
	Grau de desmatamento
	Emissão de gases, poluição do ar
	Riscos de erosão, comprometimento do solo
	Produção de odores ou ruídos
	Qualidade da água (Ph, turbidez, DBO)
Social e saúde	IDH
	Taxa de mortalidade infantil, proliferação de doenças
	Visibilidade, imagem pública
	Proliferação de doenças
	Risco à saúde pública, riscos de acidente
Técnico	Índice de cobertura do serviço, nível de atendimento
	Alteração do balanço hídrico
	Rebaixamento do lençol freático
	Prazo de execução da obra
Econômico-financeiro	Custo (operacional, manutenção, administrativo)
	VPL, TIR
	Benefícios
	Energia necessária

	PIB
	Produção agrícola, benefícios agrícolas

No âmbito internacional, ficou evidente a importância de naturezas distintas na avaliação de projetos. O critério qualidade da água, avaliado por indicadores como a concentração da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) foi preponderante tanto para avaliação de projetos de abastecimento de água como para projetos de esgotamento sanitário. Esse critério juntamente com liberação de nitrogênio e emissão de gases, foram associados como critérios ambientais.

Entre as principais publicações com os indicadores de projetos de abastecimento de água estão: Cordeiro Netto et al. (1996), Joubert et al. (1997), Abrishamchi et al. (2005), e Chung et al. (2009). No que diz respeito aos indicadores ou critérios levantados para projetos de esgotamento sanitário destacam-se os artigos de Tecle et al. (1988); Anagnostopoulos et al. (2007), Gómez-López et al. (2009), e Kalbar et al. (2013).

Houve destaque da dimensão social na avaliação de projetos, que se manifestou por questões como: imagem do empreendimento, aprovação pública, nível de impacto na sociedade. O impacto na saúde se mostrou como elemento de preocupação na área de saneamento. Por fim, no aspecto econômico observou-se questões como custos de construção, operação e manutenção do sistema. No âmbito nacional, múltiplas dimensões. A forte preocupação com o social e a saúde está estritamente ligada com o saneamento e indicadores como mortalidade infantil e índice de desenvolvimento humano (IDH) fazem parte da avaliação de tais projetos. Observa-se, também, intensa participação de fatores ambientais que deve ser considerada como estratégia de proteção nacional dos recursos hídricos.

Os resultados da pesquisa demonstram heterogeneidade nos indicadores cuja abrangência incluem naturezas qualitativas e quantitativas. Essa síntese é importante, pois fornece uma visão mais ampla sobre todas as múltiplas áreas em que os sistemas de água e esgoto impactam. Os indicadores foram organizados em classes os indicadores pesquisados. Lembra-se que dependendo do ponto de vista do avaliador o indicador pode ser visto como ambiental ou técnico, como, por exemplo, a qualidade de água. Vale observar que em indicadores qualitativos, pode haver necessidade de utilizar escalas verbais ou pontuações como formas de avaliar o desempenho das alternativas.

CONCLUSÕES

O grande desafio das políticas públicas é garantir melhorias sociais e qualidade ambiental na expansão dos serviços de abastecimento e esgotamento sanitário. Em consequência, a análise minuciosa dos objetivos desse tipo de projeto é, em muitas situações, negligenciada. Os recursos são limitados para a área de saneamento, o que demanda maior atenção ao planejamento de projetos em abastecimento de água e esgotamento sanitário. A distribuição adequada de tais serviços é essencial para diminuir desigualdades sociais, além de ser imperativo mitigar os impactos ambientais negativos, assim, torna-se fundamental a visão integrada no planejamento de serviços de água e esgoto.

O artigo propiciou uma visão holística dos aspectos relevantes na avaliação de projetos, inicialmente pela apresentação contextual de saneamento no país e, em seguida, pela delimitação de diretrizes legais para execução e operação de tais serviços. A lista de indicadores e sua organização apoia as decisões

referentes ao planejamento de sistemas de água e esgoto. Com suporte no trabalho desenvolvido, é possível utilizar a sistematização proposta como referência na elaboração de planos municipais saneamento.

REFERÊNCIAS

- ABRISHAMCHI, A.; EBRAHIMIAN, A.; TAJRISHI, M.; MARIÑO, M.. Case study: application of multicriteria decision making to urban water supply. **Water Resources Planning and Management**, v.131, n.4, p.326-335, 2005. DOI: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2005\)131:4\(326\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2005)131:4(326))
- ANAGNOSTOPOULOS, K. P.; GRATZIOU, M.; VAVATSIKOS, A. P.. Using the fuzzy Analytic Hierarchy Process for selecting wastewater facilities at prefecture level. **European Water**, v.19, p.15-24, 2007.
- AROEIRA, R. D. M.. Plano Municipal de Saneamento Básico: a experiência de Belo Horizonte. In: BRASIL: **Lei Nacional de Saneamento Básico**: perspectivas para as políticas e a gestão dos serviços públicos. Brasília: DOU, 2009. p.54-86.
- BNB. Banco do Nordeste. **Manual de impactos ambientais**. Fortaleza: BNB, 1999.
- BRASIL. **Lei n.11107 de 6 de abril de 2005**. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. Brasília: DOU, 2007.
- BRASIL. **Lei n.11445 de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília: Presidência da República, Casa Civil, 2007.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Avaliação de impacto na saúde das ações de saneamento**: marco conceitual e estratégia metodológica. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.
- BRASIL. Ministério de Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**: diagnóstico dos serviços de água e esgotos. Brasília: Ministério de Cidades, 2017.
- CHUNG, E.; LEE, K. S.. Prioritization of water management for sustainability using hydrologic simulation model and multicriteria decision making techniques. **Journal of Environmental Management**, v.90, p.1502-1511, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.10.008>
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 01 de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre procedimentos relativos ao Estudo de Impacto Ambiental. Brasília: DOU, 1986.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n.237 de 19 de dezembro de 1997**. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental. Brasília: DOU, 1997.
- CONTADOR, C. R.. **Projetos sociais**: avaliação e prática. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1997.
- CORDEIRO NETTO, O.; PARENT, É.; DUCKSTEIN, L.. Multicriterion design of long-term water supply in southern France. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v.122, n.6, p.403-413, 1996. DOI: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(1996\)122:6\(403\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(1996)122:6(403))
- COSTA, S. S.; HELLER, L.; BRANDÃO, C. C. S.; COLOSIMO, E. A.. Indicadores epidemiológicos aplicáveis a estudos sobre a associação entre saneamento e saúde de base municipal. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.10, n.2, p.118-127, 2005.
- FARIA, S. A.; FARIA, R. C.. Cenários e perspectivas para o setor de saneamento e sua interface com os recursos hídricos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.9, p.202-210, 2004.
- GALVÃO JÚNIOR, A. D. C.; SILVA, A. C.. **Regulação**: indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto. 2 ed. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.
- GALVÃO JUNIOR, A. D. C.; SOBRINHO, G. B.; SAMPAIO, C. C.. **A informação no contexto dos planos de saneamento básico**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2010.
- GÓMEZ-LÓPEZ, M. D.; BAYO, J.; GARCÍA-CASCALES, M. S.; ANGOSTO, J. M.. Decision support in disinfection technologies for treated wastewater reuse. **Journal of Cleaner Production**, v.17, p.1504-1511, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.06.008>
- HELLER, L.; CASTRO, J. E.. Política pública de saneamento: apontamentos teórico-conceituais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.12, n.3, p.284-295, 2007.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**: Brasil 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- JOUBERT, A.; STEWART, T. J.; EBERHARD, R.. Evaluation of water supply augmentation and water demand management options for the city of CapeTown. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, v.12, p.17-25, 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/mcda.342>
- KALBAR, P. P.; KARMAKAR, S.; ASOLEKAR, S. R.. The influence of expert opinions on the selection of wastewater treatment alternatives: a group decision-making approach. **Journal of Environmental Management**, v.128, p.844-851, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.06.034>
- LIBÂNIO, P. A. C.; CHERNICHARO, C. A. D. L.; NASCIMENTO, N. D. O.. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.10, n.3, p.219-228, 2005.
- MICELI, M.. **Apoio ao setor de saneamento**. Rio de Janeiro: BNDES, 2008.
- MONTEIRO, D. A. P.. Questões sobre meio ambiente: parte 1. In: FANTINATTI, P.; FERRÃO, A.; ZUFFO, A.. **Indicadores de sustentabilidade em engenharia**: como desenvolver. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- MORAES, L. R. S.. Política e Plano Municipal de Saneamento Básico: aportes conceituais e metodológicos. In: BRASIL. **Lei**

Nacional de Saneamento Básico: perspectivas para as políticas e a gestão dos serviços públicos. Brasília: BNDES, 2009. p.31-53.

MOTTA, R. S. D.. **Questões regulatórias do setor de saneamento no Brasil.** Rio de Janeiro: IPEA, 2004.

PINHO, D. B.; VASCONCELLOS, M. A. S. D.. **Manual de economia.** 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

REZENDE, S. C.; HELLER, L.. **O saneamento no Brasil:** políticas e interfaces. Belo Horizonte: UFMG, 2008.

SÁNCHEZ, L. E.. **Avaliação de impacto ambiental:** conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A.. **Os projetos e as novas tecnologias de produção e gestão.** São Paulo: Atlas, 2002.

TECLE, A.; FOGEL, M.; DUCKSTEIN, L.. Multicriterion Selection of Wastewater Management Alternatives. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v.114, n.4, p.383-398, 1988. DOI:

[http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(1988\)114:4\(383\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(1988)114:4(383))

TEIXEIRA, J. C.; HELLER, L.. Modelo de priorização de investimentos em saneamento com ênfase em indicadores de saúde: desenvolvimento e aplicação em uma companhia estadual. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.6, n.3, p.138-146, 2001.

TEIXEIRA, J. C.; HELLER, L.. Priorização de investimentos em saneamento baseada em indicadores epidemiológico e financeiro. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.8, n.3, p.187-195, 2003.

VALDES, A.; WAGNER, E.; MARZALL, I.; SIMAS, J.; MORELLI, J.; PEREIRA, L.; AZEVEDO, L. G. T.. **Impactos e externalidades sociais da irrigação no semi-árido brasileiro.** Brasília: Banco Mundial, 2004.

VARGAS, M. C.; LIMA, R. F. D.. Concessões privadas de saneamento no Brasil: bom negócio para quem?. **Ambiente & Sociedade**, v.7, n.2, p.67-95, 2004.