

# ODS 12 – Consumo e produção responsáveis: reconectando a complexidade entre impactos, perdas e alternativas para o desenvolvimento sustentável

*Sâmela Klein Silvano  
Tatiana Sadalla Collese  
Leandro Luiz Giatti*

## INTRODUÇÃO

A modernização global dos últimos séculos, embora portadora de inúmeros avanços, tem corroborado um contexto de múltiplas fragmentações, que confrontam as constatações de uma crise ambiental planetária marcada pela escassez de recursos e de condições de suporte à vida, levando a limites nunca antes atingidos (1,2). De um lado, contingentes cada vez maiores de populações urbanas ampliam suas demandas por recursos na busca por conforto e de boas condições de vida, de outro, condutas muitas vezes inconscientes e irresponsáveis quanto aos limites da escassez global encadeiam conjuntos de pressões insustentáveis mediante à capacidade de provimento de recursos dos ecossistemas.

Nessa perspectiva, as pessoas absorvidas pelos contextos de modernização, com seus modos de vida baseados no consumo, encontram-se cada vez mais desconectadas de racionalidades que são imprescindíveis para enfrentar a insustentabilidade. As facilidades do consumo e os estilos de vida associados ao urbano corroboram um cotidiano alheio à complexidade dos problemas ambientais. Tanto na escala individual, como na perspectiva das coletividades, ressalta-se a necessidade de reconectar as pessoas, seus

saberes e práticas sociais com a busca da sustentabilidade. Nesse sentido, a promoção de uma modernização reflexiva coloca-se como uma premissa fundamental na atualidade (3), em que cada indivíduo deva e possa, por exemplo, refletir sobre os amplos impactos a partir daquilo que consome.

Mas o problema das fragmentações e da desconexão não remete apenas aos indivíduos ou às coletividades de consumidores. A modernidade, com sua forma de desenvolvimento de conhecimento hiper especializado e imposição de soluções em escala industrial e setorializada, também corroborou a divisão do mundo em campos de atuação e atividades econômicas que se desenvolvem em silos, frequentemente ignorando impactos que transcendem setores ou determinadas cadeias de recursos, estas que, na verdade são fundamentalmente interdependentes (4). A perspectiva meramente economicista de tratar perdas e impactos como externalidades se coloca insuficiente perante a forma como os recursos limitam a própria economia e a busca da necessária inclusão social às condições dignas de vida. Os recursos hídricos, por exemplo, estão no âmago das contingências de quaisquer atividades econômicas e, também, intensamente condicionados aos impactos das mudanças climáticas, como no caso da perspectiva de maior frequência e intensidade de secas (5). Nesse sentido, quando há perdas e desperdício de alimentos, seja em domicílios ou em etapas de cadeias de produção e provisão, tem-se também a perda de água que foi demandada em todas as etapas de produção. Esse é o tom de análise desta perspectiva intrínseca quanto à complexidade da crise global no que diz respeito à escassez de recursos limitantes.

A racionalidade hiper especializada, setorial e desconexa da complexidade sistêmica fragmentou as posturas e atividades humanas, ao passo em que a dimensão e escala das mudanças conectou o planeta por meio da depleção dos recursos, degradação dos ecossistemas, aquecimento global e perda da biodiversidade. Esse quadro coaduna intensas mudanças decorridas desde a Revolução Industrial no século XVIII, delimitando a entrada em uma era econômica-social pautada pela produção em larga escala e pelo consumo. Para esta produção ser realizada a humanidade tem se valido vorazmente de recursos naturais renováveis e não renováveis. Depois de quase três séculos desta lógica despreocupadamente exploratória, nos encontramos em uma nova era geológica: o An-

tropoceno, do grego *anthropo* (ἄνθρωπος) que significa "humano" e -ceno que significa "novo". Não existe um consenso de datação desta nova era, mas é marcante que os efeitos da atividade humana mudaram o ou aceleraram uma transformação planetária de forma irreversível e incontestável. Isso se coloca de várias formas, afetando a biodiversidade, os rios e oceanos, mudando a atmosfera, o clima e a disponibilidade de recursos naturais (6).

Talvez, por exemplo, no passado colonial fosse possível conceber que "vencer" a floresta tropical convertendo-a em monocultura fosse algo isolado, concretizando apenas a almejada geração de riqueza. Hoje, podemos afirmar que há linguagem, racionalidade e formas de mensurar suficientes para compreendermos que a supressão de qualquer fragmento de floresta nativa dialoga diretamente com a crise planetária, assim exacerbando o risco hídrico, ameaçando a biodiversidade, emitindo gases de efeito estufa e impactando o microclima. Todas essas mudanças são, de fato, passíveis de ponderação mediante a relação local-global, portanto, mostrando que no contexto do Antropoceno nossos impactos se recrudesçam dinamicamente e de forma transescalar.

Mediante a essas constatações, é importante reconhecer que não é mais possível silenciar diante da fragmentação do mundo e da irresponsabilidade frente a uma crise de tão elevada magnitude. O reconhecimento da relação intrínseca na resolução desses problemas se faz expressivo na compreensão de quão desafiantes são os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas. Nesse sentido, é fundamental reconhecer que apesar de todos estes objetivos serem louváveis e fortemente consensuais, pode haver entre eles sérias dificuldades de cumprimento e, até mesmo, situações antagônicas, como nas formas de competição por recursos necessários ao cumprimento de metas. Por exemplo, o aumento da produção de alimentos acarreta em ampliação de demanda e competição por recursos, podendo escassear água, energia e solo para uso agrícola (7). Além disso, a expansão convencional dos sistemas de produção agrícola pode também impactar os ecossistemas de maneira generalizada e ser conflitante com a redução de desigualdades e com oferta de trabalho decente, uma vez que o modelo agrícola hegemônico pode ser fortemente concentrador de renda e pouco dependente de mão-de-obra.

Além da consideração entre possíveis contradições na busca dos ODS, também é importante ressaltar a dificuldade de se estabelecer políticas e ações em quantidade e amplitude satisfatórias para atender à diversidade dos 17 objetivos e respectivas metas. Nesse sentido, é importante reconhecer que há possibilidades de estratégias integradas, capazes de catalisar as dimensões dos ODS na forma de ganhos transversais. Isso é o que demonstram Sachs et al. (8) com proposição de seis módulos de transformação para a busca do desenvolvimento sustentável. Estes módulos devem ser constituídos como blocos de ações convergentes, por exemplo, na agregação de ações voltadas à educação, gênero e iniquidade, que, portanto, dialogam com uma diversidade de objetivos e metas dos ODS. Da mesma forma, os autores propõem um módulo de transformação envolvendo alimentação sustentável, solo, água e oceanos. De maneira transversal a diversos dos ODS, essa transformação pode agregar produção agrícola eficiente e resiliente, pesca sustentável, proteção da diversidade terrestre e aquática, cadeias de comércio e provisão consistentes com o desenvolvimento sustentável e gestão integrada de recursos hídricos e de solo.

A abordagem dos ODS, portanto, deve ser empreendida por meio de convergências e transversalidades que possam superar a convencional fragmentação de ações, saberes, setores, escalas territoriais e níveis organizacionais (como unidade de gestão de governo local, corporações, governo nacional ou supranacional). Esse novo paradigma também requer inovadoras formas de pensar, o que pode ser estimulado por uma educação para sustentabilidade, alicerçada em um tripé de participação, cocriação e corresponsabilidade. Essas bases remetem ao processo imprescindível de aprendizagem social, reconhecimento de capacidades plurais e necessidade urgente de que todos se reconheçam responsáveis pela crise planetária que enfrentamos (9).

Os cidadãos de hoje devem estar conscientes de seu papel, tendo também a possibilidade de criar e de contribuir com soluções que dialoguem com políticas públicas, por exemplo. Por outro lado, a superação de modelos tecnicistas e setoriais de gestão de recursos e de atendimento de demandas da sociedade requer educar, transcender limites de conhecimento e de ação e se beneficiar de aprendizagem e diálogos entre os mais distintos atores sociais (10). Essa diversificação entre atores, setores e distintos

saberes caracteriza a inovação e a legitimidade da busca do desenvolvimento sustentável, e deve ser conduzida na forma de diálogos entre setores e níveis organizacionais, como entre agricultores, gestores de bacias hidrográficas, terceiro setor, governo e indústrias.

Mas se de um lado os indivíduos, setores produtivos e instituições encontram-se desagregados mediante à complexidade do contexto global de hoje, as consequências das interdependências de crise do Antropoceno já são passíveis de identificação, como no caso da sindemia global de obesidade, desnutrição e de consequências das mudanças climáticas. Desse modo, caracteriza-se o desafio de se buscar sistemas alimentares saudáveis e sustentáveis mediante à crise ambiental global da atualidade e as múltiplas ameaças à saúde humana que se sobrepõem (11,12). Assim, entendemos que perspectivas interativas e integradoras devem constituir vias para conectar desde indivíduos e pequenas comunidades vulneráveis com os níveis organizacionais dos sistemas produtivos, o mercado internacional e os limites ecossistêmicos do planeta.

Diante destas considerações, este capítulo propõe explorar temas que caracterizam consumo e produção de alimentos sob uma lógica coletiva da responsabilidade na busca do desenvolvimento sustentável. Em detalhes, tratamos da perspectiva das pegadas de carbono e ecológica relacionadas à produção e consumo de alimentos, também exploramos a relação intrínseca de recursos fundamentais aos sistemas alimentares. Na próxima seção deste texto, apresentamos os conceitos de pegada de carbono e ecológica, como instrumentos importantes para o desenvolvimento sustentável nas relações de produção e consumo de alimentos. Na terceira seção abordamos as cadeias de alimentos sensíveis à nutrição, analisando componentes importantes para se alcançar mudanças nos sistemas alimentares, tornando os alimentos diversos e nutritivos mais acessíveis, disponíveis, seguros e desejáveis. A quarta seção do texto, apresenta o nexos água-energia-alimentos e sua racionalidade a partir da interdependência intersetorial, conceito que vem contribuindo para a produção de conhecimento e de medidas sofisticadas de gestão e governança para o desenvolvimento sustentável. Por fim, em nossas considerações finais refletimos sobre os atuais conceitos tratados no texto e a perspectiva de sua aplicabilidade desde o nível individual até os contextos ampliados dos sistemas alimentares.

## INDICADORES AMBIENTAIS NO PROCESSO PRODUTIVO

Indubitavelmente, o homem tem deixado sua marca no mundo natural. Na tentativa de mensurar parte desse impacto antropogênico, de maneira nomeadamente sugestiva, as pegadas foram propostas como importantes indicadores ambientais. A mais abrangente em representatividade é a ecológica, que mede a pressão antropogênica por distintos impactos nos recursos naturais. A pegada ecológica expressa a quantidade de recurso solo e água necessária para sustentar gerações atuais, levando também em conta todos os recursos materiais e energéticos relacionados às cadeias de produção e consumo. Convergem para isso, duas perspectivas ecológicas, primeiramente quanto a quantidade de recursos naturais para atendimento das necessidades humanas, em segundo lugar, vislumbra-se aferir se as demandas antrópicas e seus impactos enquadram-se nos limites planetários (13).

A pegada de carbono, por sua vez mais objetiva, representa a soma das emissões de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, provindos das atividades humanas como a queima de combustíveis fósseis durante os estágios de produção de mercadorias. Esta analogia tem sido de grande expressão na discussão global relacionada às mudanças climáticas em sua concepção quanto à origem em atividades antrópicas que resultam na emissão de carbono na atmosfera, corroborando com o aquecimento global (14). Constitui-se, portanto, como um fenômeno reconhecido amplamente pela comunidade científica e compreendido por meio de consequências que já estão devidamente identificadas. A questão da emissão de carbono se associa ao consumo energético de fontes fósseis e de outros processos associados ao consumo de biomassa ou degradação de ecossistemas, como no caso do desmatamento de florestas tropicais (15).

Os GEE mais relevantes são o dióxido de carbono e o metano, mas a lista de gases nessa categoria também inclui óxido nitroso, ozônio, clorofluorcarbonos e vapor d'água. Esses gases são essenciais para a manutenção da vida planetária, pois participam dos mecanismos de conservação da temperatura terrestre, mantendo um importante equilí-

brio na biosfera quando se encontram em níveis adequados. Uma vez que a emissão desses gases é fortemente impulsionada pelas atividades antrópicas, especialmente pela queima de combustíveis fósseis, nossa pegada de carbono global influencia o ciclo natural do carbono, gerando uma entropia sistêmica que por sua vez nos traz consequências indesejadas como as mudanças climáticas (16). Atualmente, a pegada de carbono é parte mais crescente e representativa da pegada ecológica global. Desde 1970, a pegada de carbono antrópica global mais que triplicou (17).

Há ainda a pegada hídrica, que é expressa em quantidade de água em relação a determinado processo produtivo. Seu cálculo envolve a soma de três componentes hídricos associados às cadeias produtivas: água superficial ou subterrânea, água da chuva e água necessária para assimilar a carga poluidora resultante dos processos de produção e consumo (18). Esses três indicadores ambientais (pegada de carbono, pegada hídrica e pegada ecológica) possuem uma gama suficiente de dados primários disponíveis na literatura, permitindo avaliações complexas relacionadas a processos de produção e consumo, embora nem sempre a nível nacional.

O contexto mundial de globalização com economia neoliberal, onde o uso dos recursos naturais não são uma preocupação urgente, concebeu o modelo de produção agrícola contemporâneo, este que é estruturalmente insustentável, uma vez que é dominado pelas monoculturas e pela chamada modernização agrícola. Esse modelo inclui acúmulo da propriedade da terra, desmatamento com perda de biodiversidade e de funções ecológicas, e, também, o uso intensivo de agrotóxicos e produtos químicos, que causam elevada emissão de GEE, efeitos adversos sociais, econômicos e de saúde ambiental (19).

Em se tratando das emissões de GEE, a produção de alimentos é responsável por um dos maiores impactos ecológicos no planeta. Em 2019, as emissões totais dos sistemas alimentares mundiais foram de 16,5 bilhões de toneladas métricas (Gt CO<sub>2</sub>eq ano<sup>-1</sup>), contribuindo com 31% das emissões totais de fontes antrópicas, ficando atrás apenas do setor de energia, devido à queima de combustíveis fósseis. Os processos industriais e o uso de produtos foram responsáveis por 9% do total e o setor de gestão de resíduos por

5%. O total de emissões de GEE mundiais pelo setor agroalimentar cresceu 16% entre 1990 e 2019 (20).

As emissões dos sistemas alimentares são aquelas geradas pelas atividades de: 1 - produção agrícola (culturas e pecuária); 2 - mudança de uso da terra, como no caso do desmatamento das florestas tropicais; e 3 - processos de pré e pós-produção. Os dois primeiros componentes resultam em emissões geradas em terras agrícolas, enquanto o terceiro se refere a emissões de processos da cadeia de suprimentos, incluindo transporte, processamento e fabricação de insumos, bem como de consumo doméstico e resíduos. Estas incluem emissões não- $\text{CO}_2$  da produção agrícola e pecuária, geradas dentro do portão das fazendas, bem como as perdas de carbono dos processos de conversão da terra necessários para abrir espaço para novos cultivos – principalmente desmatamento tropical e degradação de turfeiras (20,21,22).

No banco de dados sistemas FAOSTAT, referente a 236 países e territórios, no período 1990-2021, verifica-se que em 2019 as emissões globais dentro dos portões de fazenda foram de 7,2 Gt  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  ano-1; as emissões da mudança de uso da terra, devido ao desmatamento e degradação das turfeiras, foram de 3,5 Gt  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  ano-1; e as emissões dos processos de pré e pós-produção – fabricação de fertilizantes, processamento de alimentos, embalagens, transporte, varejo, consumo doméstico e descarte de resíduos alimentares – foram de 5,8 Gt  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  ano-1 (17).

A produção de alimentos de origem animal, particularmente a carne de ruminantes, tem um impacto elevado para o meio ambiente, pois resulta no aumento das emissões de GEE e no aumento de energia e água quando comparada à produção de vegetais (23). Eshel and Martin (24) verificaram que uma dieta onívora americana produz aproximadamente 1500 kg de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  por ano a mais do que uma dieta à base de plantas com a mesma ingestão calórica. Searchinger et al. (25) afirmam que a produção e o consumo de produtos animais liberam cerca de 13% das emissões mundiais de gases de efeito estufa. A conversão de florestas, savanas e turfeiras em terra para monoculturas representa aproximadamente 11% das emissões globais de GEE.



Reduzir significativamente a pegada de carbono é um passo essencial para promover padrões dentro dos limites planetários seguros. Trata-se, ainda, do passo mais fundamental para mitigar as mudanças climáticas. Os sistemas alimentares são bem reconhecidos como setor central na mitigação das mudanças climáticas uma vez que se associam a elevada demanda por recursos naturais. De fato, a maioria dos compromissos de mitigação comunicados pelos países à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC) por meio de Contribuições Nacionalmente Determinadas, incluem agricultura e uso da terra como prioridades estratégicas (26).

Cabe destacar que há também formas de cultivo mais sustentáveis, que fazem contraposição a forma contemporânea, por garantir a qualidade e a quantidade da produção, porém com melhor uso dos recursos naturais. A agroecologia, por exemplo, é um campo de estudo e prática abrangente que possui o paradigma produtivo baseado no ecologicamente correto. Diferencia-se em práticas como o modo de manejo do solo, maior diversidade vegetal, uso de rotação de culturas, controle natural de pragas, doenças e ervas espontâneas (27). Opções de cultivo como a hidroponia (28) e técnicas de produção como a agricultura de precisão (29) também garantem otimização dos recursos naturais. Outra forma de cultivo sustentável, baseado e estruturado no princípio da mitigação é a agricultura regenerativa, que como o nome sugere objetiva a regeneração do ambiente. Se baseia em distintos atributos e ações, tais como: regeneração de recursos naturais, impactos positivos no ambiente, sequestro de carbono, retenção de mais água no solo, recuperação de biodiversidade e aumento de produtividade considerando atributos ecológicos da produção (30).

Em contexto recente, muito preocupante é a aceleração do processo de degradação dos biomas brasileiros, frequentemente associada a frentes de expansão predatórias das fronteiras agropecuárias. O bioma Amazônia, por exemplo, vem sofrendo sérias ameaças com indicativos de perda de sua resiliência, ou seja, possibilidade de entrar em processo de profundas mudanças com perda de sua integridade, gerando efetivamente profundos impactos ecológicos em dimensão continental (31). Esta perspectiva ecológica permite compreender como os indicadores de pegada se caracterizam como sentinelas de processos mais amplos, sistêmicos e portadores de grandes riscos de desequilíbrios.

Quanto à Amazônia, por exemplo, observa-se que sua profunda degradação representa, de um lado, influência regional na dinâmica de chuvas e serviços ecossistêmicos essenciais, inclusive para a própria produção agrícola ao sul de seus domínios (32,33). Por outro lado, marcante também é o risco de desequilíbrio ecológico e de aumento de possibilidades de surgimento de doenças emergentes, algo que poderíamos aprender com a própria emergência da COVID-19 (34,35).

Assim entendemos que a busca pela produção sustentável de alimentos para alimentar os bilhões de habitantes do planeta não deve usar terras adicionais, deve, porém, salvaguardar a biodiversidade existente, reduzir uso de água consumível e gerenciar a água de maneira responsável, reduzir substancialmente a poluição por nitrogênio e fósforo, produzir emissões zero de dióxido de carbono e não causar mais aumento de emissões de metano e de óxido nitroso (36). O desafio para o século XXI é promover sistemas alimentares sustentáveis e que possam ser associados também a dietas que incorporem alternativas de mitigação para estes mesmos desafios planetários. Para tanto, é preciso repensar e promover mudanças no modo de produção, distribuição e consumo para atingir tais objetivos (37).

### *Padrões de consumo alimentar e sustentabilidade*

Para evitar que o aumento da temperatura média global chegue a 2°C até o final deste século, frente à emissão desenfreada de gases de efeito estufa, a pegada de carbono média anual por pessoa precisa ficar abaixo de 2 toneladas até 2050 (16). Quanto a isso, consta que hábitos simples relacionados ao estilo de vida como escolhas alimentares interferem na quantidade de gases de efeito estufa emitidos. Springman et al. (38), projetaram o impacto de fatores de mudanças no setor de alimentos que poderiam conter o aumento da temperatura global até 2050. Nesse sentido, prevalece a perspectiva de se correlacionar modelos dietéticos padronizados de consumo que sejam sustentáveis. Vários autores também estabeleceram uma relação favorável com adoção de dietas com menor consumo de carne e derivados a menor produção de GEE, quando comparada a dieta contemporânea, que é globalizada e onívora (39,40,41,42). De acordo com estudos de qualificação de dietas, a adequação nutricional destes modelos é compatível com a redução do GEE. As dietas a base de vegetais, podem ajudar a reduzir a

densidade energética total demandada nos sistemas alimentares, auxiliando assim na diminuição e controle da ingestão de energia, que por sua vez impulsiona a crescente prevalência da obesidade. Além disso, um grande conjunto de pesquisas estabelece que dietas regionais como a dieta mediterrânea (42,43,44), a dieta pescatariana (45), a nova dieta nórdica (46) ou dieta totalmente vegetariana (47) podem ser consideradas mais sustentáveis.

A dieta flexitariana também se constitui como uma alternativa eficaz para a redução das emissões de gases de efeito estufa, reduzindo entre 29 a 52% das emissões de GEE global (45). Este padrão dietético se caracteriza por ser majoritariamente, mas não estritamente, vegetariano. Ainda não há consenso na literatura sobre a definição de flexitarismo, apesar do crescente interesse nos setores científico e público. Sabe-se, entretanto, que a maioria dos consumidores flexitarianos se agrupa como pessoas que evitam comer carne ou reduzem o seu consumo (48).

A dieta flexitariana tem, portanto, o potencial para ser classificada como uma dieta sustentável ou planetária, inclusive, porque a redução de carne não é o único fator para esta classificação. É necessário que, além de um padrão alimentar a base de plantas, este seja diverso em espécies, com baixo teor de alimentos de origem animal, rico em gorduras insaturadas em vez de saturadas, e pequenas quantidades de grãos refinados, alimentos altamente processados e açúcares adicionados. Ao mesmo tempo, essa dieta pode proporcionar uma ingestão calórica adequada para a saúde humana e para o meio ambiente (36). Nesse contexto de busca de convergência entre qualidade de dieta e sustentabilidade, o grau de processamento dos alimentos também é um importante fator. Silva et al. (49) descreveram indicadores ambientais (gases de emissão de efeito estufa, pegada hídrica e ecológica) de alimentos de acordo com seu grau de processamento durante a linha temporal de 1987 a 2018 no Brasil. Com isso, observaram que indicadores de pressões ambientais são correlacionados ao crescimento da disponibilidade de produtos ultraprocessados. A contribuição para a impacto ambiental deste grupo de alimentos por indivíduo pelo menos dobrou durante os anos estudados, atingindo cerca de 20% do total de pegadas relacionadas à disponibilidade de alimentos. Sinalizando uma preocupação, uma vez que, além dos impactos ambientais por pessoa,

esses produtos são densos em energia e pobres em nutrientes, prejudicam a saúde humana e ainda promovem a perda da percepção social sobre o alimento, e o distanciamento das relações da natureza e o comer, uma vez que são produtos industrializados (50). Isso corrobora o contexto de fragmentação entre consumidores e cadeias produtivas com relação às questões ambientais globais contemporâneas.

### *O ODS 12.3 - Desperdício*

Um recente documento da ONU denominado Relatório do Índice de Desperdício Alimentar (51) estima que cerca de 931 milhões de toneladas de desperdício alimentar foram registradas em 2019, fato que indica pressão desnecessária sobre o ambiente e os recursos naturais. Se a perda de alimentos e o desperdício alimentar fossem um país, este seria a terceira maior fonte de emissões de gases de efeito de estufa, responsável por 8 a 10% das emissões globais de GEE (52). O desperdício alimentar também sobrecarrega os sistemas de gestão de resíduos e amplia a insegurança alimentar, tornando-se um importante contribuinte para as três crises planetárias: a mudança climática, a perda da natureza e da biodiversidade e a poluição por resíduos. Além de representar uma questão social antiética, quando se sabe que cerca de 690 milhões de pessoas passaram fome em 2019, um número que aumentou drasticamente durante e após a pandemia da COVID-19 (17). É por isso que a meta 12.3 do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12 visa reduzir pela metade o desperdício alimentar global per capita até 2030 (51).

Uma questão crucial da meta 12.3 é que existe uma lacuna de dados quando se trata de desperdício. Os autores do relatório anterior sobre desperdício alimentar da ONU (53) admitem uma subestimação importante nos números, que pode ser explicada por falta de dados fora da Europa e América do Norte, uso de diferentes metodologias de quantificação que não permitiam comparação e ainda dados nacionais desatualizados ou com lacunas existentes por serem dependentes de aproximação. Por isso, é possível que o impacto ambiental gerado pelo desperdício seja substancialmente maior do que o calculado. Como reduzir metade de um número que não se sabe ao certo? Embora tenhamos um avanço na compreensão da ordem de grandeza do desperdício, este apresenta um desafio anterior à redução. É necessário o aumento global de esforços

desde os contextos nacionais na quantificação precisa, e incluir a desagregação das estimativas de desperdício alimentar em partes comestíveis e não comestíveis (51).

Dentre os benefícios de reduzir à metade do desperdício até 2030 podemos considerar a redução das pressões ambientais (de 6 a 16 %) (45), a melhoraria a nutrição humana ao longo das dimensões da segurança alimentar, a melhoria na disponibilidade de alimentos, a acessibilidade econômica e física aos alimentos, o uso de alimentos e a estabilidade do suprimento de alimentos e preços ao longo do tempo (53).

### *Cadeia de produção de alimentos sensíveis à Nutrição. O que podemos fazer sobre a insegurança alimentar e nutricional?*

A nutrição desempenha um papel fundamental para atingirmos os ODS (54). É amplamente reconhecido que uma boa nutrição não é apenas um resultado desejável de saúde humana, mas também para o desenvolvimento econômico e social e preservação da saúde planetária. Otimizar o potencial dos mercados e das cadeias de alimentos é essencial para enfrentar os desafios e oportunidades que o complexo campo da nutrição enfrenta, particularmente relacionados às mudanças atuais nos padrões de consumo alimentar e mudanças climáticas, que estão ainda mais ameaçadas pelos desafios socioeconômicos impostos pela pandemia de COVID-19 (55).

As “Cadeias de Alimentos Sensíveis à Nutrição” representam um conceito que visa alavancar o potencial das cadeias de produção, transporte e distribuição de alimentos, a fim de melhorar a nutrição humana e preservar os recursos naturais. Ao aliviar as restrições de oferta e demanda de alimentos específicos, cadeias produtivas de alimentos sensíveis à nutrição não só contribuem para aumentar a renda ou produção, mas também para alcançar mudanças nos sistemas alimentares, tornando alimentos diversos e nutritivos mais acessíveis, disponíveis, seguros e desejáveis de serem consumidos. O desenvolvimento de múltiplas cadeias produtivas de alimentos sensíveis à nutrição e o fortalecimento de redes de marketing em uma área de projeto poderia apoiar ainda mais o desenvolvimento de um sistema alimentar local e nutritivo mais robusto (56).

Considerando os múltiplos desafios e oportunidades que envolvem a oferta e a demanda

por alimentos, existem diferentes estratégias para tornar uma cadeia de produção de alimentos mais propensa a melhorar a oferta de alimentos nutritivos, e, portanto, ser “sensível à nutrição”. Tais estratégias podem ser apresentadas em três categorias principais: estratégias para aumentar a oferta de alimentos nutritivos, estratégias para agregar valor nutricional ao longo da cadeia, e estratégias para melhorar a demanda por “alimentos nutritivos” (55).

As estratégias tradicionais de desenvolvimento da cadeia de alimentos podem incluir intervenções que abrangem toda a cadeia de alimentos do início ao fim, porém, geralmente elas se concentram no fornecimento de suprimentos. Entretanto, para que a cadeia de produção de alimentos seja sensível à nutrição, é crucial moldar a demanda em todos os três caminhos para alcançar os impactos nutricionais: aumentar a renda e as condições socioeconômicas, fortalecer a produção própria de alimentos, e promover a educação alimentar e nutricional. Assim, o desenvolvimento das cadeias de alimentos sensíveis à nutrição deve incluir, também, atividades que contribuem para aumentar a demanda de alimentos nutritivos e produzidos localmente, particularmente, intervenções que influenciam o consumo e o comportamento alimentar das famílias, consequentemente, impactando na compra e demanda destes alimentos (55).

Campanhas de educação alimentar e nutricional são cruciais para conscientizar a população e estimular a demanda por alimentos locais que sejam mais ricos em nutrientes e que demandem menos impacto ambiental para a sua produção, transporte e distribuição. Assim, uma série de estratégias podem ser incorporadas, como o fortalecimento e o incentivo à agricultura familiar, aulas de culinária comunitária ou programas de refeições. Informações podem ser fornecidas não apenas sobre os componentes de uma dieta, mas também sobre quais alimentos nutritivos estão atualmente disponíveis no mercado de acordo à sazonalidade, e quais alimentos fornecem uma boa nutrição a um preço mais acessível (55).

Outro conjunto de questões está relacionado à aceitabilidade dos alimentos, que pode assumir diferentes formas. Alguns alimentos, mesmo que mais “nutritivos” e saudáveis, podem não ser aceitáveis por diversas questões, sejam elas econômicas, culturais, ou

relacionadas a percepções, preferências de sabor ou estigma social. Além disso, a dificuldade ou falta de habilidade ao cozinhar alimentos nutritivos, o uso significativo de energia ou fatores relacionados ao consumo (incluindo paladar, olfato ou dificuldades de digestão), também são fatores que podem afetar a aceitabilidade do consumidor de um determinado grupo de alimentos ou de algum alimento específico (57). Considerar essas questões de aceitabilidade e preferências alimentares é muito importante para alcançar um maior consumo de alimentos nutritivos. Por isso, é essencial realizar atividades de educação alimentar e nutricional, que envolvam diferentes preparações culinárias e degustação de novas receitas e alimentos, aulas de educação nutricional sobre a importância do consumo de uma alimentação saudável e equilibrada, e desenvolver campanhas que direcionam a mudanças de comportamento alimentar que abordem a questão da aceitabilidade e promovam a segurança alimentar (58). Ademais, a demanda por alimentos nutritivos também pode ser promovida por meio do acesso a mercados alternativos, como mercados institucionais, programas de incentivo aos pequenos agricultores e programas de alimentação escolar (56).

Outras questões relevantes para a nutrição também podem surgir no momento do consumo. Por exemplo, o armazenamento inadequado dos alimentos, a falta de cuidados de higiene na manipulação e preparo culinário, e determinados métodos de cozimento podem alterar o teor de alguns nutrientes, especialmente vitaminas e minerais. Assim, as aulas de educação alimentar nutricional podem contribuir para promover uma alimentação mais saudável, equilibrada, saborosa (respeitando as preferências e questões socioculturais de cada local) e, também, sustentável, tanto para os indivíduos como para o planeta (56).

No contexto do Antropoceno em que se insere o debate e o desafio dos ODS, a reflexão sobre a cadeia de produção de alimentos sensíveis à nutrição deve dialogar com os desafios da sustentabilidade. Assim, a promoção de melhores opções para uma alimentação saudável deve corroborar a conservação dos recursos e a mitigação dos impactos ambientais como na perspectiva da redução da emissão de carbono ou da redução generalizada da pegada ecológica associada aos sistemas alimentares. Vemos que esses eixos de ação entre a alimentação saudável e a mitigação dos impactos ecológi-



cos dos sistemas alimentares devem ser abordados na busca de uma convergência, algo que também corrobora a natureza intersetorial imprescindível do desenvolvimento sustentável, associado ao desafio da saúde pública no contexto contemporâneo.

### *O nexo água-energia-alimentos*

A compreensão da interdependência da escassez de recursos naturais desde o nível global marca de maneira contundente a base para a busca de concepções e alternativas capazes de gerar resultados positivos através de distintos setores e de escalas territoriais. Nesse sentido, é muito marcante a compreensão de que os recursos hídricos se situam de maneira central a todas as cadeias produtivas e processos de desenvolvimento econômico e social. Sendo há muito tempo reconhecida a importância da água para as demandas humanas, um novo patamar de compreensão da importância deste recurso se faz irrefutável desde a concepção do nexo água-energia-alimentos (4). Esta racionalidade, se coloca a compreender e atuar sobre as compensações (*trade-offs*) entre seus setores componentes e outros condicionantes de interdependência, mediados pela ascensão das incertezas e riscos no contexto das mudanças climáticas globais.

Esta concepção se consolida a partir de 2011, sendo precedida por sucessivos debates no âmbito de reuniões anuais do Fórum Econômico Mundial desde 2008. A partir desses debates, houve a identificação de interligações entre várias crises associadas e ao contexto global, exacerbado pelas ameaças das mudanças climáticas. Nisso, o conhecimento de algumas condições e tendências foi primordial, em que pode-se destacar: o crescimento populacional mundial era esperado de 6,8 para 8 bilhões de habitantes em duas décadas, intensificando a pressão sobre recursos necessários ao desenvolvimento humano e ao crescimento econômico esperado; o fato de que mais de metade da população global vive em cidades, com preponderância da tendência global de urbanização, denotando um modelo de ampliação da demanda por recursos naturais e alimentos; o aumento da demanda por alimentos e as mudanças em padrões de dieta associadas, como o notável aumento do consumo de proteína animal, são expressivos desafios, já havendo constatação de recentes crises mundiais de preços de alimentos, como entre os anos de 2007 e 2008; a agricultura, responsável por cerca de 3.100 bilhões de m<sup>3</sup> ao ano (em 2011, representando 71% da demanda humana por água) era prevista



para aumentar para 4.500 bilhões de m<sup>3</sup> até 2030, caso não houvesse adoção de medidas de eficiência.

Além desses argumentos, Kastner et al. (59) constataram que em muitas regiões do globo, as mudanças na dieta podem exceder o crescimento populacional e tornar-se o principal fator de demanda de alimentos nos próximos anos. A FAO estima que até 2050 a produção agrícola mundial terá que aumentar em 70% (37). De 2011 a 2030 estimava-se que a economia mundial exigiria pelo menos 40% mais energia, nesse sentido, um desafio ainda relevante também é a inclusão de cerca de 1,5 bilhões de pessoas que não possuem acesso regular à energia elétrica em suas residências (5).

Há uma demanda crescente e um grau de incerteza iminente, com isso, é fundamental se dedicar a compreensão da interdependência entre distintos setores, sobretudo, em consideração ao desafio de inclusão social para bilhões de humanos que não são devidamente atendidos por água, energia e alimentos. Mas por exemplo, para se produzir energia, por diversas formas distintas, gera-se pressão sobre recursos hídricos. A própria utilização de recursos hídricos, por sua vez, é dependente também de energia, como no caso dos sistemas de abastecimento público de água que demandam energia elétrica em grande quantidade para captar, tratar e distribuir a água. Da mesma forma, a produção, beneficiamento e distribuição de alimentos é absolutamente dependente de grandes volumes de água e energia em todas as suas etapas. Assim, o nexo água-energia-alimentos se dedica a encontrar sinergias para atenuar as compensações e ampliar o atendimento das necessidades humanas, ou seja, produzir mais alimentos com uso mais eficiente de água e energia, por exemplo (4,60).

Alguns exemplos podem ser úteis para a compreensão do nexo e de suas potencialidades, como no caso de sistemas de saneamento que podem também ser produtores de energia elétrica, isso pode ocorrer em estações de tratamento de esgotos pela captação de gás metano, pela geração de energia fotovoltaica dentro do perímetro de instalações de saneamento, ou pelo aproveitamento da energia mecânica de água bruta ou tratada com a instalação de mini usinas hidrelétricas. Quanto aos sistemas alimentares, também há várias formas de se promover sinergias para o nexo água-ener-

gia-alimentos. Para ilustrar: é possível melhorar a produtividade agrícola com seleção de variedades de plantas capazes de produzir sob condições de menor disponibilidade hídrica; produzir alimentos em locais próximos aos contingentes de consumidores reduz drasticamente a demanda energética para transporte e refrigeração dos gêneros alimentícios; realizar compostagem de sobras de alimentos para uso agrícola, o que reduz a necessidade de aquisição de fertilizantes e otimiza sistemas de gestão de resíduos sólidos, também fortemente dependentes de energia.

Um aspecto muito interessante da racionalidade do nexo, remete ao fato de que, apesar da centralidade da escassez hídrica, os setores energia, alimentos e água são compreendidos de maneira correspondente e não hierarquizada. Isso oportuniza que a gestão de cada um desses setores, uma vez dedicado a sinergias com outro setor, viabiliza benefícios que transcendem não apenas a convencional gestão setorial de recursos, mas também uma transversalidade que beneficia distintas lógicas e escalas territoriais (61). Vejamos, a Região Metropolitana de São Paulo, por exemplo, recebe água que vem até mesmo do estado de Minas Gerais, utiliza energia elétrica produzida na usina de Itaipu, na fronteira com o Paraguai, e recebe alimentos das mais distintas regiões do país e do exterior (60). Aplicar o nexo água-energia-alimentos em uma megacidade como esta, com mais de 22 milhões de habitantes, significa, portanto, atenuar as demandas por recursos transcendendo as mais distintas escalas e setores. Esta racionalidade a partir do contexto urbano, ou nexo urbano, pode, portanto, reduzir a escassez ou aumentar a disponibilidade hídrica em outros estados, reduzir a pressão por geração de energia elétrica em contexto internacional.

Evitar desperdícios de alimentos ou promover dietas alternativas como o flexitarianismo em contexto urbano constitui alternativas capazes de dialogar em amplos contextos nas complexas cadeias do nexo água-energia-alimentos. A propósito, a própria condição de escassez intraurbana, constatada severamente em comunidades vulneráveis e periféricas, também permite identificar como as práticas sociais podem ser compreendidas como sinergias ao nexo. Algumas situações marcantes nesse sentido, são a prática de agricultura urbana, medidas domésticas para economia de água, e a adoção de práticas de reciclagem de materiais (62). Com efeito, a abordagem do nexo em dez

anos de existência vem evoluindo para uma perspectiva integradora, partindo de concepções mais relacionadas à gestão dos recursos e avançando a aplicação de seu conceito através de diferentes escalas geográficas, com valorização de sua dimensão sócio-política (63).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos considerar que apesar de os sistemas alimentares compreenderem uma enorme representação e magnitude nos condicionantes do atual desafio global da sustentabilidade, sua abrangência e complexidade também caracterizam inúmeras possibilidades de gestão e de mudanças na busca do desenvolvimento sustentável. Assim, vemos que há possibilidades de importantes e significativas convergências que transversalizam desde os hábitos individuais, com padrões de consumo de alimentos, até a aspectos mais amplos de gestão das cadeias produtivas, da promoção do consumo de alimentos nutritivos e com melhor desempenho sustentável. Desse modo, também devemos considerar alternativas para redução de desperdícios com melhor aproveitamento de alimentos. Essas transformações podem convergir e reconectar consumidores e sistemas alimentares por meio de valores caros à preservação de recursos e busca de sinergias que transcendem setores (como água e energia) e escalas territoriais, criando correspondências desde contextos locais em diálogo com a crise contemporânea que remete a limites planetários.

Uma possibilidade de convergência e transcendência a compor possibilidades de desenvolvimento sustentável se caracteriza pela racionalidade do nexos água-energia-alimentos. O nexos remete a uma sintonia com a necessária busca de diálogo desde o contexto global das crises ambientais atuais até as escalas micro, como em comunidades periféricas urbanas. A propósito, a compreensão dessas interdependências e possibilidades de sinergias é algo muito proveitoso, inclusive para os indivíduos imbuídos da necessária reflexão sobre a importância de seus atos e escolhas para com a crise planetária que vivemos.

Desse modo, devemos considerar diferentes alternativas para combater a insegurança

alimentar e a desnutrição, especialmente voltadas a populações de baixa e média renda. Sob novos olhares comprometidos com o desenvolvimento sustentável, devemos investir em projetos que promovam as cadeias de valor sensíveis à nutrição, porém, com a perspectiva de criar abordagens multissetoriais, com o objetivo de promover: 1 - Sistemas de produção de alimentos com articulação entre segurança, agricultura e nutrição, capacitando desde pequenos proprietários e agricultores para reduzir perdas e desperdícios de alimentos e recursos; 2 - Acessibilidade e disponibilidade de alimentos nutritivos e sustentáveis; 3 - Educação alimentar e nutricional, contextualizada na conscientização sobre alimentação saudável e como as pessoas podem colocá-la em prática e adaptar dietas saudáveis e sustentáveis em suas preferências, rotinas e hábitos alimentares.

Assim, muito deve ser feito no que compete aos sistemas alimentares para atingir os objetivos de consumo e produção sustentáveis até 2030. É preciso que desenvolvamos a percepção de que mudanças nos padrões de consumo podem transformar o processo produtivo e contribuir de forma sistêmica na perspectiva de sustentabilidade e de saúde humana. Escolhas alimentares diferentes possuem impactos ambientais diferentes, desse modo, nos permitindo considerar que é possível uma modernização reflexiva a partir do engajamento da sociedade. Com isso, referimos quanto a necessária politização do consumo alimentar, onde as escolhas devem ocorrer a partir de critérios inerentes à crise planetária com suas dimensões ambiental, social, econômica e ética, corroborando decisões que vão além do bem individual. Isso representa uma superação fundamental de agenda econômica e financeira focada no acesso ao consumo, para necessárias transformações voltadas à melhor integração com os limites ecológicos do planeta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rockström J, Steffen W, Noone K, Persson Å, Chapin FS III, Lambin EF, et al. A safe operating space for humanity. *Nature*. 2009;461(7263):472.
2. Steffen W, Richardson K, Rockström J, Cornell SE, Fetzer I, Bennett EM, et al. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*. 2015;347(6223):1259855.
3. Beck U, Giddens A, Lash S. *Modernização reflexiva*. São Paulo: Unesp; 1995.
4. Hoff H. Understanding the nexus: Background paper for the Bonn 2011 Nexus Conference. Stockholm: SEI; 2011.
5. World Economic Forum. *Water security: the water-food-energy-climate nexus*. Washington, DC: Island Press; 2011. Disponível em: <http://islandpress.org/water-security>
6. Steffen W, Broadgate W, Deutsch L, Gaffney O, Ludwig C. The trajectory of the Anthropocene: the great acceleration. *The Anthropocene Review*. 2015;2(1):81–98.
7. Benites-Lazaro LL, Giatti LL, Giarolla A, Puppim de Oliveira JA. Land-water-food nexus of biofuels: Discourse and policy debates in Brazil. *Environmental Development*. 2020;100491.
8. Sachs JD, Schmidt-Traub G, Mazzucato M, Messner D, Nakicenovic N, Rockström J. Six transformations to achieve the sustainable development goals. *Nature Sustainability*. 2019;2(9):805–14.
9. Grandisoli E, Giatti LL, Silva G. *Educar para a sustentabilidade: visões de presente e futuros*. São Paulo: IEE-USP; Reconnectta, Editora Na Raiz; 2020. p. 68.
10. Giatti LL, Grandisoli E, Franco CM. Pesquisa participativa reconectando diversidade: democracia de saberes para a sustentabilidade. *Estudos Avançados*. 2021;35:237–54.
11. Swinburn BA, Kraak VI, Allender S, Atkins VJ, Baker PI, Bogard JR, et al. The global syndemic of obesity, undernutrition, and climate change: The Lancet Commission report. *Lancet*. 2019;393(10173):791–846.
12. Whitmee S, Haines A, Beyrer C, Boltz F, Capon AG, Dias BF, et al. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. *Lancet*. 2015;386(10007):1973–2028.
13. Cidin RPJ, Da Silva RS. *Pegada ecológica: instrumento de avaliação dos impactos antrópicos no*

- meio natural. *Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia*. 2004;2(1):43–52.
14. Garzillo JMF, Cavalli SB, Proença RPC, Zandonadi RP, Medeiros T, Umeda AT, et al. Footprints of foods and culinary preparations consumed in Brazil. 2019.
15. IPCC. Sixth Assessment Report [Internet]. 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#FullReport>
16. IPCC. Relatório especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e respectivas trajetórias de emissão de gases de efeito estufa, no contexto do fortalecimento da resposta global à ameaça da mudança do clima, do desenvolvimento sustentável e dos esforços para erradicar a pobreza. Brasília: MCTIC; 2019.
17. FAO. The State of Food Security and Nutrition in the World. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2020.
18. Galli A, Weinzettel J, Cranston G, Ercin E, Hawkins T, Pizzirani S, et al. Integrating ecological, carbon and water footprint into a “footprint family” of indicators: definition and role in tracking human pressure on the planet. *Ecol Indic*. 2012;16:100–12.
19. Moura MCF, Oliveira LCS de. Atividade agrícola: produção, impacto e sustentabilidade. *Rev Ibero-Am Cienc Ambient*. 2013;4(1):1–13.
20. Tubiello FN, Rosenzweig C, Conchedda G, Karl K, Gütschow J, Xueyao P, et al. Greenhouse gas emissions from food systems: Building the evidence base. *Environ Res Lett*. 2021;16.
21. FAO. The share of food systems in total greenhouse gas emissions: Global, regional and country trends 1990–2019. FAOSTAT Analytical Brief Series No. 31. Rome: FAO; 2021.
22. Karl K, Tubiello FN. Methods for estimating GHG emissions from food systems, Part II: Waste disposal. FAO Statistical Working Papers Series. Rome: FAO; 2021. p. 21–8.
23. WWF. Living Planet Report 2016: Risk and Resilience in a New Era. Gland: WWF International; 2016.
24. Eshel G, Martin PA. Diet, energy, and global warming. *Earth Interact*. 2015;10(10):1–17.
25. Searchinger T, Waite R, Hanson C, Ranganathan J, Dumas P, Matthews E, et al. Creating a sustainable food future: World Resources Report 2013–14: Interim findings. Washington, DC: World Resources Institute; 2013. p. 1–144.
26. Crumpler K, Meybeck A, Federici S, Salvatore M, Damen B, Gagliardi G, et al. A common framework for agriculture and land use in the nationally determined contributions.

Environment and Natural Resources Management Working Papers No. 85. Rome: FAO; 2020.

27. Rosset JS, Coelho GF, Greco M, Strey L, Gonçalves Junior AC. Agricultura convencional versus sistemas agroecológicos: modelos, impactos, avaliação da qualidade e perspectivas. *Scientia Agraria Paranaensis* [Internet]. 2014;13(2):80–94. [Acesso em 25 mai 2022]. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/7351>.
28. Menegaes JF, Filipetto JE, Rodrigues AM, Santos OS dos. Produção sustentável de alimentos em cultivo hidropônico. *Rev Monogr Ambient*. 2015;14(3):102–8.
29. Artuzo D, et al. Agricultura de precisão: inovação para a produção mundial de alimentos e otimização de insumos agrícolas. *Rev Tecnol Soc*. 2017;13(29):146–61.
30. Machado MA, Rhoden AC. Aplicação da agricultura regenerativa no Brasil: estudo de caso no Oeste Catarinense. *Anais Agron* [Internet]. 2022;2(1):14–36. [Acesso em 8 jun 2022]. Disponível em: <https://uceff.edu.br/anais/index.php/agronomia/article/view/314>.
31. Boulton CA, Lenton TM, Boers N. Pronounced loss of Amazon rainforest resilience since the early 2000s. *Nat Clim Change*. 2022;12:1–8.
32. Foley JA, Asner GP, Costa MH, Coe MT, DeFries R, Gibbs HK, et al. Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. *Front Ecol Environ*. 2007;5(1):25–32.
33. Malhi Y, Roberts JT, Betts RA, Killeen TJ, Li W, Nobre CA. Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. *Science*. 2008;319(5860):169–72.
34. Giatti LL, Pivetta F, Souza Filho PR, Carneiro FF, Carvalho ML, Nunes SL. Emerging complexities and rising omission: Contrasts among socio-ecological contexts of infectious diseases, research and policy in Brazil. *Genet Mol Biol*. 2021;44(1).
35. Lawler OK, Allan HL, Baxter PW, Castagnino R, Tor MC, Venter O. The COVID-19 pandemic is intricately linked to biodiversity loss and ecosystem health. *Lancet Planet Health*. 2021;5(11):e840–50.
36. Willett W, Rockström J, Loken B, et al. Food in the Anthropocene: The EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet*. 2019;393:447–92.
37. FAO. The state of the world's land and water resources for food and agriculture: Managing systems at risk. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2011.
38. Springmann M, Clark M, Mason-D'Croz D, et al. Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*. 2018;562:519–25.

39. Carvalho AD, Galvão LC, Fisberg RM, Marchioni DML. Excessive meat consumption in Brazil: diet quality and environmental impacts. *Public Health Nutr.* 2012;16(10):1893–9.
40. Nijdam D, Rood T, Westhoek H. The price of protein: review of land use and carbon footprints from life cycle assessments of animal food products and their substitutes. *Food Policy.* 2012;37(6):760–70.
41. Pradhan P, Reusser DE, Kropp JP. Embodied greenhouse gas emissions in diets. *PLoS One.* 2013;8(5):e62228.
42. Tilman D, Clark M. Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature.* 2014;515(7528):518–22.
43. Dernini S, Berry EM, Serra-Majem L, et al. Developing a methodological approach for assessing the sustainability of diets: The Mediterranean diet as a case study. *New Medit.* 2013;12:28–36.
44. Sáez-Almendros S, Obrador B, Bach-Faig A, Serra-Majem L. Environmental footprints of Mediterranean versus Western dietary patterns: beyond the health benefits of the Mediterranean diet. *Environ Health.* 2013;12(1):118.
45. Springmann M. Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition (GLOPAN) background paper on the nutritional aspects of food loss and waste. Oxford; 2018.
46. Saxe H, Larsen TM, Mogensen L. The global warming potential of two healthy Nordic diets compared with the average Danish diet. *Clim Chang.* 2013;116(2):249–62.
47. Macdiarmid JK, Kyle J, Horgan GW, et al. Sustainable diets for the future: can we contribute to reducing greenhouse gas emissions by eating a healthy diet? *Clin Nutr.* 2012;96:632–9.
48. Derbyshire EJ. Flexitarian diets and health: A review of the evidence-based literature. *Front Nutr.* 2017;3:55.
49. Silva JT, Claro RM, Levy RB, Monteiro CA, Moubarac JC. Greenhouse gas emissions, water footprint, and ecological footprint of food purchases according to their degree of processing in Brazilian metropolitan areas: a time-series study from 1987 to 2018. *Lancet Planet Health.* 2021;5(11):e775–85.
50. Pellerano JA. Industrialização e alimentação: Impactos da Revolução Industrial moderna em produção, distribuição, preparo e consumo de alimentos. In: *Trabalhos Completos Apresentados nos Seminários Temáticos da VI Reunião de Antropologia da Ciência e Tecnologia / ST7 - Ciência, técnica e práticas alimentares.* 2017;3(3):1–20.



51. UNEP. Food Waste Index Report 2021 (Relatório do Índice de Desperdício Alimentar). Nairobi; 2021.
52. Mbow C, Rosenzweig C, Barioni LG, et al. Chapter 5. Food security. In: Climate Change and Land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. Intergovernmental Panel on Climate Change; 2019.
53. FAO. The State of Food and Agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction. Rome; 2019.
54. Food Fortification Initiative (FFI). Grain Fortification to Address the Sustainable Development Goals. FFI; 2017. [Acesso em 11 mai 2020]. Disponível em: [http://www.ffinetwork.org/why\\_fortify/SDGs.html](http://www.ffinetwork.org/why_fortify/SDGs.html).
55. Peña I, Garrett J, Gelli A. Nutrition-sensitive value chains from a smallholder perspective: A framework for project design. 2018.
56. Peña IJ. Nutrition-sensitive value chains: A guide for project design. 2018.
57. Adjaye-Gbewonyo K, Vollmer S, Avendano M, Harttgen K. Agricultural trade policies and child nutrition in low- and middle-income countries: A cross-national analysis. Glob Health. 2019;15(1):48.
58. Allen S, De Brauw A. Nutrition-sensitive value chains: Theory, progress, and open questions. Glob Food Sec. 2018;16:22–8.
59. Kastner T, Rivas MJJ, Koch W, Nonhebel S. Global changes in diets and the consequences for land requirements for food. Proc Natl Acad Sci USA. 2012;109(18):6868–72.
60. Giatti LL, Cortez PA, Campos MC, et al. O nexo água, energia e alimentos no contexto da Metrópole Paulista. Estud Avançados. 2016;30(88):43–61.
61. Benson D, Gain AK, Rouillard JJ. Water governance in a comparative perspective: From IWRM to a 'nexus' approach? Water Altern. 2015;8(1):756–67.
62. Giatti LL, Costa GF, Fagá DG, et al. Nexus of exclusion and challenges for sustainability and health in an urban periphery in Brazil. Cad Saúde Pública. 2019;35:e00007918.
63. Lazaro LLB, Dalla Fontana M, Silveira AL, et al. Ten years of research on the water-energy-food nexus: An analysis of topics evolution. Front Water. 2022;4:53.