



SUSTENTABILIDADE DO CICLO DE VIDA NA PREVENÇÃO DE RESÍDUO PLÁSTICO E ALIMENTAR NA CADEIA PRODUTIVA DO LEITE

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.7.24.I-025>

Heline Laura de Sousa Martins (*), Profa. Dra. Ana Paula Bortoleto

* Universidade Estadual de Campinas, h192239@dac.unicamp.br

RESUMO

A geração exponencial de resíduo plástico e alimentar num curto período de tempo na perspectiva da existência de sociedades humanas levou a impactos ambientais que desafiam a saúde pública e conservação ambiental. A viabilidade e efetividade da reciclagem de plástico é reduzida, conduzindo a pesquisas para a prevenção da geração desse resíduo. O objetivo da pesquisa proposta nesse projeto é avaliar a sustentabilidade de diferentes estratégias de gerenciamento da embalagem de leite, estabelecendo uma metodologia efetiva que considere os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. O método adotado será Avaliação de Sustentabilidade do Ciclo de Vida que considera os pilares do desenvolvimento sustentável para quantificar os impactos de um processo. Pretende-se com os resultados propor um método de avaliação da sustentabilidade efetivo em tomadas de decisão pelo poder público e setor privado na busca por estratégias sustentáveis, assim como evidenciar a necessidade em prevenir o resíduo para redução dos impactos na saúde pública.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, Sustentabilidade do CV, Prevenção de resíduo, Resíduo plástico, Resíduo alimentar.

ABSTRACT

The exponential generation of plastic and food waste in a short period of time from the perspective of the existence of human societies has led to environmental impacts that challenge public health and environmental conservation. The viability and effectiveness of plastic recycling is reduced, leading to research into preventing the generation of this waste. The objective of the research proposed in this project is to evaluate the sustainability of different milk packaging management strategies, establishing an effective methodology that considers the Sustainable Development Goals. The method adopted will be Life Cycle Sustainability Assessment, which considers the pillars of sustainable development to quantify the impacts of a process. The results are intended to propose an effective sustainability assessment method in decision-making by public authorities and the private sector in the search for sustainable strategies, as well as highlighting the need to prevent waste to reduce impacts on public health.

KEY WORDS: Sustainability, Life cycle Sustainability, Waste prevention, Plastic waste, Food waste.

INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é um termo discutido em diversos âmbitos, tendo adoção ampla em diferentes atividades, sistemas e produtos. A amplitude desse conceito permite definições que trazem ambivalência para o termo, sendo definido como um caminho único de desenvolvimento e possibilidade de preservar as vidas atuais e futuras, e, sendo também definido como um termo esvaziado de significado, por sua ampla adoção e ausência de itinerário (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2015).

A dicotomia entre natureza e sociedade engendrada pela modernidade separou causas e consequências que são intrinsecamente retroalimentadas. A epistemologia que visa romper essa dicotomia, a modernidade reflexiva, considera que há uma simetria generalizada em que a sociedade é uma rede heterogênea formada por humanos e não humanos, a natureza é afetada e afeta os hábitos sociais. Essa visão é traduzida pela teoria ator-rede que a natureza não pode ser separada ou hierarquizada frente a sociedade, que há uma rede em que que pessoas, animais, coisas, objetos e instituições podem ser atores no ambiente (LATOUR, 1994).

Dessa perspectiva surge a visão antropológica de sustentabilidade que ameaças e perturbações proliferam em um contexto de intersecção entre eventos sociais e naturais. Apesar das inúmeras sustentabilidades existentes, é necessário avaliar a interdisciplinaridade inerente em suas abordagens, levando -se em conta a necessidade de observar as concepções de riscos e ameaças, ontologia entre eventos humanos e não humanos e as propostas de transformação para enfrentamento dos dilemas ambientais (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2015).



Se não há roteiros explícitos para implantação da sustentabilidade nos produtos e sistema, como é possível medi-la ou garantir que ela está sendo adotada?

A problemática ambiental que esse projeto de pesquisa se propõe a discutir está relacionada aos riscos e ameaças relacionadas aos resíduos sólidos gerados pelas atividades antrópicas.

Segundo o relatório do Banco Mundial (THE WORLD BANK, 2012), a geração do resíduo sólido urbano (RSU), tem aumentado exponencialmente em âmbito global, superando as taxas de crescimento das populações urbanas. Em 2002 havia 2,9 bilhões de pessoas residentes em áreas urbanas com geração de cerca de 0,64 kg de RSU por pessoa a cada dia. No relatório foi constatado um total de três bilhões de residentes em área urbana, gerando cada uma 1,2 kg de RSU ao dia. Os impactos globais do resíduo sólido também se elevam, principalmente através das grandes emissões de gás metano (poluente contribuinte do efeito estufa) proveniente da fração orgânica do resíduo. Estima-se que em 2025 a geração de RSU mundial estará em torno de 2,2 bilhões de toneladas ao ano, o que custará à gestão pública cerca de 375,5 bilhões de dólares. Em projeções realizadas pela *United Nations* (2014) para o período de 2001 a 2025, foi calculado um aumento da geração de RSU de cerca de quatro vezes maior que o crescimento das populações urbanas. Vale notar que a população urbana estimada para 2050 é de 6,4 bilhões, ainda que as taxas de crescimento da população sejam decrescentes.

Após a revolução industrial e com o advento da era da informação, a humanidade passou por um processo de globalização, que continua em curso, caracterizado como um fenômeno de ruptura de barreiras territoriais de caráter político, econômico, tecnológico e cultural. O mundo globalizado trouxe nova roupagem às relações de consumo, em que o indivíduo se reconhece na sociedade a partir dos produtos e serviços aos quais consome. Ademais, os padrões culturais difundidos na sociedade globalizada induzem ao consumismo exacerbado, incentivado pela dinamicidade das tendências de produtos, serviços e de estilo de vida, em conjunto com a busca constante por adaptação a estas tendências e, apoiado na obsolescência programada dos objetos (SOUZA; OLIVEIRA, 2016).

O consumo exacerbado e a tendência de crescimento não correspondem aos limites impostos pelo ambiente. Alguns recursos naturais já foram quantificados e estudos sugerem o limite possível de sua exploração, esses limites demonstram que estamos consumindo recursos naturais e gerando poluentes em velocidade incompatível com a segurança ambiental necessária. Johan Rockstrom (2009) coloca como um limite seguro a taxa de extinção de espécies em torno de 10 espécies por milhão por ano (a taxa atual está maior que 100 extinções). Outro limite estabelecido por esse estudo está relacionado ao ciclo de nitrogênio, em que é proposto um limite de 35 milhões de toneladas de N₂ por ano. Will Steffen *et al.* (2015) faz projetos de limites para a redução do ozônio estratosférico, para a acidificação dos oceanos, para os ciclos biogeoquímicos, para as mudanças no uso do solo, uso de água potável, inserção de aerossóis atmosféricos e para compostos ainda não conhecidos. O estudo também demonstra o atingimento dos limites planetários pelas atividades antrópicas.

A prevenção de resíduo é uma estratégia amplamente defendida para reduzir os impactos ambientais gerados pelos resíduos sólidos. Sabe-se que a prevenção da geração de resíduos possibilita ganhos ambientais, e para isso, deve ser implementada, buscando ser a solução com o benefício ambiental mais significativo. No entanto, uma política pública deve ser implementada visando o desenvolvimento sustentável, considerando os aspectos ambientais, sociais e econômicos. Portanto, os impactos sociais e econômicos da prevenção de resíduos devem ser contabilizados juntamente com os impactos ambientais (ALBIZZATI *et al.*, 2022).

A prevenção de resíduos está no topo da hierarquia de resíduos, mas é notoriamente difícil medir sua eficiência. A prevenção de resíduos está se tornando uma prioridade em políticas nacionais ao redor do mundo. Medir, monitorar e avaliar a prevenção de resíduos é uma tarefa complexa e difícil. No entanto, o planejamento é uma ferramenta inestimável para uma boa gestão e fornece uma base sólida para avaliação. A prevenção de resíduos pode ser desenvolvida de diferentes maneiras: redução de fontes de geração de resíduos, análise de custos de redução de fontes, uso de indicadores para estabelecer o potencial de linha de base para programas de prevenção de resíduos e medir a eficácia do programa após a implementação, índices de produtividade de recursos e gerenciamento lateral. A prevenção de resíduos é uma área transversal da formulação de políticas. Tem relevância direta para um número considerável de áreas de política estabelecidas, tanto no campo do meio ambiente quanto nas áreas de política social, econômica e de inovação (ZORPAS e LASARIDI, 2013).



OBJETIVOS

A geração exponencial de resíduo alimentar frente a populações sujeitas a fome e a reduzida efetividade da reciclagem de plástico conduzem a pesquisas para a prevenção da geração desses resíduos. O objetivo da pesquisa proposta nesse projeto é avaliar a sustentabilidade de diferentes estratégias de gerenciamento de resíduos da cadeia produtiva de leite, estabelecendo uma metodologia efetiva que considere os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável com foco à prevenção.

Este estudo tem como estratégia explorar e analisar diferentes cenários com opções de design para embalagem de leite, levantando os índices de sustentabilidade na prevenção de resíduo plástico e alimentar na sua cadeia produtiva, utilizando uma abordagem de Avaliação de Sustentabilidade do Ciclo de Vida (ASCV). Os objetivos específicos são os seguintes:

- Definir a perspectiva de sustentabilidade adotada no estudo, discutindo as diferentes abordagens.
- Mapear a produção de embalagens de leite no Brasil, identificando os materiais utilizados, locais de produção, bebidas envasadas e rotas de distribuição.
- Avaliar o impacto dos padrões de consumo na geração de resíduo plástico e alimentar, observando a possibilidade de comportamentos individuais de consumo contribuírem com a prevenção de resíduo.
- Mapear o descarte de embalagens de leite em São Paulo identificando o padrão de consumo, geração e coleta, processos de reciclagem e disposição final do resíduo plástico.
- Determinar os indicadores dos impactos ambientais, econômicos e sociais da cadeia de produção do leite e identificar pontos de melhoria voltados à prevenção de resíduo.
- Propor políticas públicas de prevenção de resíduo, avaliando os seus impactos econômicos e sociais para evitar possíveis efeitos de rebote.

METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida no estudo irá iniciar com avaliações sistemáticas da literatura visando investigar as perspectivas de sustentabilidade para as diferentes disciplinas envolvidas no estudo, em especial: sociologia, economia e ciências ambientais. Serão levantados dados sobre a cadeia produtiva do leite animal e vegetal, aspectos relacionados ao consumo da bebida e as embalagens utilizadas.

Com as informações da cadeia produtiva e verificação do status quo, serão propostos cenários de prevenção de resíduo, tanto alimentar quanto do resíduo plástico utilizado em embalagens de leite. Para definir o cenário de prevenção será adotada a perspectiva do design para a sustentabilidade, que pode apontar novas maneiras de embalar a bebida assegurando maior desempenho ambiental e social. Os cenários propostos serão avaliados de acordo com o seu grau de sustentabilidade, métrica definida de acordo com o ciclo de vida dos materiais.

De acordo com Troullaki *et al.* (2021), a literatura de ASCV aparece como a abordagem mais proeminente e emergente para avaliar a sustentabilidade, que dificilmente foi adotada pela pesquisa aplicada em avaliação da sustentabilidade. No entanto, a sustentabilidade tem como objetivo superar as barreiras entre várias disciplinas que se dedicam à pesquisa em sustentabilidade. Portanto, promover a comunicação e a colaboração entre o estudo da ASCV e a ciência da sustentabilidade é indispensável para uma ciência transdisciplinar da sustentabilidade.

A Avaliação de Sustentabilidade do Ciclo de Vida (ASCV) é uma metodologia que permite uma representação detalhada dos impactos ambientais, sociais e econômicos de um processo sob a perspectiva do ciclo de vida. O método de extração e processamento de matérias-primas, produção, distribuição, uso, reutilização, manutenção, reciclagem e descarte final são considerados partes de um ciclo de vida. Uma abordagem comum para a ASCV é a soma de uma avaliação do ciclo de vida - ACV (ambiental), avaliação do custo do ciclo de vida - ACCV (econômico) e uma avaliação social do ciclo de vida (ACVS) (COSTA *et al.*, 2019).

A ACV, uma técnica especificada pela ISO 14044, é uma metodologia usada para avaliar os efeitos ambientais dos recursos utilizados em um produto, serviço ou processo considerando a perspectiva do ciclo de vida. No entanto, a ACV não abrange a sustentabilidade como um todo, apenas a dimensão ambiental. A ACCV foi introduzida na década de 1980. Ele considera as externalidades e todas as despesas relacionadas ao ciclo de vida de um produto que são suportadas diretamente por qualquer participante do ciclo de vida do produto (como fornecedor, produtor, usuário ou



cliente). A ACVS analisa os potenciais efeitos sociais dos produtos em vários grupos de stakeholders, incluindo clientes, trabalhadores, sociedade e comunidades locais (VISENTIN *et al.*, 2020).

O estudo será produzido a partir de uma descrição do sistema em análise e contextualização dos diversos sistemas de gestão de resíduos de embalagens de leite no Brasil, juntamente com uma comparação de abordagens para avaliação de sustentabilidade e circularidade. A ASCV será então concluída delineando os limites do sistema, descrição da unidade funcional, alocação, seleção de indicadores ambientais, sociais e econômicos, execução de inventários de ciclo de vida e avaliação de impacto. Dentro da avaliação de impacto social, serão avaliados comportamentos de consumo e a influência dos comportamentos na geração de resíduo.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) serão considerados para o desenho do escopo, principalmente no que diz respeito aos indicadores de impacto social, tendo como base a ASCV. Os indicadores sociais para uma ACVS serão inicialmente pré-selecionados com os indicadores ODS. Posteriormente, serão vinculados para permitir a seleção de indicadores complementares ou comuns. A avaliação do efeito social será utilizada desta forma nos cenários estabelecidos. As principais pesquisas e literatura do IPEA (Instituto Brasileiro de Pesquisa Econômica Aplicada) que abordam a avaliação econômica serão usadas para selecionar os indicadores de escopo financeiro.

Serão escolhidos indicadores para gestão de resíduos e para produção de leite, considerando os ODS e a bibliografia de ASCV. Será utilizado o software como openLCA®, desde que os pilares interdisciplinares de avaliação possam ser considerados. Os limites do sistema de avaliação serão definidos com base no ciclo de vida do leite. Com isso, serão determinadas as principais embalagens, e seus ciclos de vida – do berço ao túmulo – serão considerados.

Após a realização da avaliação da sustentabilidade do ciclo de vida dos cenários, será desenvolvida uma metodologia de agregação dos resultados de impacto, de maneira que possam ser interpretados por tomadores de decisão, possibilitando a aplicação das propostas de prevenção de resíduo como política pública.

Durante o estudo será proposto o envolvimento dos atores implicados, passando a estruturar de forma colaborativa o problema e as alternativas a serem avaliadas, visando um método que ambiciona ser transdisciplinar. Com os resultados, será feita uma avaliação da contribuição dos cenários para o alcance dos ODS, integrando as diferentes avaliações. Também será sugerida uma metodologia que possa ser socialmente robusta na avaliação quantitativa e qualitativa da sustentabilidade, considerando o contexto local e mantendo os princípios básicos da ASCV.

RESULTADOS PRELIMINARES

O leite é um alimento amplamente presente na dieta humana, com estimativa de consumo médio de 116,5 kg de leite equivalente (leite e seus derivados) por cada habitante por ano no mundo. A cadeia produtiva do leite no Brasil representa segundo segmento mais importante da indústria de alimentos brasileira. Em 2018 o consumo aparente per capita no Brasil foi de 166,4 L/hab, o que representa um crescimento de 55% em relação ao ano de 1990. A tendência de consumo é de crescimento desse consumo se comparados dados com países de alta renda (SIQUEIRA, 2019).

Dados do IBGE (2024) mostram a industrialização de 24.468.626 litros de leite no último trimestre de 2023. Esse número representa aproximadamente 24.468.626 diferentes embalagens de diferentes materiais colocadas no mercado e, posteriormente, descartadas. A Tabela 1 mostra os materiais mais utilizados na embalagem de laticínios.

Tabela 1. Materiais comuns usados para embalagens de produtos lácteos.

Fonte: Rejeesh e Anto, 2023.

Produto Lácteo	Material da embalagem
Leite líquido	Sacos de polietileno (LDPE ou LLDPE), caixas de papelão (Tetra Pak ou Tetra Brik), Garrafas de Vidro, Garrafas PET.
Leite em pó	Laminados flexíveis (folha PET/BOPP/papel alumínio), lata de estanho
Sorvete	Recipientes de polipropileno, laminados PET, caixas de papelão
Manteiga	Papel manteiga, papel revestido com cera, celofane, papel alumínio, latas metálicas
Queijo	Folha de alumínio/laminados de papel, celofane/combinações de papel, latas metálicas
Doces tradicionais	Folha de alumínio, celofane, filme HDPE, filme LDPE, PE



laminado, latas metálicas, recipientes de vidro

CONCLUSÕES ESPERADAS

A prevenção de resíduos é uma estratégia que visa reduzir os custos ambientais de gerenciamento de resíduos antes de sua geração, trabalhando com o planejamento do design de novos produtos e pensando no fim de seu ciclo de vida. A relevância desta pesquisa reside na avaliação dos impactos sociais e econômicos das propostas de prevenção, uma vez que parte da população mais vulnerável participa ativamente das cadeias de reciclagem.

A avaliação verificará o cenário com maior potencial ambiental, social e econômico para prevenir os danos causados pelos resíduos plásticos e alimentares à sociedade.

Para aprimorar a tomada de decisões com base na sustentabilidade, a ASCV pode ser utilizada em vários setores, incluindo construção, manufatura, gerenciamento de resíduos, agricultura e transporte. Ao avaliar as implicações sociais, econômicas e ambientais de uma decisão, a ASCV pode ser usada como uma ferramenta para oferecer uma visão holística da tomada de decisão. Ao fazer isso, a ASCV pode apontar casos em que um processo pode ter se concentrado muito estreitamente na "circularidade" de um recurso específico e onde uma estratégia circular específica pode precisar ser avaliada de um ponto de vista de sustentabilidade mais abrangente (LARSEN et al., 2022).

A metodologia desenvolvida pode ser replicada para avaliar ações de prevenção de resíduos para outras fontes de resíduos, como resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Recomendações de metas de política ambiental voltadas para a sustentabilidade serão feitas para os setores governamental e privado (federal, estadual e municipal).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBIZZATI, P. F. et al. Rebound effects of food waste prevention: Environmental impacts, **Waste Management**, v. 153, p. 138-146, 2022.
2. COSTA, D.; QUINTEIRO, P.; DIAS, A. C. A systematic review of life cycle sustainability assessment: Current state, methodological challenges, and implementation issues. **Science of the Total Environment**, v. 686, p. 774–787, 2019.
3. IBGE 2024: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Trimestral do Leite**. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Estatísticas Agropecuárias – IBGE, 2024.
4. LARSEN, V. G. et al. What are the challenges in assessing circular economy for the built environment? A literature review on integrating LCA, LCC and S-LCA in life cycle sustainability assessment, **LCSA, Journal of Building Engineering**, 50, 2022.
5. LATOUR, B. **Jamais Fomos Modernos**. Ensaio de Antropologia Simétrica. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.
6. REJEECH E ANTO 2023: REJEECH, C. R.; ANTO, T. Packaging of milk and dairy products: Approaches to sustainable packaging. **Materials Today: Proceedings**, 72, 2946-2951, 2023.
7. SILVA JÚNIOR, R. D. et al. ENTRE HIBRIDISMOS E POLISSEMÍAS: PARA UMA ANÁLISE SOCIOLÓGICA DAS SUSTENTABILIDADES. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. XVIII, n. 4, p. 35-54, out.-dez. 2015.
8. SIQUEIRA 2019: SIQUEIRA, K. B. **O Mercado Consumidor de Leite e Derivados**. Circular Técnica 120, Embrapa, Juiz de Fora, ISSN 1678-037X, 2019.
9. SOUZA, O.; OLIVEIRA, L. J. Globalização e Relações de Consumo: servidão moderna e degradação ambiental. **Direito Ambiental e Sociedade**, Marília, v. 6, n. 2, p 156-178, 2016.
10. STEFFEN, W. et al. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. **Science**, Vol 347, Issue 6223, 2015.
11. THE WORLD BANK. What a waste: a global review of solid waste management. Washington: **World Bank**, 2012.
12. TROULLAKI, K. et al. Bridging barriers in sustainability research: A review from sustainability science to life cycle sustainability assessment. **Ecological Economics**, v. 184, 2021.
13. UNITED NATIONS. World Urbanization Prospects: the 2014 revision, highlights. **United Nations**: Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 32 p. 2014.
14. VISENTIN, C. et al. Life cycle sustainability assessment: A systematic literature review through the application perspective, indicators, and methodologies. **Journal of Cleaner Production**, v. 270, 2020.
15. ZORPAS, A. A.; LASARIDI, K. Measuring waste prevention. **Waste Management**, v.33, p. 1047-1056, 2013.