

# Integrando a Circularidade às Contribuições Nacionalmente Determinadas

Um Kit de Ferramentas Prático  
Relatório

BRASIL



One planet  
handle with care

# Implementação do kit de ferramentas "Integrando a Circularidade às Contribuições Nacionalmente Determinadas" no Brasil

Novembro de 2025 (Atualizado em Junho de 2026)

## **Autores contribuintes**

Jelmer Hoogzaad (Shifting Paradigms), Julia Eloy Tourinho (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente)

## **Equipe consultiva e revisores**

Katie Tuck Diaz, Sandra Aparcana, Clementine O'Connor, Fernanda Romero, Jay Amstel, Vitor Pinheiro, Rosângela Karine da Silva, Raphael Esteves, Rebeca Tricarico Orosco, Renata Barreto, Eric Fernando Boeck, Carlos RV Silva Filho, Selma Setsumi, Mario Saffer (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), Kenichi Kitamura (Secretariado da *United Nations Framework Convention on Climate Change*)

## **Contribuições adicionais**

Sissi Alves da Silva, Rodrigo Bonecini Almeida (Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços), Eduardo Dias, José Luis Neves Xavier, Adriana Aquim e Larissa Godoy (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima), Carolina Grottera e Fernando Yuri Silva dos Anjos (Ministério da Fazenda), Pedro Prata (Fundação Ellen MacArthur)

## **Demais atores-chave que participaram da oficina sobre o projeto**

Lucas Ramalho Maciel, Gustavo Dutra, Pablo Ortiz (Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços), Carlos Venancio, Eduardo Mazzoleni e Marcelo Guimarães (Ministério da Agricultura e Pecuária)

## **Arte e diagramação**

Lina Guthmann, Julia Helena Vidotti (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente)

## Sobre o projeto

O projeto "Integrando a Circularidade às Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs)" é coordenado pela *One Planet Network* do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e pelo Secretariado da *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC). As três agências da ONU desenvolveram um kit de ferramentas com uma metodologia estruturada passo a passo, lançado em 2023. O Brasil é um dos sete países (ao lado do Vietnã, Equador, Zimbábue, África do Sul, Costa Rica e Filipinas) que usam o kit de ferramentas. O projeto inclui atividades em nível global, regional e nacional.

O kit de ferramentas tem como objetivo ajudar os formuladores de políticas públicas na avaliação, priorização, integração e implementação de intervenções de economia circular em suas NDCs e/ou planos climáticos, ao mesmo tempo em que apoia uma transição justa e inclusiva para uma economia circular. O kit de ferramentas foi projetado para aqueles que buscam conectar a ação climática à economia circular e, ao mesmo tempo, capitalizar cobenefícios, como empregos decentes.

# Índice



<b>Resumo</b> .....	<b>5</b>
<b>Relatório Técnico</b> .....	
1. Origem e motivação do desenvolvimento do kit de ferramentas .....	<b>7</b>
2. Contexto nacional das agendas de clima e economia circular: destaques relevantes no Brasil .....	<b>9</b>
3. Aplicação do kit de ferramentas .....	<b>12</b>
3.1. Estágio 1: Avaliação do problema a partir dos dados disponíveis .....	<b>12</b>
3.1.1. Etapa 1: Determinar as emissões de GEE associadas ao uso de materiais na economia .....	<b>12</b>
3.1.2. Etapa 2: Avaliar a NDC atual para identificar pontos de entrada para intervenções de economia circular .....	<b>18</b>
3.2. Aplicação dos Estágios 1 e 2 nas Cadeias de Valor de Alimentos .....	<b>20</b>
3.2.1. Estágio 1 - Aprofundamento da análise da Etapa 1 .....	<b>20</b>
3.2.2. Estágio 2 - Etapa 1: Identificar oportunidades de economia circular em setores/subsetores priorizados para a NDC .....	<b>21</b>
3.2.3. Estágio 2 - Etapa 2: Selecionar intervenções de economia circular e avaliar o impacto potencial para informar a atualização da NDC (ex- ante) .....	<b>23</b>
A. Reduzir em 50% a perda e o desperdício de alimentos .....	<b>24</b>
A.1. Análise de cadeias de valor .....	<b>25</b>
A.2. Estimativa dos impactos na emissão de GEE e na geração de empregos .....	<b>28</b>
B. Redesenhar cadeias de valor de alimentos para agricultura circular e resíduos agroindustriais circulares .....	<b>33</b>
3.3. Aplicação dos Estágios 1 e 2 nas Cadeias de Valor de Construção .....	<b>35</b>
3.3.1. Estágio 1 - Aprofundamento da análise da Etapa 1 .....	<b>35</b>
3.3.2. Estágio 2 - Etapa 1: Identificar oportunidades de economia circular em setores/subsetores priorizados para a NDC .....	<b>35</b>
4. Conclusões e possíveis próximas etapas .....	<b>38</b>
5. Apêndices .....	<b>44</b>

## Lista de Figuras

Figura 1:	Economia Circular e a Agenda 2030 .....	7
Figura 2:	Os quatro estágios do kit de ferramentas "Integrando a Circularidade às NDCs" .....	8
Figura 3:	Principais marcos da agenda de economia circular e clima no Brasil .....	12
Figura 4:	Impacto de setores selecionados nos indicadores ambientais e socioeconômicos, numa perspectiva baseada na produção .....	13
Figura 5:	Impacto de setores selecionados nos indicadores ambientais e socioeconômicos, numa perspectiva baseada no consumo .....	14
Figura 6:	Os processos circulares podem ser agrupados em categorias com base no impacto potencial e nos ciclos de retenção de valor entre usuários e negócios .....	17
Figura 7:	Impacto de diferentes tipos de produtos nas cadeias de valor agrícolas – incluindo os setores do SCP-HAT relacionados à produção e ao processamento de alimentos, onde se concentram os maiores impactos – sobre indicadores ambientais e socioeconômicos, sob uma perspectiva baseada na produção .....	20
Figura 8:	Comparação do potencial de mitigação de GEE de intervenções nas cadeias de valor de alimentos brasileiras que não se sobrepõem ao que já está previsto na NDC e no programa ABC+ .....	23
Figura 9:	Fluxos de materiais nas cadeias de valor de alimentos .....	27
Figura 10:	Impacto de tipos individuais de produtos nas cadeias de valor da construção nos indicadores ambientais e socioeconômicos, sob uma perspectiva baseada na produção .....	35

## Lista de Tabelas

Tabela 1:	Potencial de mitigação de GEE de intervenções nas cadeias de valor de alimentos brasileiras que não se sobrepõem ao que já está previsto na NDC e no programa ABC+ .....	22
Tabela 2:	Perdas e desperdícios de alimentos por tipo de mercadoria e estágio das cadeias de valor .....	25
Tabela 3:	Estimativas de impacto das intervenções da economia circular nas cadeias de valor agrícolas .....	28
Tabela 4:	Produção agrícola de produtos alimentícios em 2023, perdas e sua pegada de GEE .....	29
Tabela 5:	Potencial de redução de emissão de GEE das intervenções nas cadeias de valor da construção no Brasil .....	36
Tabela 6:	Estudos de caso e artigos relevantes para as duas intervenções nas cadeias de valor de alimentos relacionadas a perda e desperdício de alimentos e resíduos agroindustriais .....	50

# Resumo

A implementação do projeto nacional no Brasil começou em meados de 2024, em parceria com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços ("MDIC"). Este relatório apresenta os resultados da aplicação dos estágios 1 e 2 do Kit de Ferramentas no contexto brasileiro. Ele fornece informações baseadas em evidências para subsidiar o desenvolvimento de planos setoriais de mitigação e/ou de economia circular, bem como outras políticas e iniciativas relacionadas.

## Aplicação do Kit de Ferramentas no Brasil

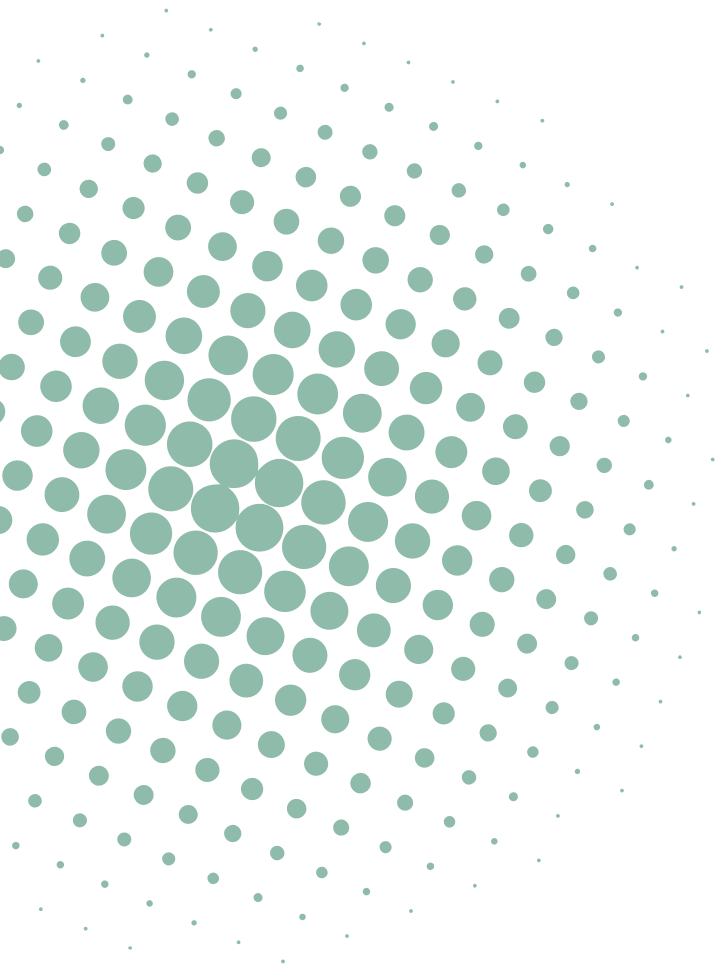
No **estágio 1**, foram identificados os pontos críticos de produção e consumo sustentáveis no Brasil. A partir da análise do Inventário Nacional das Emissões Antrópicas por Fontes e das Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa do Brasil (Inventário Nacional) e da aplicação da Ferramenta de Análise dos Pontos Críticos de Consumo e Produção Sustentáveis (SCP-HAT), os setores de alimentos e construção foram identificados como pontos críticos e selecionados como prioritários para o projeto. Adicionalmente, foram avaliados os pontos de entrada na nova Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil e foi realizado um mapeamento inicial das partes interessadas.

Já no **estágio 2**, foi realizada uma análise das partes com maior intensidade de gases de efeito estufa (GEE) na cadeia de valor desses setores prioritários, sendo identificadas mais de 19 oportunidades de intervenções de economia circular e estimado o potencial de redução de emissão de GEE de cada intervenção (conforme apresentado nas Tabelas 1 e 5, nas páginas 19 e 31 do Relatório Técnico). O MDIC selecionou duas intervenções na cadeia de valor de alimentos para análise mais detalhada: 1) reduzir em 50% a perda e o desperdício de alimentos e 2) redesenhar o setor de alimentos para agricultura circular e resíduos agroindustriais circulares. Esta análise contempla o potencial de redução de emissão de GEE e de criação de emprego dessas intervenções.

Os **resultados preliminares** do projeto foram apresentados para atores-chave, que colaboraram para o refinamento do produto. As discussões realizadas ao longo do projeto contribuirão para o desenvolvimento do Plano Nacional de Economia Circular e para revisão dos Planos Setoriais de Mitigação relacionados. Com a publicação dos planos, será possível integrar no relatório informações sobre a abordagem e a interconexão das agendas de economia circular e de mudanças climáticas incorporadas nesses instrumentos.

O projeto demonstrou que existir potencial significativo para redução das emissões de GEE por meio de intervenções de economia circular no Brasil, além da geração de impacto positivo na criação de empregos e na economia.

Consulte a **página 38** para conhecer as conclusões e os próximos passos.



## 1. Origem e motivação do desenvolvimento do Kit de Ferramentas

As crises interligadas das mudanças climáticas, da perda de biodiversidade e da poluição e resíduos são causadas por padrões insustentáveis de consumo e produção. A demanda por matéria-prima extraída a cada ano está aumentando, elevando as emissões de GEE, resíduos e poluição em todos os estágios do ciclo de vida, desde a extração até o descarte.<sup>1</sup> Ao mesmo tempo, os materiais secundários representam apenas 6,9% de todos os insumos materiais que são circulados de volta à economia.<sup>2</sup> A estimativa é que a linha de base da circularidade no Brasil seja 1,3% – ou seja, acima da média da América Latina e Caribe, porém abaixo da média global.<sup>3, 4</sup>

Com as NDCs colocando o mundo em uma trajetória de alcançar 2,1 a 2,8°C até o final do século,<sup>5</sup> a urgência de aumentar a ambição climática e acelerar sua implementação nunca foi tão grande. Portanto, é fundamental aproveitar a oportunidade inexplorada de integrar uma abordagem de economia circular às NDCs.

Embora a economia circular tenha ganhado cada vez mais reconhecimento no enfrentamento às mudanças climáticas, no início do projeto apenas 28% das NDCs mencionavam explicitamente a economia circular como parte das medidas de mitigação.<sup>6, 7</sup> Desses 28%, as referências à economia circular se concentravam na gestão de resíduos. Havia, portanto, uma oportunidade perdida.

Além de apoiar a mitigação de GEE, a adoção de uma economia circular pode oferecer benefícios em toda a Agenda 2030, fomentando a criação de empregos justos e decentes, e o desenvolvimento de habilidades, bem como gerando benefícios para cidades, água potável e saúde, e estimulando estilos de vida sustentáveis:



Figura 1: Economia Circular e a Agenda 2030<sup>8</sup>

1. UNEP, UNDP and UNFCCC Secretariat. 2023. *Building Circularity into Nationally Determined Contributions (NDCs) - A Practical Toolbox User Guide*. Nairobi (<https://doi.org/10.59117/20.500.11822/43594>).

2. Circle Economy. 2025. *The Circularity Gap Report 2025*.

3. Circle Economy. 2023. *The Circularity Gap Report Latin America and the Caribbean*.

4. Circle Economy. 2025. *The Circularity Gap Report Brazil*.

5. UNFCCC. 2023. *NDC Synthesis Report*.

6. UNFCCC. 2023. *NDC Synthesis Report*.

7. O relatório *NDCs Synthesis Report 2025*, lançado pela UNFCCC em outubro de 2025, indica que esse número aumentou para 38%.

8. UNEP, UNDP and UNFCCC Secretariat. 2023. *Building Circularity into Nationally Determined Contributions (NDCs) - A Practical Toolbox User Guide*. Nairobi (<https://doi.org/10.59117/20.500.11822/43594>).

O PNUMA, PNUD e Secretariado do UNFCCC desenvolveram este kit de ferramentas para apoiar os países na avaliação, priorização, integração e implementação das intervenções de economia circular em suas NDCs, planos de clima e/ou políticas relacionadas para aumentar a ambição climática e acelerar o seu cumprimento.

A aplicação do kit de ferramentas depende do contexto, perfil e prioridade de cada país. A metodologia propõe seguir um processo de quatro estágios que se baseia no ciclo de políticas públicas, compreendendo a análise do problema, definição da resposta política, implementação, monitoramento e reporte:

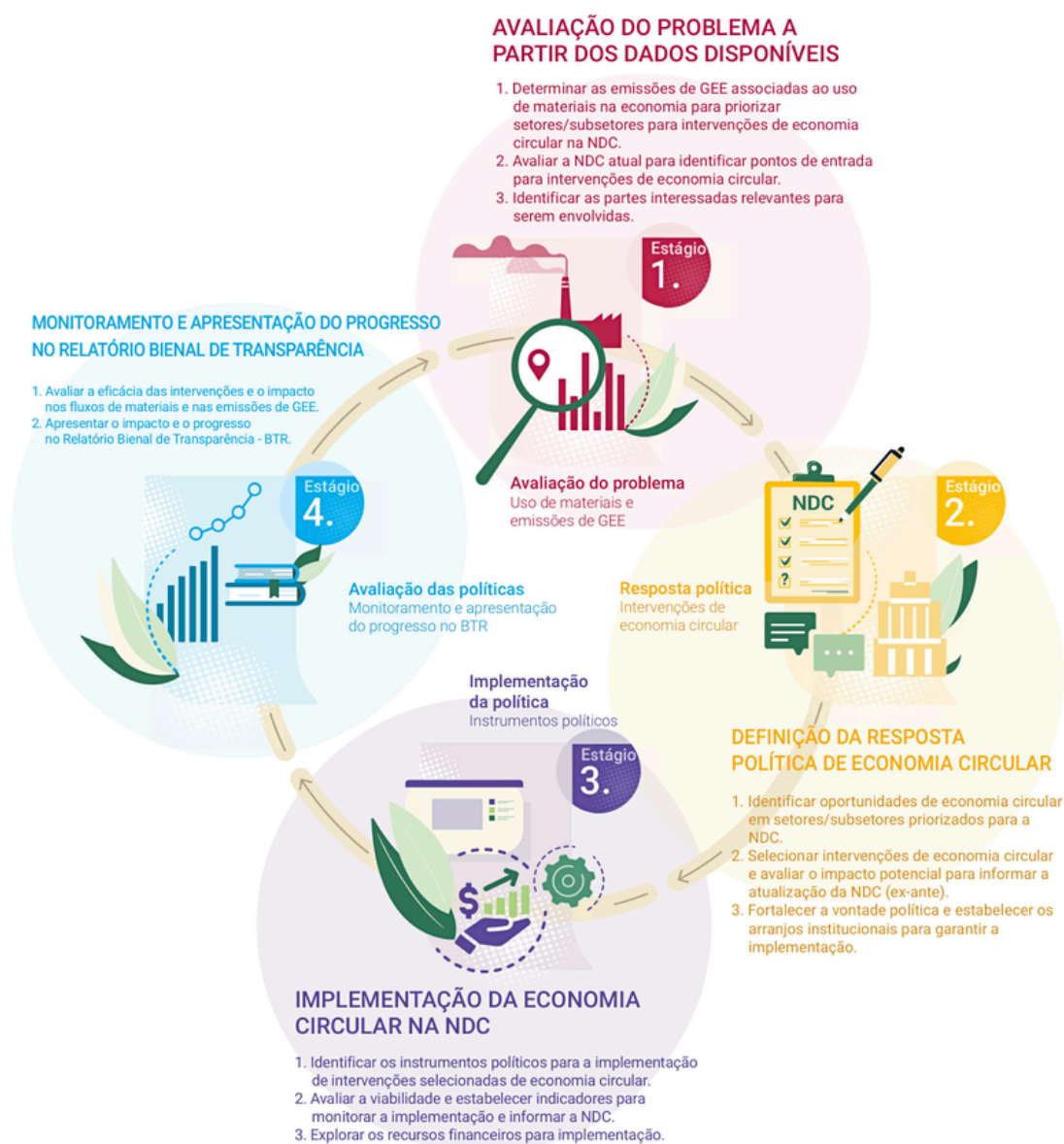


Figura 2: Os quatro estágios do kit de ferramentas "Integrando a Circularidade às NDCs"

A análise apresentada neste relatório baseia-se nesta metodologia, em dados disponíveis ao público, pesquisas acadêmicas e consultas a atores-chave.

## 2. Contexto nacional das agendas de clima e de economia circular: destaques relevantes no Brasil

O Brasil está explorando maneiras de alavancar o potencial da economia circular para apoiar a ambição climática. O kit de ferramentas "*Integrando Circularidade às NDCs*" foi projetado para esse propósito: apoiar os formuladores de políticas neste processo com uma metodologia baseada em evidências.

O projeto apoia-se nos processos políticos existentes e em curso no país, visando complementar e fortalecer sua implementação. Neste contexto, o projeto tem como objetivo identificar e fornecer contribuições sobre intervenções adicionais de economia circular que têm o potencial de conduzir a uma maior mitigação das emissões de GEE.

Dentro do cenário político-normativo do Brasil, destacamos as seguintes iniciativas na agenda nacional de economia circular e clima:

- O **Plano de Transformação Ecológica - Novo Brasil** (PTE),<sup>9</sup> coordenado pelo Ministério da Fazenda e respaldado pelo Pacto pela Transformação Ecológica entre os Três Poderes da República (Decreto nº 12.223/2024), propõe uma mudança estrutural no modelo de desenvolvimento nacional. Seu propósito é articular justiça social, produtividade e sustentabilidade ambiental, impulsionando o crescimento econômico por meio da geração de empregos qualificados, da redução das desigualdades sociais e regionais e da reconfiguração dos sistemas produtivos, financeiros e regulatórios do país.
- Para tanto, organiza-se em seis eixos interdependentes: Finanças Sustentáveis, Adensamento Tecnológico, Bioeconomia e Sistemas Agroalimentares, Transição Energética, Economia Circular e Infraestrutura Verde com Adaptação às Mudanças Climáticas.
- No âmbito da **Economia Circular**, o PTE orienta a transição de um modelo linear para um modelo regenerativo, baseado na menor extração de recursos naturais, redução do descarte de resíduos e mitigação da pegada ambiental. Entre seus objetivos estão a reforma tributária com incentivos à circularidade, o fortalecimento científico e tecnológico, o apoio à implementação do Plano Nacional de Economia Circular (PLANEC), a inclusão socioprodutiva de catadoras e catadores e o encerramento humanizado de lixões.
- No contexto do PLANEC, o Ministério da Fazenda, como colíder do Eixo 4 – Propor instrumentos financeiros de auxílio à Economia Circular -, desempenha papel estratégico na formulação de mecanismos econômicos, fiscais e de crédito que estimulem inovação, investimentos sustentáveis e inclusão socioprodutiva. Tais medidas, somadas a incentivos regulatórios, compras públicas sustentáveis e critérios de circularidade na Taxonomia Sustentável Brasileira, consolidam a economia circular como vetor de competitividade, atração de investimentos e promoção de inclusão social até 2050.

9. Plano de Transformação Ecológica (2023). Disponível [aqui](#).

- A **Nova Política Indústria Brasil** (NIB),<sup>10</sup> lançada pelo Ministério da Indústria em 2024, é um plano estratégico para a reindustrialização sustentável do país, e tem como objetivo alinhar o Brasil às melhores práticas em descarbonização, bioeconomia e economia circular, especificamente em sua Missão 5.
- Como parte da implementação do NIB, o Governo Federal promulgou a **Estratégia Nacional de Economia Circular** (ENEC) (Decreto nº 12.082/2024), definindo suas principais diretrizes e cinco objetivos: 1) Criar ambiente normativo e institucional favorável à economia circular, 2) Fomentar a inovação, a cultura, a educação e a geração de competências para reduzir, reutilizar e promover o redesenho circular da produção, 3) Reduzir a utilização de recursos e a geração de resíduos, de modo a preservar o valor dos materiais, 4) Propor instrumentos financeiros de auxílio à economia circular, e 5) Promover a articulação interfederativa e o envolvimento de trabalhadoras e trabalhadores da economia circular.
- O **Fórum Nacional de Economia Circular**, instituído pela Portaria GM/MDIC nº 309/2024, em carácter permanente e de natureza consultiva, tem como finalidade assessorar, monitorar e avaliar a implementação da ENEC. Dentre suas competências, destaca-se a elaboração, coordenação da consulta pública e acompanhamento da implementação do Plano Nacional de Economia Circular.
- Na sequência de uma ampla consulta pública, o **Plano Nacional de Economia Circular** (PLANEC)<sup>11</sup> foi lançado em maio de 2025. O plano está estruturado em torno de cinco eixos - que refletem os objetivos definidos da ENEC -, 18 macro objetivos e 71 ações, e inclui ações específicas voltadas para o cumprimento dos compromissos climáticos internacionais assumidos pelo Brasil e o reconhecimento da economia circular como uma estratégia efetiva de mitigação dentro do Sistema de Comércio de Emissões brasileiro.
- A **nova Contribuição Nacionalmente Determinada** do Brasil,<sup>12</sup> de novembro de 2024, estabeleceu uma meta para toda a economia de reduzir suas emissões líquidas de gases de efeito estufa em 59% a 67% abaixo dos níveis de 2005 até 2035, o que é consistente, em termos absolutos, com um nível de emissão de 1,05 a 0,85 GtCO<sub>2</sub>e, de acordo com os dados mais recentes do inventário.
- A NDC inclui doze metas de mitigação, com a economia circular explicitamente identificada como uma delas: 6. *Promover a circularidade por meio do uso sustentável e eficiente dos recursos naturais em todas as cadeias produtivas.* A NDC também destaca a economia circular como um caminho para o desenvolvimento industrial de baixo carbono e resiliente ao clima e a referencia nos meios para a implementação.

10. Nova Indústria Brasil (2024). Disponível [aqui](#).

11. Plano Nacional de Economia Circular (2025). Disponível [aqui](#).

12. Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil (2024). Disponível [aqui](#).

- A **Estratégia Nacional de Mitigação do Clima** foi elaborada submetida a consulta pública e, finalmente, publicada em março de 2026. A Estratégia identificou a economia circular como uma prioridade para os setores da indústria, energia, resíduos e cidades, bem como junto aos meios de implementação. A economia circular foi, portanto, incluída nos **Planos Setoriais de Mitigação** correspondentes de: 1) Indústria, 2) Agricultura e Pecuária, 3) Energia, 4) Plano Setorial de Mudanças no Uso da Terra em Áreas Públicas e Territórios Coletivos 5) Resíduos Sólidos e Efluentes Domésticos 6) Cidades. O MDIC teve a oportunidade de contribuir para o processo de revisão dos planos, no escopo deste projeto.
- A Estratégia Nacional de Mitigação do Clima e os Planos Setoriais de Mitigação integram o Plano Clima mais amplo, que também inclui a Estratégia Nacional de Adaptação, os Planos Setoriais de Adaptação e as Estratégias Transversais. O Plano Clima é um instrumento da Política Nacional de Mudança do Clima (Lei nº 12.187/2009, regulamentada pelo Decreto nº 9.578/2018).
- Adicionalmente, cumpre mencionar a **Política Nacional de Resíduos Sólidos** (PNRS) (Lei nº 12.305/2010), que estabelece uma hierarquia de gestão de resíduos priorizando a não geração, seguida da redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como a destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos. A PNRS é implementada por meio do **Plano Nacional de Resíduos Sólidos** (PLANARES). Mais recentemente, em 2025, o Ministério do Meio Ambiente e Mudança de Clima (MMA) lançou o **Plano Nacional de Redução e Reciclagem de Resíduos Orgânicos Urbanos** (PLANARO), que tem como objetivo subsidiar e orientar a tomada de decisão para o desenvolvimento de iniciativas de redução do desperdício de alimentos, de compostagem e reciclagem de resíduos orgânicos urbanos no Brasil. Com a sua implementação, será possível contribuir para a eliminação dos lixões, a redução das emissões de metano, a transição energética pelo aproveitamento energético do biogás e o fomento à agricultura urbana e periurbana, além de promover a inclusão socioproductiva das organizações de catadoras e catadores de materiais recicláveis na geração de benefícios à biodiversidade e ao controle de doenças e zoonoses.
- Já o Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome (MDS), por meio da Resolução CAISAN/MDS nº 16/2025, aprovou a **II Estratégia Intersectorial para a Redução de Perdas e Desperdício de Alimentos**, que incorpora entre os seus objetivos “*Promover a implementação de políticas e projetos locais que tenham como base o conceito de sistemas alimentares circulares ou economia circular*”.



Figura 3: Principais marcos da agenda de economia circular e clima no Brasil

## 3. Aplicação do kit de ferramentas

### 3.1. Estágio 1: Avaliação do problema a partir dos dados disponíveis

Este estágio avalia as emissões de GEE associadas ao uso de materiais na economia, a fim de identificar setores e subsetores prioritários por meio da análise de pontos críticos de consumo e produção de materiais e de emissão de GEE. A metodologia contempla a análise da NDC para identificação de pontos de entrada e das partes interessadas.

#### 3.1.1. Etapa 1: Determinar as emissões de GEE associadas ao uso de materiais na economia para priorizar setores/subsetores para intervenções de economia circular na NDC

A *Ferramenta de Análise dos Pontos Críticos de Consumo e Produção Sustentáveis (SCP-HAT)*<sup>13</sup> fornece informações sobre os benefícios socioeconômicos e o impacto ambiental de diferentes setores, com base em indicadores selecionados pelo usuário.

13. UNEP (2024), *Hotspot Analysis Tool for Sustainable Consumption and Production (SCP-HAT, em tradução livre Ferramenta de Análise dos Pontos Críticos de Consumo e Produção Sustentáveis)* – Módulo 2 – Comparação de Setores – Produção Doméstica. Disponível em: <https://scp-hat.org/>

A ferramenta permite compreensão dos grupos ou subsetores de setores com pontos críticos de emissões de GEE e a análise de quais cadeias de suprimento vinculam as emissões de GEE aos materiais. A ferramenta permite também que os países definam setores prioritários, por meio de uma análise comparativa, considerando as métricas selecionadas para identificação de pontos críticos. Dentro dos setores identificados, a SCP-HAT oferece suporte técnico para análise mais profunda dos subsetores.

No âmbito deste projeto, os seguintes indicadores foram selecionados:

- mudanças climáticas (correlacionadas com a poluição do ar),
- uso de matéria-prima,
- biodiversidade (correlacionada com o uso da terra e mudança do uso da terra),
- valor agregado, e
- emprego.

A Figura 4 a seguir indica quais setores têm maior impacto no Brasil em relação a indicadores ambientais e socioeconômicos elencados, adotando uma perspectiva baseada na produção:

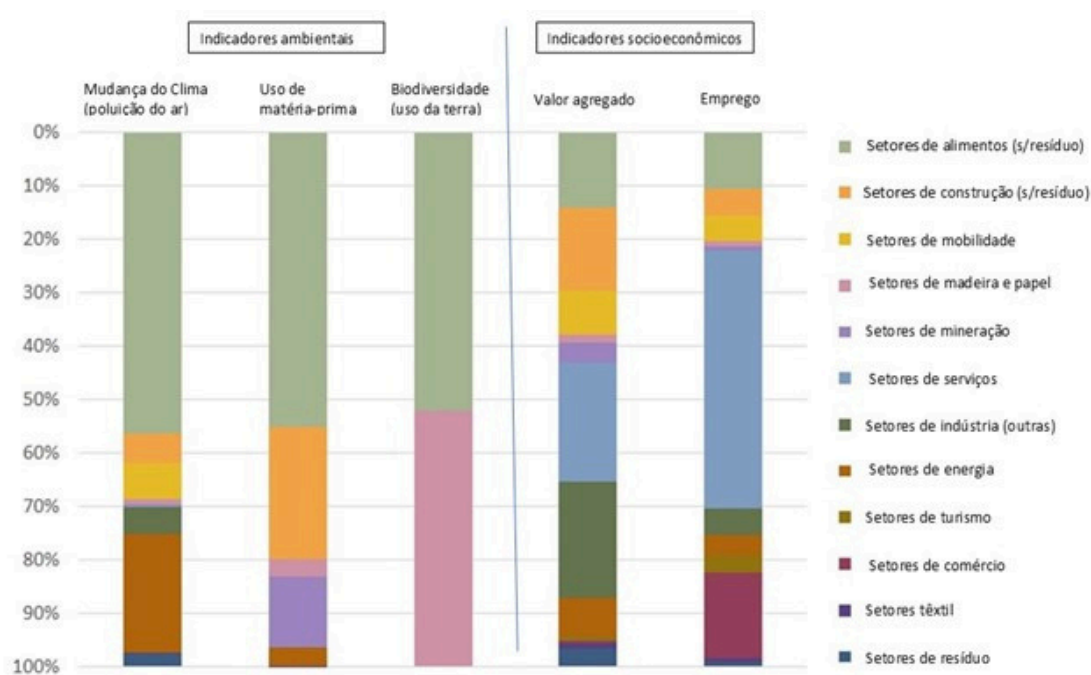


Figura 4 : Impacto de setores selecionados nos indicadores ambientais e socioeconômicos, sob uma perspectiva baseada na produção

A Figura 4 analisa o impacto da produção no Brasil a partir de uma perspectiva baseada na produção, o que significa que os impactos dos produtos fabricados no Brasil, mas exportados para consumo em outros lugares, estão incluídos.

Alguns produtos são exportados para fora do Brasil para processamento posterior, seguido de seu uso ou consumo e fim de vida em um país diferente. Esforços em outros países (fora do Brasil) para alterar os volumes de materiais usados nas

cadeias de valor<sup>14</sup> que começam no Brasil ainda podem afetar as emissões territoriais baseadas na produção para o Brasil, tendo em vista que podem causar flutuação na demanda.

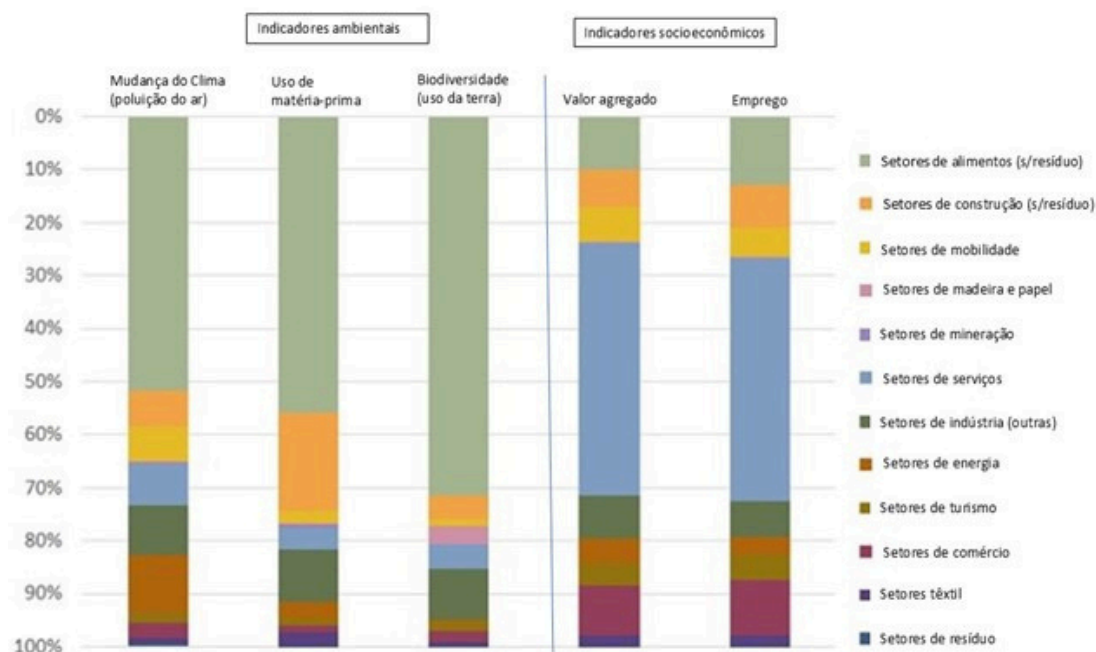


Figura 5: Impacto de setores selecionados nos indicadores ambientais e socioeconômicos, sob uma perspectiva baseada no consumo

A Figura 5 apresenta a perspectiva baseada no consumo, que exclui as emissões de produtos brasileiros que são exportados (e consumidos em outros lugares) mas inclui as emissões de produtos importados e consumidos no Brasil. Medidas do lado da demanda que afetam o consumo desses produtos pelos consumidores brasileiros podem alterar o volume ou a demanda dos produtos que estão sendo importado. Na perspectiva baseada no consumo, todas as emissões de produtos consumidos no Brasil são consideradas.

O resultado obtido na SCP-HAT, combinado com a análise do Inventário Nacional,<sup>15</sup> indica que os quatro principais setores em termos de contribuição para as emissões de GEE pelo uso de materiais ou impactos climáticos de curto prazo são:

1. Setores de alimentos
2. Setores de construção
3. Setores de mobilidade e
4. Setores de madeira e papel.

14. **Definição de cadeia de valor:** “A cadeia de valor é composta por todas as atividades que fornecem ou recebem valor a partir do design, fabricação, distribuição, venda a varejo e consumo de um produto (ou da prestação do serviço que o produto oferece), incluindo a extração e o fornecimento de matérias-primas, bem como as atividades envolvidas com o produto após o fim de sua vida útil. Nesse sentido, a cadeia de valor abrange todas as etapas da vida de um produto, desde o fornecimento das matérias-primas até o descarte após o uso, e engloba as atividades ligadas à criação de valor, como modelos de negócio, investimentos e regulamentações.” Tradução livre do *Catalysing Science-based Policy Action on Sustainable Consumption and Production: The Value-chain Approach & its Application to Food, Construction and Textiles*, UNEP (2021).

15. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Relatório do Inventário Nacional das Emissões Antrópicas por Fontes e das Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa do Brasil – Primeiro Relatório Bienal de Transparência à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. 2024. Disponível em: [Relatório do Inventário Nacional 1990-2022](https://unfccc.int/documents); e <https://unfccc.int/documents>.

No Inventário Nacional, alguns setores da ferramenta SCP-HAT podem ser atribuídos a setores específicos das categorias do IPCC (por exemplo, “3.D. Solos manejados” refere-se às emissões do setor agrícola). Importante ressaltar que a agricultura produz mais do que apenas alimentos (por exemplo, culturas fibrosas, culturas energéticas), portanto nem todas as emissões de “3.D. Solos manejados” devem ser atribuídas às cadeias de valor de alimentos.

Os dados retratados na Figura 4 indicam que os setores associados às cadeias de valor de alimentos têm um elevado impacto em todos os indicadores ambientais selecionados e uma contribuição substancial para o valor agregado (14%) e para o emprego (10%).

Destaca-se que esta análise considera não apenas alimentos, mas um conjunto mais amplo de cadeias de valor que dependem de produtos agrícolas como insumo fundamental. Uma quantidade significativa - mais de 58% da produção agrícola brasileira em toneladas<sup>16</sup> - é usada para produzir biocombustíveis. Ao considerar os fluxos de resíduos orgânicos, por exemplo, também são considerados os resíduos da indústria de biocombustíveis.

Embora o Inventário Nacional não distinga as emissões do setor de agricultura que são relacionadas à produção de biocombustíveis, a análise dos dados disponíveis indica que a produção de alimentos e os impactos no uso da terra associados ao estoque florestal estão entre os maiores contribuintes para as emissões de GEE no Brasil.

Neste sentido, observa-se que Inventário Nacional indica que 50% do “Total de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> sem LULUCF” estão relacionadas à agricultura. Das emissões agrícolas, 70% estão relacionadas a produtos de origem animal, que fazem parte das cadeias de valor alimentares. Isso indica que as emissões agrícolas relacionadas aos biocombustíveis representam uma parte relativamente pequena das emissões agrícolas.

Por outro lado, os setores de construção também apresentam um grande impacto nas emissões de GEE, no uso de matéria-prima, no valor agregado e no emprego. Isto verifica-se tanto do ponto de vista da produção como do consumo. Os dados relativos ao setor da construção na Figura 4 incluem a extração de minerais para a construção e o seu processamento em materiais de construção.

Os setores de alimentos e construção foram priorizados pelo MDIC para **análise das cadeias de valor** e das **potenciais intervenções de economia circular**. Para os setores relacionados às cadeias de alimentos, foi feita uma **análise detalhada** do potencial de redução de emissão de GEE e de geração de emprego de duas intervenções selecionadas.

---

16. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2025). Disponível em: [FAOSTAT](#); Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2024). Nota Técnica EPE/DPG/SDB/2024/03 - Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis. Disponível [aqui](#)

A seguir, o relatório abordará a aplicação das seguintes etapas do kit de ferramentas:

- Identificação de pontos de entrada na NDC (item 3.1.1);
- Setores relacionados à cadeia de valor de alimentos (item 3.2):

**Estágio 1:** Análise dos impactos ambientais e socioeconômicos ao longo da cadeia de valor;

**Estágio 2:** Identificação das oportunidades de intervenções de economia circular e potencial redução de emissões de GEE no setor de alimentos, e análise detalhada de duas intervenções selecionadas;

- Setores relacionados à cadeia de valor de construção (item 3.3):

**Estágio 1:** Análise dos impactos ambientais e socioeconômicos ao longo da cadeia de valor;

**Estágio 2:** Identificação das oportunidades intervenções de economia circular e potencial redução de emissões de GEE no setor de construção.

Observa-se que na etapa de identificação das potenciais intervenções de economia circular, realizou-se a análise de fontes da literatura acadêmica e cinzenta para identificação de oportunidades que podem ajudar a reduzir as emissões de GEE nas duas cadeias de valor selecionadas. As referências usadas para subsidiar o cálculo das estimativas de redução de emissão de GEE para cada intervenção selecionada são indicadas nas Tabelas 1 e 5 e no Apêndice I.

As oportunidades de intervenções foram relacionadas aos 9R's da hierarquia da economia circular (Figura 6 a seguir), que indica que as intervenções voltadas à redução do uso de materiais – seja por meio de mudanças no desenho do produto ou da cadeia de valor, na adoção de novos comportamentos de consumo ou na recusa de determinados produtos (*upstream*) - tendem a gerar maiores benefícios ambientais do ações posicionadas mais abaixo na hierarquia (*downstream*), como a reciclagem.

A decisão de recusar ou reduzir o consumo de determinados produtos e materiais pode se fundamentar na sua pegada material ou na sua contribuição para as emissões de GEE. Substituir materiais de alta intensidade de GEE por outros de menor impacto, ou mesmo de impacto negativo, é uma estratégia capaz de reduzir substancialmente essas emissões.



Figura 6: Os processos circulares podem ser agrupados em categorias com base no impacto potencial e nos ciclos de retenção de valor entre usuários e negócios<sup>17</sup>

### 3.1.2. Etapa 2: Avaliar a NDC atual para identificar pontos de entrada para intervenções de economia circular

Essa etapa tem como objetivo analisar a NDC atual do país e identificar pontos de entrada para intervenções de economia circular nas cadeias de valor de alimentos e construção, que podem ampliar o escopo e a abrangência dos esforços já previstos.

A nova NDC do Brasil, apresentada em 2024, faz referência explícita à economia circular / circularidade, que é indicada como um dos Objetivos Nacionais de Mitigação e mencionada nos meios de implementação.

A NDC inclui outras referências relevantes para as cadeias de valor de alimentos e construção, bem como para a integração mais ampla da agenda de economia circular, tais como:

- **Diretrizes para a Estratégia Nacional de Mitigação:**

"Abordagem integrada intersetorial. Apoio e fomento a atividades de descarbonização e aumento da sustentabilidade social e ambiental em todos os setores da economia brasileira [...] com políticas setoriais nacionais que possuem interface com a mitigação da mudança do clima;"

"Articulação de ações incrementais e transformacionais, a partir da compreensão das trajetórias de mitigação de longo prazo custo-efetivas [...]. Ampliação e reforço das soluções existentes que têm impactos positivos na mitigação das emissões de gases de efeito estufa, [...];"

"Articulação entre políticas setoriais de mitigação com outras políticas públicas para gerar cobenefícios, [...]."

- **Objetivos Nacionais de Mitigação:**

"Fomentar a ampla adoção de modelos de produção agrícola e pecuária sustentáveis e de baixa emissão de gases de efeito estufa, garantindo a segurança alimentar de todos;"

"Expandir a produção sustentável de biocombustíveis, promover a inovação tecnológica e desenvolver cadeias de valor relacionadas à bioenergia;"

"Alavancar soluções inovadoras e de baixo carbono na produção nacional e desenvolver tecnologias de captura, uso e armazenamento de carbono na produção bioenergética e nos setores de combustíveis fósseis;"

"Promover a circularidade por meio do uso sustentável e eficiente de recursos naturais ao longo das cadeias produtivas;"

"Incentivar entes subnacionais a adotarem um desenvolvimento urbano integrado e sustentável";

"Gerar empregos, renda e inclusão produtiva nas atividades econômicas relacionadas à descarbonização da economia e ao desenvolvimento sustentável, promovendo uma transição socioeconômica justa, inclusiva e sustentável;"

"Empreender ações específicas para mitigação de gases de efeito estufa não CO2 de alto impacto no aquecimento global;"

- **Plano Setorial de Agricultura e Pecuária**

"[...] a conversão de novas áreas prioritariamente a partir de pastagens degradadas, expandindo a área de cultivos em sistemas integrados como integração lavoura-pecuária e lavoura-pecuária floresta",

"[...] ganhos de produtividade nos sistemas de produção agropecuária, por meio de maior migração para sistemas integrados e aumento de sistemas de alta produtividade.

- **Plano Setorial de Cidades e Mobilidade Urbana**

"[...] integração de ações de desenvolvimento urbano sustentável com soluções baseadas em natureza [...]"

- **Plano Setorial de Resíduos**

"[...] redução das emissões de metano [...]"

- **Plano Setorial de Indústria**

"A produção nacional de biomateriais, por sua vez, emerge como uma solução de mitigação, podendo também ser uma fonte de inovação e diferencial da indústria nacional no âmbito internacional [...]"

- **Meios de implementação**

o **Plano de Transformação Ecológica**, com destaque para:

- **Programa Eco Invest Brasil**

"[...] tem como objetivos: (i) fomentar e incentivar investimentos sustentáveis em projetos que promovam a transformação ecológica, sobretudo nos eixos de [...] economia circular [...];"

- **Taxonomia Sustentável Brasileira**,<sup>18</sup> que tem como objetivo a transição para economia circular;

- **Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões**, referenciado na ação 4.1.6 do Plano Nacional de Economia Circular:

4.1.6. Articular as iniciativas privadas de economia circular ao Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE), conforme disposto na Lei Federal nº 15.042/2024, reconhecendo a economia circular como estratégia eficaz de mitigação de emissões de gases de efeito estufa e como potencial geradora de ativos negociáveis no âmbito do SBCE.

o **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)**, que lançou a iniciativa Tudo pela Circularidade.<sup>19</sup>

18. Taxonomia Sustentável Brasileira. Disponível [aqui](#).

19. BNDES Tudo pela Circularidade. Disponível [aqui](#).

A NDC estabelece uma meta de redução de emissão absoluta, incluindo todos os GEE e para todos os setores da economia ("economy-wide"), mas não especifica metas ou a redução estimada por setor ou por ação de forma quantitativa. Essa definição ocorrerá no âmbito do Plano Clima, por meio da Estratégia Nacional de Mitigação e seus Planos Setoriais de Mitigação.

Por meio da plataforma *Climate Watch*,<sup>20</sup> em 2024 foi observado que alguns países na América do Sul já mencionam expressamente economia circular em suas NDCs – como Chile, Colômbia, Equador, Paraguai e Uruguai. Não obstante, até aquele momento somente o Paraguai incluía meta de redução de emissão de GEE vinculada a uma ação específica de economia circular.

### 3.2. Aplicação dos Estágios 1 e 2 na Cadeia de Valor de Alimentos

#### 3.2.1. Estágio 1 – Aprofundamento da análise da Etapa 1

Nesta etapa, a SCP-HAT foi utilizada para identificar os benefícios socioeconômicos e impactos ambientais entre os subsetores de alimentos.

De acordo com os resultados obtidos, a pecuária brasileira se destaca como principal responsável pelas emissões de GEE (Figura 7). A produção de carne bovina, laticínios, ovinos, suínos, aves e outros produtos de origem animal responde por 70% das emissões agrícolas de GEE no país – o que está em linha com o previsto no Inventário Nacional -, 53% do consumo de matérias-primas e 72% do uso da terra. Dentro da categoria "Outros", a cana-de-açúcar e a beterraba sacarina estão incluídas, mas apenas dentro da parcela que é usada para produzir produtos alimentícios.

A contribuição socioeconômica dos produtos de origem animal é de 35% do valor agregado e 23% do emprego total nas cadeias de valor agrícola, sendo a maior parcela oriunda de carne ovina, suína, aves e outros tipos de carnes.

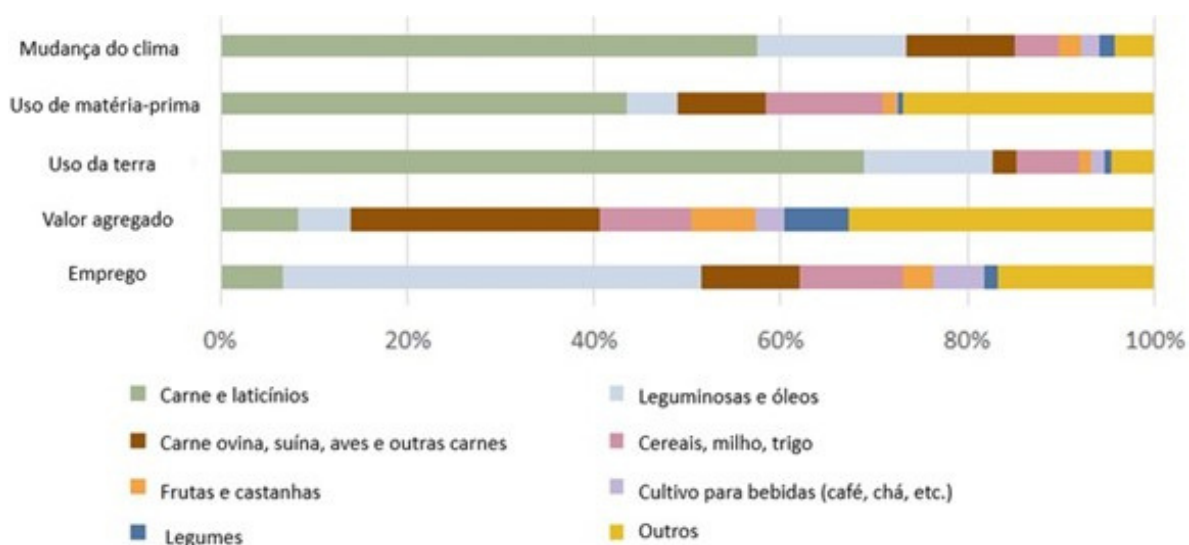


Figura 7: Impacto de diferentes tipos de produtos nas cadeias de valor agrícolas – incluindo os setores do SCP-HAT relacionados à produção e ao processamento de alimentos, onde se concentram os maiores impactos – sobre indicadores ambientais e socioeconômicos, sob uma perspectiva baseada na produção

20. *Climate Watch*. Disponível [aqui](#).

Com 71%, o metano representa uma parcela significativa das emissões de GEE da agricultura no Brasil – atividade esta que compõe as cadeias de valor de alimentos.<sup>21</sup> Parte das emissões de GEE provenientes da gestão de resíduos sólidos e águas residuais podem também ser atribuídas ao setores de alimentos, uma vez que são resultado do descarte de resíduos orgânicos. Essas emissões de resíduos não fazem parte dos setores de alimentos na análise da ferramenta, mas são representadas como uma categoria separada. Já na gestão de resíduos, o metano responde por 97% das emissões, evidenciando sua predominância

### 3.2.2. Estágio 2 – Etapa 1: Identificar oportunidades de economia circular em setores/subsetores priorizados para a NDC

Nesta etapa, foi realizada uma ampla pesquisa acadêmica, em bases de dados majoritariamente nacionais, com o objetivo de identificar intervenções de economia circular nas cadeias de valor de alimentos com potencial de reduzir de emissões de GEE, que fossem complementares às políticas já existentes, como o Plano ABC+. As referências utilizadas estão listadas no Apêndice I.

A Tabela 1 e a Figura 8 apresentam uma lista de oportunidades nas cadeias de valor de alimentos juntamente com uma estimativa de seu potencial de redução de emissões de GEE no Brasil. As emissões de GEE da produção agrícola são estimadas em 600 MtCO<sub>2</sub>e/ano.<sup>22</sup>

Importante destacar que a abordagem para o desenvolvimento de um inventário nacional de GEE é diferente da abordagem utilizada para algumas das estimativas apresentadas na Figura 7. Os inventários são desenvolvidos de acordo com metodologias do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) para estimar as emissões de GEE das fontes, agregando estimativas de emissões de GEE e sumidouros de fontes e atividades individuais. Assim, o resultado da aplicação desta metodologia pode desviar-se de uma abordagem que segue a lógica de uma Análise do Ciclo de Vida (ACV), como a que foi realizada, na qual o impacto das mudanças nos produtos, ou volumes de produtos, é estimado usando a pegada de carbono de produtos e materiais.

---

21. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Relatório do Inventário Nacional das Emissões Antrópicas por Fontes e das Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa do Brasil – Primeiro Relatório Bienal de Transparência à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. 2024. Disponível em: [Relatório do Inventário Nacional 1990-2022](#); e <https://unfccc.int/documents>

22. Wanderlei Bieluczyk, Maurício Roberto Cherubin, Carlos Eduardo Pellegrino Cerri, Marcos Siqueira-Neto, Adibe Luiz Abdalla-Filho, José Igor Almeida Castro, Jorge Luiz Locatelli, Siu Mui Tsai, Plínio Barbosa de Camargo. Greenhouse gas fluxes in brazilian climate-smart agricultural and livestock systems: A systematic and critical overview. Journal of Cleaner Production, Volume 464, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652624022303>

Uma vez selecionada uma oportunidade de intervenção de economia circular, o impacto da mitigação de GEE pode ser analisado mais detalhadamente e alocado às diferentes categorias do IPCC, de modo que possa ser incorporado e refletido nas NDCs.

A definição de quais fontes de emissões e sumidouros de GEE do IPCC são afetados por uma intervenção específica requer a compreensão dos impactos da medida ao longo das cadeias de valor em termos de mudanças nos volumes de materiais e produtos.

Os maiores potenciais de redução de emissões de GEE podem ser identificados em intervenções que priorizam produtos alimentícios com uma pegada de GEE relativamente baixa, que são os produtos de origem vegetal ou menos processados. Os produtos menos processados também tendem a ter menos calorias e mais nutrição, o que traz benefícios à saúde.<sup>23</sup>

Tabela 1: Potencial de mitigação de GEE de intervenções nas cadeias de valor de alimentos brasileiras que não se sobrepõem ao que já está previsto na NDC e no programa ABC+

Intervenções	Potencial de redução de emissão de GEE
1. <b>Reduzir por desenho (R1)</b> perda e desperdício de alimentos em 50%	14 MtCO <sub>2</sub> e/ano (UNEP, 2024)
2. <b>Reduzir</b> impacto ambiental, <b>regenerar por desenho (R1)</b> e promover nutrição saudável por meio da <b>priorização (R2)</b> de compra de alimento pouco processado <sup>24</sup>	126 MtCO <sub>2</sub> e/ano ou 21% (Universidade de São Paulo et al., 2024; Universidade de São Paulo et al., 2024)
3. <b>Reduzir por desenho (R1)</b> para restauração da terra e <b>regeneração</b> por meio do aumento de proteína a base de plantas nas dietas (R2)	200 MtCO <sub>2</sub> e/ano (Universidade do Paraná, 2024 - considera 40% de redução no consumo de carne bovina)
4. <b>Reduzir por desenho (R1)</b> e <b>reaproveitar (R2)</b> resíduo agrícola e agroindustrial	18 MtCO <sub>2</sub> e/ano (UNEP/MCTI, 2021)
5. <b>Reciclar (R9)</b> a fração orgânica do resíduo sólido municipal (RSM) para biodigestão para geração de eletricidade e biometano	0,89 MtCO <sub>2</sub> e/ano (UNEP/MCTI, 2021)

23. UNEP (2021). Catalysing Science-based Policy Action on Sustainable Consumption and Production: The Value-chain Approach & its Application to Food, Construction and Textiles. Nairóbi. Disponível em: <https://www.oneplanetnetwork.org/value-chains/value-chain-approach>

24. O potencial de mitigação desta intervenção é estimado combinando dados sobre volumes e a pegada de carbono de produtos agrícolas.

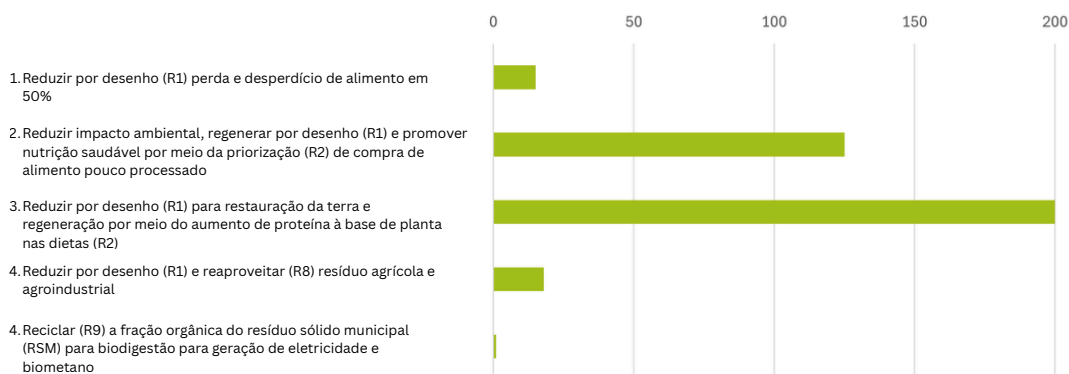


Figura 8: Comparação do potencial de mitigação de GEE de intervenções nas cadeias de valor de alimentos brasileiras que não se sobrepõem ao que já está previsto na NDC e no programa ABC+

As estimativas das reduções de emissões de GEE por meio de intervenções de economia circular podem ser consideradas no desenvolvimento dos planos climáticos, relatadas no Relatório de Transparência Bienal – na seção sobre políticas e medidas de mitigação, ações e planos relacionados à implementação e cumprimento das NDCs -, ou ainda refletidas no Inventário Nacional de GEE.

O reporte e monitoramento das intervenções é objeto do Estágio 4 do kit de ferramentas.

### 3.2.3. Estágio 2 – Etapa 2: Selecionar intervenções de economia circular e avaliar o impacto potencial para informar a atualização da NDC (ex-ante)

Esta seção entra em detalhes técnicos sobre as duas oportunidades de intervenções de economia circular selecionadas para as cadeias de valor de alimentos.

Dentre as oportunidades apresentadas na Tabela 1, o MDIC selecionou as seguintes intervenções de economia circular para análise detalhada:

- Reduzir em 50% a perda e o desperdício de alimentos;
- Redesenhar cadeias de valor de alimentos para agricultura circular e resíduos agroindustriais circulares.

## A. Reduzir em 50% a perda e o desperdício de alimentos

### Definindo Perda e Desperdício de Alimentos

**Desperdício de alimentos:** são os alimentos e as partes não comestíveis associadas que são removidos da cadeia de suprimento alimentar humana. Inclui varejo, serviços de alimentação e residências. Removido da cadeia de suprimento alimentar humano significa ter uma das seguintes destinações finais: digestão co/anaeróbia; compostagem/digestão aeróbia; aplicação na terra; combustão controlada; esgoto; lixo/descarte/recusa; ou aterro sanitário.

**Perda de alimentos:** são todas as quantidades de commodities comestíveis para consumo humano de culturas e gado que, direta ou indiretamente, saem completamente da cadeia de produção/abastecimento pós-colheita/abate ao serem descartadas, incineradas ou de outra forma, e não retornam em qualquer outra utilização (como ração animal, uso industrial, etc.), até e excluindo o nível de varejo. As perdas que ocorrem durante a armazenagem, transporte e processamento, também de quantidades importadas, estão todas incluídas. As perdas incluem a commodity como um todo, com suas partes não comestíveis, diminuindo a massa comestível nas etapas de produção, pós-colheita e processamento da cadeia alimentar (FAO 2022).

Fonte: UNEP (2024). *Food Waste Index Report 2024*. Nairobi.

Como abordado no item 1, a adoção de uma economia circular pode oferecer benefícios em toda a Agenda 2030. Está diretamente relacionada ao ODS 12, que visa assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis. E, especificamente, às metas 12.3 e 12.5 do Brasil: <sup>25</sup>

**12.3.** *Até 2030, reduzir o desperdício de alimentos per capita nacional, em nível de varejo e do consumidor, e reduzir as perdas de alimentos ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo as perdas pós-colheita.*

**12.5.** *Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da Economia Circular e suas ações de prevenção, redução, reciclagem e reúso de resíduos.*

Adicionalmente, as oportunidades de economia circular priorizadas para as cadeias de valor de alimentos estão alinhadas às políticas públicas e aos programas estratégicos Governo Federal, incluindo a Missão 5 da NIB, o Plano ABC+ (2020-2030), os programas de conversão de pastagens degradadas, de fortalecimento da agricultura familiar e de bioeconomia, a Estratégia Nacional de Mitigação (ENM) e planos setoriais correlatos, bem como a II Estratégia Intersetorial para a Redução de Perdas e Desperdício de Alimentos.

A intervenção voltada à redução da perda e do desperdício de alimentos está ainda alinhada com as ambições da Aliança Global contra a Fome e a Pobreza, que o Brasil lançou durante sua presidência do G20.

25. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. ODS 12. Disponível [aqui](#).

## A.1. Análise de cadeias de valor

As percentagens de perda e desperdício de alimentos (PDA) variam de acordo com o tipo de produto e etapa da cadeia de valor. Isso torna importante mapear toda as cadeias de valor e entender os volumes de desperdício e perda em cada etapa.

Em 2018, a Consultoria do Amanhã e a *Integration Consulting* fizeram um diagnóstico inicial da fome e do desperdício de alimentos no Brasil. O estudo fornece estimativas de perda e desperdício de alimentos ao longo das cadeias de valor para nove tipos diferentes de produtos, com base nos dados disponíveis, que incluem algumas suposições.<sup>26</sup> Os resultados foram refletidos na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2: Perdas e desperdícios de alimentos por tipo de mercadoria e estágio das cadeias de valor<sup>27</sup>

Tipo de produto	Perda na produção e nas colheitas	Perda no pós-colheita, armazenamento e transporte	Perda no processamento	Desperdício do varejo e serviços de alimentos	Desperdício do consumidor
Frutas e hortaliças	20%	8%	14%	7%	5%
Tubérculos	14%	12%	9%	2%	3%
Laticínios	3%	6%	2%	7%	3%
Cereais	6%	5%	5%	5%	12%
Aves	5%	1%	3%	3%	4%
Carne	5%	1%	3%	3%	4%
Ovos	5%	1%	4%	4%	5%
Leguminosas	6%	3%	7%	2%	2%
Pescados	6%	5%	8%	8%	3%

Os resíduos provenientes dos consumidores, do comércio varejista e dos restaurantes são os principais contribuintes para a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos (RSU). De acordo com dados do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, 45% dos RSU são resíduos orgânicos. No Brasil, estima-se que 0,17% de todos os RSU sejam compostados.<sup>28</sup>

Importante destacar que nem todos os resíduos orgânicos que saem das cadeias de valor de alimentos são considerados perda e desperdício de alimentos. Isso porque uma parcela dos produtos agrícolas do Brasil não se destina ao consumo

26. De acordo com o relatório do estudo, foi adotada a seguinte metodologia: "1) Mapeamos onde está a principal perda/desperdício dentro da Cadeia de Alimentos na Produção e no Consumo – as 2 pontas com informação de alta confiabilidade, 2) Identificamos % de desperdício na Cadeia com base em estudos de FAO (2011 e 2019) e cruzados com estudos de EMBRAPA no Brasil, 3) Calculamos o volume de perda/desperdício por categoria de alimento considerando dados de desperdício de Latino América – melhor aproximação que temos de FAO." Consultoria do Amanhã, *Integration Consulting* (2022). Relatório Diagnóstico - Mapa da Fome e do Desperdício de Alimentos no Brasil, Slide 57: Mapa de Resíduos – Tipo de Alimento. Disponível [aqui](#).

27. Consultoria do Amanhã, *Integration Consulting* (2022). Relatório Diagnóstico - Mapa da Fome e do Desperdício de Alimentos Brasil, Slide 57: Mapa de Resíduos – Tipo de Alimento. Disponível em: <https://docs.google.com/presentation/d/1oAI95Jwvh3M4hkW2stemMEOnwd4ug2i/edit#slide=id.p58>

28. Source Fátima A.M. Lino, Kamal A.R. Ismail, Juan A. Castañeda-Ayarza. *Municipal solid waste treatment in Brazil: A comprehensive review*, *Energy Nexus*, Volume 11, 2023, 100232, ISSN 2772-4271. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2023.100232>.

humano. Essa participação é relativamente alta devido à substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis no país.

A combinação de dados do estudo realizado em 2018 com as estatísticas da *Food and Agriculture Organization* (FAO) sobre a produção, o uso não-alimentar e o comércio transfronteiriço de produtos alimentares,<sup>29</sup> subsidiou a elaboração da Figura 9.

A figura é um fluxograma ou diagrama de *Sankey* em que a largura de um fluxo corresponde à massa em toneladas. O fluxograma retrata as cadeias de valor dos produtos agrícolas no Brasil. À esquerda, mostra que apenas uma pequena parte é importada. A segunda coluna indica que a maior parte dos alimentos produzidos no Brasil são frutas e hortaliças.<sup>30,31</sup> À direita, a figura dá uma indicação dos produtos e subprodutos em cada etapa das cadeias de valor, desde a produção agrícola até o armazenamento e transporte, processamento, atacado e varejo, consumo e fim da vida útil.

---

29. *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) (2025). Produtos agrícolas e pecuários, Brasil, dados de 2023; e Balanços alimentares, Brasil, dados de 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>

30. *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) (2025). Produção, Brasil, dados de 2023; e Balanços alimentares, Brasil, dados de 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>

31. *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) (2025). Produção, Brasil, dados de 2023; e Balanços alimentares, Brasil, dados de 2022. Disponível em <https://www.fao.org/faostat/en/#data>

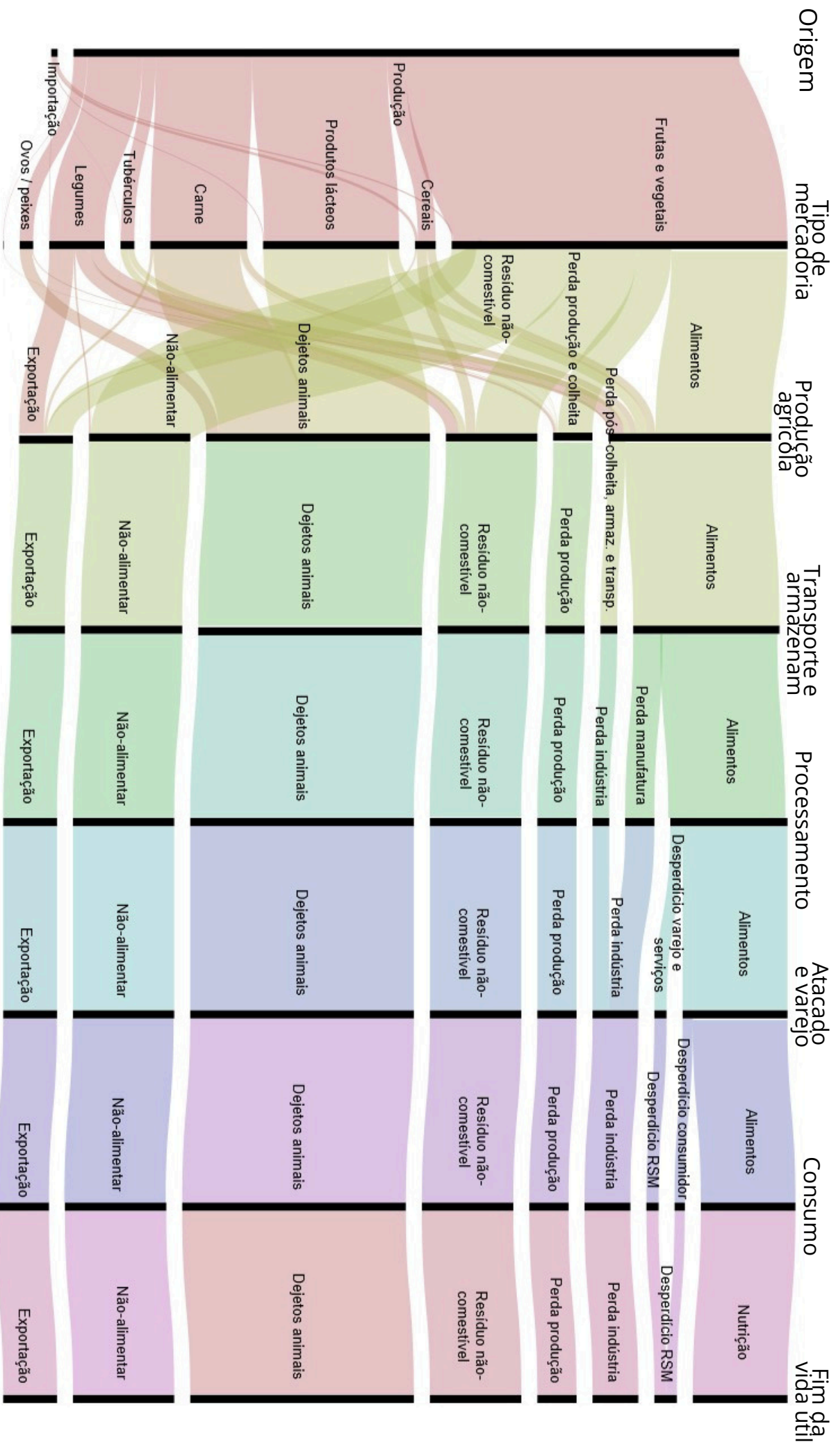


Figura 9: Fluxos de materiais nas cadeias de valor agrícolas [PDA: Perda e desperdício de alimentos; RSU: Resíduos Sólidos Urbanos]

Figura 9 apresenta os volumes de perda e desperdício de alimentos com base em dados específicos por produto e etapa das cadeias de valor. Parte dessas perdas ocorre na produção agrícola. Essa parcela tende a permanecer na fazenda, e a maior parte é aplicada ao solo.

Mais adiante nas cadeias de valor, as perdas de alimentos têm origem no transporte, armazenamento e processamento, tornando-se parte dos fluxos de resíduos industriais. O restante do volume de alimentos destina-se ao atacado, ao varejo e ao consumo, etapas nas quais o desperdício tende a ser encaminhado para os RSU ou para a fração orgânica das águas residuais municipais. Assim, a perda agroindustrial refere-se aos volumes de resíduos provenientes da produção agrícola e do processamento.

## A.2. Estimativa dos impactos na emissão de GEE e na geração de empregos

O impacto estimado de ambas as intervenções nas cadeias de valor de alimentos está listado na Tabela 3. O potencial de mitigação de GEE a partir da prevenção da perda e do desperdício de alimentos foi estimado combinando:

- estatísticas da FAO sobre a produção de alimentos no Brasil,<sup>32</sup> com
- dados sobre a perda e o desperdício de alimentos ao longo das cadeias de valor para tipos específicos de produtos<sup>33</sup> e
- dados específicos de produtos sobre pegadas de carbono no Brasil da CarbonCloud.<sup>34,35,36</sup>

Informação técnica detalhada sobre os critérios utilizados na avaliação de ciclo de vida (ACV), e na estimativa de potencial de mitigação de GEE e de geração de emprego é fornecida no Apêndice II (página 42).

Tabela 3: Estimativas de impacto das intervenções da economia circular nas cadeias de valor agrícolas

Intervenção para mitigação de GEE por meio da Economia Circular	Resíduo evitado (mln t/ano)	Potencial de mitigação de GEE (mln tCO <sub>2</sub> e/ano)	Valor retido ou criado (bln USD/ano)	Potencial de geração de empregos
<b>1. Reduzir por desenho (R1) em 50% a perda e desperdício de alimentos</b>	<b>58</b>	<b>122</b>	<b>20</b>	<b>668.000</b>
<b>2. Reduzir por desenho (R1) e reaproveitar (R8) resíduo agrícola e agroindustrial.</b>				
- Usar 30% de celulose da produção de cana-de-açúcar para produzir fibras têxteis	<b>0-20</b>	<b>35-116</b>	<b>13</b>	<b>580.000</b>

32. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2025). Produção, Brasil, dados de 2023; e Balanços alimentares, Brasil, dados de 2022. Disponíveis em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>

33. Consultoria do Amanhã, *Integration Consulting* (2022). Relatório Diagnóstico: Mapa da Fome e do Desperdício de Alimentos no Brasil, Slide 57: Mapa do Desperdício – Cadeia de Alimentos. Disponível em: <https://docs.google.com/presentation/d/1oAI95Jwmh3M4hkW2stemMEOnCwd4ug2i/edit#slide=id.p58>

34. CarbonCloud (2025). Emissões da cadeia de suprimento alimentar. Disponível em: <https://carboncloud.com/>

35. Uma fonte detalhada sobre carbono incorporado para produtos alimentícios brasileiros é o *CarbonCloud*. Para quase todos os produtos alimentícios brasileiros listados nas estatísticas da FAO, o *CarbonCloud* fornece estimativas de carbono incorporado especificamente para o Brasil. Essa ferramenta tem sido utilizada para estimar o potencial de redução de emissões de GEE das duas intervenções nas cadeias de valor de alimento.

36. United States Department of Agriculture – Foreign Agriculture Service (2024). *Sugar Annual Report*. Disponível em: [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Sugar%20Annual\\_Brasilia\\_Brazil\\_BR2024-0008.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Sugar%20Annual_Brasilia_Brazil_BR2024-0008.pdf)

Para estimar as emissões referentes à produção de alimentos no Brasil, foram combinados os volumes de produção com as pegadas de carbono por produto (*CarbonCloud*), resultando em uma pegada de emissão total 1,29 GtCO<sub>2</sub>e, ou 2,99 tCO<sub>2</sub>e/t de produto alimentício agrícola.

Este valor é relativamente sensível ao fator de emissão de GEE dos produtos de carne bovina. Por exemplo, ao alocar um fator de emissão de 141 tCO<sub>2</sub>e por tonelada de carne bovina (*CarbonCloud*: 'Carne, flanco, corte subprimário, Brasil'), em vez de 57,86 (*CarbonCloud*: 'Carne picada, Brasil'), as emissões totais das cadeias de valor agrícolas aumentam de 1,29 para 2,21 bilhões de tCO<sub>2</sub>e.

O modelo agrícola *CarbonCloud* segue as diretrizes do IPCC ao estimar as emissões de GEE no nível da fazenda. Para o desmatamento, as pegadas de GEE dependem de dados de sensoriamento remoto, enquanto para o Brasil e a Indonésia o modelo também usa uma análise subnacional para melhorar a precisão.<sup>37</sup>

O valor total de perdas e desperdício de alimentos, expresso em toneladas, é de 27% dos 428 milhões de toneladas de alimentos produzidos (Tabela 4). Excluem-se as culturas para produção de biocombustíveis e de fibras. 35% da perda e desperdício de alimentos é de frutas e hortaliças.

Para referência quanto às estimativas referentes à proposta de cenário realizada para intervenção 2, no caso da cana-de-açúcar — uma das principais culturas do país — cerca de 1,2% (ou 9,5 Mt das 782 Mt) é destinada à produção de alimentos, enquanto o restante é utilizado para outros fins, como a produção de biocombustíveis.

Tabela 4: Produção agrícola de produtos alimentícios em 2023, perdas e desperdício e sua pegada de GEE<sup>38</sup>

Tipo de produto	Produção	De quais produtos alimentares	Perdas desperdícios	Pegada de GEE das perdas
	milhões de toneladas/ano			MtCO <sub>2</sub> e/ano
<b>Frutas e hortaliças</b>	968	77	41	16
<b>Tubérculos</b>	24	24	10	7
<b>Laticínios</b>	37	37	8	14
<b>Cereais</b>	23	23	7	13
<b>Aves</b>	18	18	3	10
<b>Carne</b>	19	19	3	131
<b>Ovos</b>	63	63	12	28
<b>Leguminosas</b>	165	165	32	26
<b>Pescados</b>	1	1	0	0.1
<b>Total</b>	1.319	428	117	245

37. *CarbonCloud* (2025). *Technical Report - Climate Footprint of Minced Beef*. Disponível em: <https://carboncloud.com/>; *CarbonCloud* (2022). *How do deforestation emissions work in food?* Disponível em: <https://carboncloud.com/blog/deforestation-emissions-work-in-food/>; *CarbonCloud* (2023). *Extended Methodology*. Disponível em: <https://carboncloud.com/extended-methodology/>

38. Observa-se que a cana-de-açúcar e o milho são considerados dentro da categoria de frutas e hortaliças, ao passo que a soja se enquadra na categoria de leguminosas.

No entanto, quando se olha para toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub>, o centro de gravidade muda para produtos de origem animal. Eles representam apenas 3% da perda e desperdício de alimentos em toneladas, mas esses 3% têm uma pegada de GEE muito maior. Como resultado, a perda de alimentos de produtos de origem animal constitui 53% do total da pegada de GEE de perda e desperdício de alimentos nas cadeias de valor de alimentos.<sup>39</sup>

As perdas e desperdícios variam conforme o tipo de produto. Para estimar o potencial de mitigação de GEE com a redução de 50% da perda e desperdício de alimentos, foram combinadas as taxas de perda e desperdício específicas por produto com as emissões de GEE correspondentes a cada uma. Isso resulta em uma redução de 122 MtCO<sub>2</sub>e/ano. Esse valor é baseado nas pegadas de carbono dos produtos até o momento em que elas deixam a fazenda, são processadas ou distribuídas.

Para a maioria dos produtos, a pegada de GEE é estimada no ponto em que o produto sai da fazenda. Esse potencial de mitigação assume que a terra agrícola anteriormente utilizada para produzir alimentos que são perdidos permaneceria em pousio, ou seja, a terra arável ficaria em descanso temporário, sem ser permanentemente abandonada.

No entanto, essa é uma opção improvável e pouco atrativa. Por isso, três cenários foram elaborados para estimar o impacto de GEE decorrente do uso alternativo dessas terras. Na prática, é possível que uma combinação desses cenários se desenvolva.

As fontes e sumidouros de emissões definidas pelo IPCC que seriam afetadas pela redução da perda de alimentos e pela consequente diminuição das emissões da produção agrícola correspondem aos itens sob a categoria 3. *Agropecuária*. O item 3.F. *Queima de resíduos agrícolas no campo* pode apresentar uma redução superior aos 21,5% de perda de alimentos evitado em relação à produção agrícola total. Outras categorias do IPCC impactadas são aquelas nas quais a agricultura é um dos vetores de emissões por mudança de uso da terra, conforme descrito na categoria *Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas*.

Três cenários ilustram o que pode ocorrer caso a produção de alimentos se mantenha constante, ou se, em diferentes situações, a terra disponível seja utilizada para outros fins, e como isso afetaria as emissões de GEE:

▪ **Cenário 1: Os alimentos preservados seriam exportados e redistribuídos**

Esse cenário considera que a perda de alimentos seria evitada, e essa fração preservada seria destinada à exportação, enquanto que o desperdício no estágio de consumo seria destinado a aumentar a disponibilidade de alimentos no Brasil. Se toda a perda de alimentos evitada ao longo das cadeias de valor for exportada,

---

39. Os dados sobre a pegada de GEE de diferentes produtos produzidos no Brasil foram obtidos do *CarbonCloud* (2025), que utiliza modelos cientificamente validados em conformidade com o Protocolo de GEE e ISO 14067 para todos os cálculos, garantindo a conformidade com as normas e regulamentos de sustentabilidade. Disponíveis em: <https://carboncloud.com/>

isso preservaria o valor gerado nas cadeias agroalimentar. O valor total criado pelas cadeias de alimentos aumentaria. O impacto em GEE deste cenário se limitaria, portanto, às emissões evitadas pela redução na destinação final de resíduos orgânicos provenientes de alimentos.

Ao comparar o total de resíduos orgânicos (42 milhões de toneladas/ano<sup>40</sup>) com o desperdício de alimentos (20 milhões de toneladas/ano<sup>41</sup>), estima-se que 48% dos resíduos orgânicos descartados sejam resíduos alimentares. As emissões da categoria 5.A. Disposição de resíduos sólidos, conforme o Inventário Nacional, totalizaram 90,8 MtCO<sub>2</sub>e/ano. Um modelo de decaimento de primeira ordem foi utilizado para estimar o potencial de mitigação de GEE ao evitar parte da perda de alimentos no processamento e todo o desperdício de alimentos do descarte no período de 2025 a 2035.

O desperdício de alimentos provenientes do varejo e dos consumidores integra os resíduos sólidos urbanos (RSU) e parte das perdas no processamento também é frequentemente descartada como RSU. Aproximadamente 39% desses resíduos são destinados a aterros.<sup>42</sup> Para o descarte de resíduos alimentares industriais e agrícolas, não há dados suficientes sobre os métodos de gestão, o que impede a inclusão dessas frações no modelo.

O modelo, com parâmetros baseados em dados utilizados pelo governo,<sup>43</sup> indica que 10 anos de descarte evitado de 38.667 toneladas de perdas no processamento industrial e desperdício no consumo e varejo resultariam em uma **redução média anual de 10,5 MtCO<sub>2</sub>e no período da NDC (2025 a 2035)**. A decomposição orgânica continuaria além de 2035, emitindo 164 MtCO<sub>2</sub>e no total até 2075. As perdas no processamento industrial foram adicionadas a esta estimativa, uma vez que faltam dados sobre o método real de processamento dos resíduos orgânicos das indústrias de processamento de alimentos no modelo de decaimento de primeira ordem.

## ▪ **Cenário 2: Redução da perda e substituição dos alimentos produzidos nas áreas disponibilizadas**

Estima-se que seriam necessários 20,9 milhões de hectares para produção dos alimentos que resultariam em 50% de perda e desperdício atuais. Ao evitar essa perda, essa área de terra se torna disponível para outros usos. O impacto líquido de GEE com o uso dessas terras para produção de outros produtos alimentares foi estimado para três culturas agrícolas:

40. Fátima A.M. Lino, Kamal A.R. Ismail, Juan A. Castañeda-Ayarza. *Municipal solid waste treatment in Brazil: A comprehensive review*. *Energy Nexus*, Volume 11, 2023, 100232, ISSN 2772-4271. Disponível em: [Municipal solid waste treatment in Brazil: A comprehensive review - ScienceDirect](#)

41. UNEP (2024). *An inside look at Brazil's push to end food waste*. Disponível em: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/inside-look-brazils-push-end-food-waste>. Observe que esse volume de desperdício de alimentos é inferior às 38,7 mil toneladas estimadas com os dados obtidos.

42. Fátima A.M. Lino, Kamal A.R. Ismail, Juan A. Castañeda-Ayarza. *Municipal solid waste treatment in Brazil: A comprehensive review*. *Energy Nexus*, Volume 11, 2023, 100232, ISSN 2772-4271. Disponível em: [Municipal solid waste treatment in Brazil: A comprehensive review - ScienceDirect](#)

43. Inventário Nacional (2024) e Modelo de Resíduos do IPCC (*IPCC Waste Model*). Disponível em: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol5.html>. Parâmetros usados na 1ª Ordem do Modelo de Decaimento: Disposição de 38.667 toneladas /ano de resíduo de alimento de varejo e consumo entre 2025 e 2035; porcentagem destinada a aterros de 39%; DOC=0.15; DOCf (fração de DOC dissimilado) = 0.5; geração constante de metano =0.185; tempo de atraso = 6 meses; fração de metano de 50%; sem recuperação de gás no aterro; fato de oxidação = 0, redução da disposição de apenas 10 anos; PAG metano = 28.

**Trigo:** considerando o rendimento médio de 2,3 t/ha (FAOSTAT) e a pegada de 0,9 tCO<sub>2</sub>e/tonelada (*CarbonCloud*), a alocação desses 20,9 milhões de hectares para produção de trigo implicaria em emissões de 43,8 MtCO<sub>2</sub>e. Comparado aos 122 MtCO<sub>2</sub>e/ano evitados com a perda e desperdício de alimentos, isso representa uma **redução líquida de 78,5 MtCO<sub>2</sub>e/ano**. O trigo é uma das poucas culturas em que o Brasil ainda não é autossuficiente<sup>44</sup>. Considerando que a produção desta cultura geraria perda e desperdício de alimentos, as emissões seriam levemente reduzidas quando consideradas as **emissões evitadas decorrentes da gestão de resíduos, estimadas em 9,4 MtCO<sub>2</sub>e/ano**, levando o **total de mitigação para 87,9 MtCO<sub>2</sub>e/ano**.

**Milho:** com rendimento de 5,9 t/ha e 0,7 tCO<sub>2</sub>e/tonelada, essa cultura permitiria uma **redução líquida de 39,3 MtCO<sub>2</sub>e/ano**. Com a adição da redução de emissões decorrentes da gestão dos resíduos, o **total alcançaria 47,0 MtCO<sub>2</sub>e/ano**.

**Feijão:** com rendimento de 1,2 t/ha e 1,5 tCO<sub>2</sub>e/tonelada, resultaria em uma **redução líquida de 85,6 MtCO<sub>2</sub>e/ano**. Com a adição da redução de emissões decorrentes da gestão dos resíduos, o **total alcançaria 95,9 milhões tCO<sub>2</sub>e/ano**.

### ▪ Cenário 3: Substituir por florestas plantadas

Um artigo publicado na revista *Nature* indicou que o Brasil poderia se tornar um grande fornecedor de *Cross Laminated Timber* (CLT),<sup>45</sup> um produto industrial de madeira que permite construções de vários andares. Com base em dados sobre plantações de eucalipto, estima-se que essas áreas poderiam atingir estoques de carbono de 358 tCO<sub>2</sub>e/ha em ciclos de 8 anos.<sup>46</sup> Como floresta plantada, os 20,9 milhões de hectares sequestrariam cerca de 937 MtCO<sub>2</sub>e/ano. Combinando isso às emissões evitadas pela não produção dos alimentos perdidos ou desperdiçados, o **potencial total anual de mitigação e sequestro de GEE alcançaria 1.060 MtCO<sub>2</sub>e/ano**.

Essa estimativa também considera as emissões evitadas com a redução da disposição de resíduos orgânicos, mas não inclui o potencial de sequestro e armazenamento de carbono nos produtos fabricados à base madeira, referente à categoria 4.G. *Produtos florestais madeireiros*.<sup>47</sup>

44. *World Grain* (2024). *Brazil seeks wheat self-sufficiency*. Disponível em: <https://www.world-grain.com/articles/20184-brazil-seeks-wheat-self-sufficiency>

45. Lan, K., Favero, A., Yao, Y. et al. *Global land and carbon consequences of mass timber products*. *Nat Commun* 16, 4864 (2025). Disponível em: [Global land and carbon consequences of mass timber products | Nature Communications](#)

46. Morales, M.M.; Tonini, H.; Behling, M.; Hoshide, A.K. *Eucalyptus Carbon Stock Research in an Integrated Livestock-Forestry System in Brazil*. (2023). *Sustainability*, 15, 7750. Disponível em: [Eucalyptus Carbon Stock Research in an Integrated Livestock-Forestry System in Brazil](#)

47. De acordo com o Inventário Nacional, "O Subsetor Produtos Florestais Madeireiros (4.G) considera as emissões e remoções de CO<sub>2</sub> oriundas de produtos originários de matéria-prima de florestas plantadas, tais como madeira maciça, painéis, papel e papelão. As emissões de CO<sub>2</sub> são resultantes da decomposição desses produtos (contabilizadas no país consumidor), enquanto as remoções de CO<sub>2</sub> refletem o crescimento dos reflorestamentos (contabilizadas no país produtor)."

## B. Redesenhar cadeias de valor de alimentos para agricultura circular e resíduos agroindustriais circulares

Com base nos dados encontrados em pesquisa acadêmica e recursos disponíveis ao público, e com o objetivo de ilustrar o potencial de incorporação de intervenções da economia circular em cadeias de valor relevantes no Brasil, a análise do reaproveitamento de subprodutos agroindustriais concentrou-se no uso de subprodutos da produção agrícola de cana-de-açúcar, os resíduos do campo e subprodutos do processamento da cana-de-açúcar, o bagaço. Seus volumes são estimados em 30 e 31 milhões de toneladas secas por ano, respectivamente, com um teor de celulose de 34% e 46%. Essas estimativas já consideram deixar material na terra para preservar a qualidade do solo.<sup>48,49</sup>

Não é realista supor que toda a celulose possa ser disponibilizada para a produção de fibras têxteis. Existem programas ambiciosos para biocombustíveis de 2ª geração a partir de produtos não alimentares que podem comprometer a disponibilidade de celulose para aplicações materiais e não energéticas. Outras aplicações concorrentes são a produção de fertilizantes naturais, a transformação em produtos alimentares para consumo humano<sup>50</sup> ou ingrediente de alimentos para animais ou combustíveis para aviação<sup>51</sup> e eletricidade<sup>52</sup> e a utilização como matéria-prima em fábricas de pasta de papel e de resíduos agrícolas.<sup>53</sup> O valor da prevenção de resíduos tem, portanto, uma variação de zero a 20, com base na premissa de que, sem a produção de fibras têxteis, o material pode encontrar um destino útil diferente.

Se os 30% da celulose forem utilizados para a produção de fibras têxteis e o volume restante para outros fins, isso implicaria no reaproveitamento de 7,3 milhões de toneladas de celulose em relação aos 291 milhões de toneladas de resíduos agrícolas produzidos no Brasil.<sup>54</sup>

O potencial excede o volume total da produção têxtil no país, de cerca de 2 milhões de toneladas por ano,<sup>55</sup> e algumas das fibras de celulose poderiam substituir as fibras importadas. Consequentemente, algumas das reduções de emissões podem se desenvolver fora do Brasil, com seus parceiros comerciais.

48. Agroicone (sem data). *Mapping feedstock availability production of for the sustainable aviation fuels in Brazil – Sugarcane residues*. Disponível em: [https://www.safmaps.com/dbms-app/pdfs/SAF\\_Sugarcane\\_residues\\_Final.pdf](https://www.safmaps.com/dbms-app/pdfs/SAF_Sugarcane_residues_Final.pdf)

49. Carvalho, J.L.N., Nogueiro, R.C., Menandro, L.M.S., Bordonal, R.d.O., Borges, C.D., Cantarella, H. e Franco, H.C.J. (2017). *Agronomic and environmental implications of sugarcane straw removal: a major review*. GCB Bioenergia, 9: 1181-1195. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gcbb.12410>

50. Siqueira, M.U., Contin, B., Fernandes, P.R.B. et al. (2022). *Brazilian Agro-industrial Wastes as Potential Textile and Other Raw Materials: a Sustainable Approach*. Mater Circ Econ 4, 9. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42824-021-00050-2>

51. Argus Media (2023). *Brazil probes new avenues for sugarcane bagasse*. Disponível em: <https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2485297-brazil-probes-new-avenues-for-sugarcane-bagasse>

52. Sugarcane.org. (sem data). *Bioelectricity*. Disponível em: <https://www.sugarcane.org/sugarcane-products/bioelectricity/>

53. Vivek Adhia (2021). *Spinning Future Threads The Potential of Agricultural Residues as Textile Fibre Feedstock*. Disponível em: [https://laudes.h5mag.com/laudes/agri-waste\\_report\\_highlights/home/9656/agri\\_waste\\_report\\_2021\\_07\\_01.pdf](https://laudes.h5mag.com/laudes/agri-waste_report_highlights/home/9656/agri_waste_report_2021_07_01.pdf)

54. Siqueira, M.U., Contin, B., Fernandes, P.R.B. et al. (2022). *Brazilian Agro-industrial Wastes as Potential Textile and Other Raw Materials: a Sustainable Approach*. Mater Circ Econ 4, 9. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42824-021-00050-2>

55. Grupo de Consultoria GFA (2024). *Sustainable Textile and Clothing Industry Main Challenges of Circularity in Brazil*. Disponível em: <https://www.bvrio.org/wp-content/uploads/2024/01/textile-report.pdf>

A produção nacional de fibras têxteis no Brasil é superior a 220.000 toneladas/ano, das quais cerca de 7% são fibras sintéticas.<sup>56</sup>

Nas indústrias têxteis globais, estima-se que 63% das fibras têxteis sejam produzidas a partir de petroquímicos.<sup>57</sup> No Brasil, com 36.000 toneladas por ano, parte das fibras de poliéster é produzida a partir de garrafas PET recicladas.<sup>58</sup>

Para estimar o potencial econômico, o preço de mercado global do *Lyoce//* foi usado como produto de referência. O *Lyoce//* é um produto de fibra de celulose. O valor de vendas de produtos de fios à base de celulose, como o *Lyoce//*, varia. Nos canais de vendas online, eles oscilam entre US\$ 6.400<sup>59</sup> a US\$ 7.950<sup>60</sup> por tonelada, enquanto outras fontes se referem a preços de CNY 13.000 ou US\$ 1.780 por tonelada.<sup>61</sup>

Ao usar uma estimativa conservadora de valor de US\$ 1.780/tonelada, o valor agregado para o Brasil da produção de 7,3 milhões de toneladas de fibras à base de celulose seria cerca de US\$ 13 bilhões.

A indústria tem 8,9 milhões de empregos e um valor agregado de US\$ 450 milhões. Com uma elasticidade de emprego de 2,4 - relativamente alta em comparação com outros setores<sup>62</sup> -, o potencial de mercado de US\$ 13 bilhões, ou 2,7%, aumentaria o emprego na indústria em 6,5% - ou seja, essa intervenção de economia circular teria o potencial de gerar 580.000 empregos.<sup>63</sup>

56. Associação Brasileira dos Produtores de Fibras Artificiais e Sintéticas (Abrafas) (2024). Estatísticas anuais. Disponível em: [ABRAFAS](#)

57. *Sustainable Manufacturing and Environmental Pollution Programme* - SMEP (2025). *From waste to value: upcycling agricultural residues for sustainable textiles – case studies from Kenya and Uganda*. Disponível em: <https://unctad.org/system/files/non-official-document/smep-natural-fibres-brief-09.05.2025.pdf>

58. EcoFábrica (2025). Disponível em: [EcoFábrica - Fibras de Poliéster - A fibra de qualidade mundial](#)

59. *Fibre2Fashion*. Estimativa de preço: <https://www.fibre2fashion.com/yarns/tencel-yarn-suppliers-23212703>

60. Made in China. Estimativa de preço: [https://www.made-in-china.com/products-search/hot-china-products/Tencel\\_Price\\_Yarn.html](https://www.made-in-china.com/products-search/hot-china-products/Tencel_Price_Yarn.html)

61. *CCF Group* (2024). *How to treat low price of lyocell?* Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/how-treat-low-price-lyocell-ccfgroup-yttwc/>

62. Claudio Roberto Amitrano (2013) Nota Técnica - Elasticidade emprego-produto no Brasil, Tabela 2. Disponível em: [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3392/2/cc21\\_nt01\\_elasticidadeemprego.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3392/2/cc21_nt01_elasticidadeemprego.pdf)

63. Painel de informações do novo CAGED (2025), Estoque, slide 2. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrjoiNWISNWIODEtYmZiYy00Mjg3LTkzNWUtY2UyYjIwMDEYWI2liwidCI6jNIYzkyOTY5LTVhNTEtNGYxOC04YWM5LWVmOThmYmFmYTk3OCJ9&pageName=ReportSectionb52b07ec3b5f3ac6c749>. A indústria tem 8,9 milhões de empregos e um valor agregado de US\$ 450 milhões. Com uma elasticidade de trabalho de 2,4, o potencial de mercado de US\$ 13 bilhões, ou 2,7%, aumentará o emprego na indústria em 6,5% ou 580.000 empregos

### 3.3. Aplicação dos Estágios 1 e 2 nas Cadeias de Valor da Construção

#### 3.3.1. Estágio 1 – Aprofundamento da análise da Etapa 1

Nas cadeias de valor da construção as emissões de GEE são mais ou menos distribuídas de forma equitativa entre os subsetores cimento, cal (pedra) e produtos de gesso, construção civil, mineração e materiais de construção de argila e pedreiras (Figura 10). Em termos de produção e emprego, a construção de engenharia civil tem um papel socioeconômico importante. A maior parte do uso de matérias-primas ocorre nas indústrias extrativas, como pedreiras.

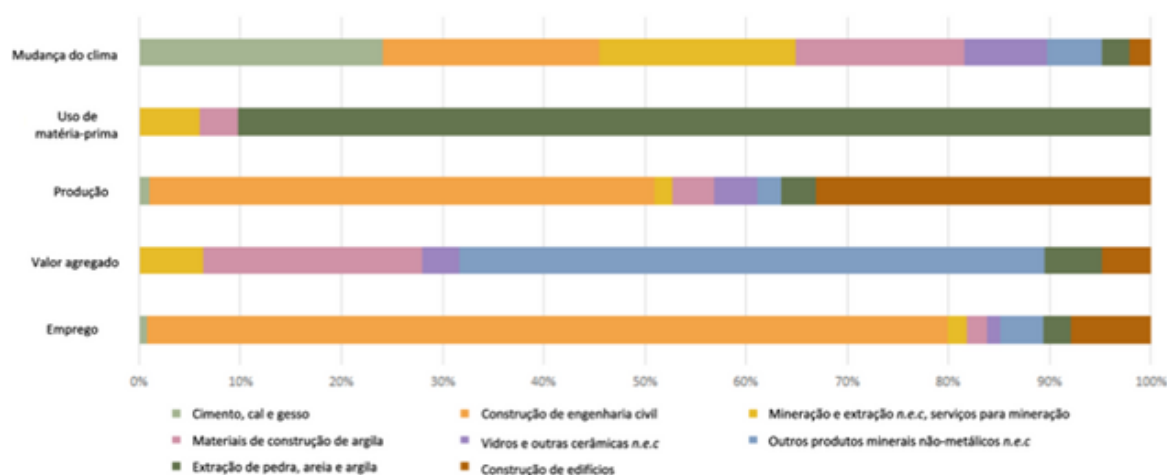


Figura 10: Impacto de tipos individuais de produtos nas cadeias de valor da construção nos indicadores ambientais e socioeconômicos, de uma perspectiva baseada na produção

#### 3.3.2. Estágio 2 – Etapa 1: Identificar oportunidades de economia circular em setores/subsetores prioritizados para NDC

Nas cadeias de valor da construção, foram identificadas 14 intervenções de economia circular (Tabela 5). As estimativas do potencial de mitigação de GEE dessas intervenções estavam disponíveis em diferentes formatos.

Alguns potenciais foram expressos em toneladas territoriais de equivalentes de CO<sub>2</sub> por ano, enquanto outros foram expressos em toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> por unidade de superfície do piso. As três últimas intervenções são baseadas em estudos de caso globais sobre o potencial de mitigação de GEE das estratégias de economia circular no setor de construção. As estimativas de mitigação de GEE no contexto brasileiro refletem a gama de potenciais de GEE desses estudos de caso globais.

Observa-se que a intervenção número 5 da lista difere das outras intervenções, pois visa uma redução na fase de uso das edificações, e não na fase de sua construção ou demolição. A eficiência energética e o uso de energia renovável não estão no escopo desta análise, apesar do projeto de construção passiva ser uma intervenção de desenho destinada a reduzir as emissões na fase de uso de um edifício. Ao adotar uma abordagem de redução por desenho de emissões de GEE incorporadas em um edifício, o projeto também pode ser otimizado para limitar as emissões na fase de uso.

Tabela 5: Potencial de redução de emissão de GEE das intervenções nas cadeias de valor da construção no Brasil

Intervenções	Potencial de redução de emissão de GEE
1. <b>Reduzir o teor de clínquer (R3) no cimento com sua substituição</b> (cimento geopolimérico, cinzas volantes e escória de alto-forno)	26 MtCO <sub>2</sub> e/ano ( <a href="#">UNEP, MCTI, 2021</a> )
2. <b>Reduzir por desenho (R1) o uso de materiais de construção intensivos em carbono, priorizando materiais alternativos para edifícios de energia zero</b> (telhados verdes, sistemas de isolamento térmico, aquecimento de piso, fachadas cinéticas, etc.)	(dados de redução de emissões indisponíveis para o Brasil) ( <a href="#">UNEP, MCTI, 2021</a> )
3. <b>Reduzir por desenho (R1) o uso de materiais de construção intensivos em carbono, priorizando materiais de construção de baixo carbono e de origem local</b>	38 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> ( <a href="#">Universidade de São Paulo et al., 2023</a> ) (Nota: valor por m <sup>2</sup> , não em toda a economia)
4. <b>Reduzir o desperdício (R3) com a pré-fabricação de edifícios</b> (construção industrializada e desenho modular)	86 MtCO <sub>2</sub> e/ano ou 25% ( <a href="#">Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2024; 2021</a> )
5. <b>Reduzir por desenho (R1) o consumo de energia com projeto de edificação passiva</b> ("construção inteligente")	86 MtCO <sub>2</sub> e/ano ou 25% ( <a href="#">Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2024; 2021</a> )
6. <b>Reduzir por desenho (R1) as emissões da fase de uso usando códigos de construção baseados em desempenho</b>	( <a href="#">GlobalABC, Programme for Energy Efficiency in Buildings - PEEB, UNEP, 2024</a> ) (dados de redução de emissões indisponíveis para o Brasil)
7. <b>Reduzir por desenho (R1) regulando o carbono incorporado de edifícios residenciais de concreto</b>	Faixa de 35 a 140 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> de área bruta - <a href="#">Universidade de São Paulo et al., 2023</a> )
8. <b>Reduzir por desenho (R1) regulando o carbono incorporado de edifícios de escritórios</b>	Faixa de 20 a 106 kg de CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> de área bruta ( <a href="#">Universidade Norueguesa de Ciência e Tecnologia, 2021</a> )

<p><b>9. Reduzir por desenho (R1) o uso de materiais de construção intensivos em carbono, priorizando edifícios com estrutura de madeira de origem sustentável para economizar custos e emissões de CO<sub>2</sub></b></p>	<p>(dados de redução de emissões indisponíveis para o Brasil) (<a href="#">Universidade Federal do Paraná e Centro Universitário Franciscano do Paraná, 2018</a>)</p>
<p><b>10. Priorizar a reforma/retrofit em vez da demolição</b> (reparo (R5) e reforma (R6), com base em pesquisas no Reino Unido)</p>	<p>Potencial de redução de 30% (<a href="#">Universidade de Cambridge, 2022</a>) (O potencial real depende da taxa de demolição no Brasil)</p>
<p><b>11. Reduzir o aço subutilizado na construção</b> (redução de 35% no uso de aço com redução por desenho (R1), com base em exemplos globais)</p>	<p>8,6 MtCO<sub>2</sub>e/ano (<a href="#">Universidade de Cambridge, 2018</a>)</p>
<p><b>12. Construção baseada em bioprodutos</b> (as reduções de emissões de GEE variam de 14% a 58% com redução por desenho (R1), com base em exemplos globais)</p>	<p>Média de 124 MtCO<sub>2</sub>e/ano no contexto brasileiro, com variação de 48 a 200 MtCO<sub>2</sub>e/ano (<a href="#">Shifting Paradigms, 2023</a>; <a href="#">Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021</a>)</p>
<p><b>13. Arquitetura de baixo carbono</b> (as reduções de emissões de GEE variam de 2% a 84% com redução por desenho (R1), com base em exemplos globais)</p>	<p>Média de 131 MtCO<sub>2</sub>e/ano no contexto brasileiro, com variação de 7 a 255 MtCO<sub>2</sub>e/ano (<a href="#">Shifting Paradigms, 2023</a>)</p>
<p><b>14. Reciclagem e reutilização de materiais e componentes para reduzir o carbono incorporado de novas construções</b> (as reduções de emissões de GEE variam de 15% a 42% com reutilização (R4) e reciclagem (R9), com base em exemplos globais)</p>	<p>Média de 98 MtCO<sub>2</sub>e/ano no contexto brasileiro, com variação de 52 a 145 MtCO<sub>2</sub>e/ano (<a href="#">Shifting Paradigms, 2023</a>)</p>

Os maiores potenciais de mitigação de GEE estão em intervenções planejadas desde a fase de projeto, visando reduzir as emissões de GEE ao longo de todo o ciclo de vida da construção. Entre elas, destacam-se: a priorização de materiais de construção de baixo carbono e de origem local, de origem biológica e secundária; a aplicação de métodos de construção industrializada e desenho modular; e a redução das emissões da fase de uso com projeto de edificações passivas.

Para este setor, ficou pendente a seleção de intervenções para uma análise mais detalhada.

## 4. Conclusões e possíveis próximas etapas

### **O Brasil está avançando fortemente na economia circular e no alinhamento climático.**

O Brasil criou um panorama político favorável por meio do *Plano de Transformação Ecológica*, da *Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC)*, do *Plano Nacional de Economia Circular (PLANEC)* e da *Contribuição Nacionalmente Determinada* atualizada, juntamente com os novos planos setoriais de mitigação para integrar e implementar a circularidade como um pilar central da ação climática e do desenvolvimento sustentável.

### **Existe um potencial significativo de redução das emissões de GEE por meio de intervenções de economia circular, além de ter um impacto positivo na criação de empregos e na economia.**

No âmbito do projeto foi identificada a oportunidade de: 1) integrar intervenções de economia circular nos planos setoriais de mitigação em desenvolvimento, tendo o MDIC enviado contribuições às minutas de planos setoriais de mitigação submetidas à consulta pública em temas relacionados ao projeto; e 2) integrar a componente de mudanças climáticas na definição de critérios para a seleção de setores prioritários na *Estratégia Nacional de Economia Circular*, na elaboração de planos setoriais, bem como na definição de metas e indicadores de economia circular, entre outras iniciativas.

### **Os setores de alimentos e construção foram identificados como os que mais contribuem para as emissões de GEE decorrentes do uso de materiais na economia.**

A análise utilizando a ferramenta SCP-HAT, o Inventário Nacional de GEE do Brasil e dados produzidos por fontes nacionais identificou os **setores de alimentos e construção** como os que mais contribuem para as emissões de GEE decorrentes do uso de materiais, além de terem forte importância socioeconômica, tornando-os setores prioritários para possíveis intervenções de economia circular. Outros setores com contribuição significativa detectada foram **mobilidade, madeira e papel**.

Panorama do setor de alimentos:

- As emissões de GEE decorrentes da produção de alimentos são estimadas em 1,29 GtCO<sub>2</sub>e ou 2,99 tCO<sub>2</sub>e por tonelada de produto agrícola.
- A perda de alimentos proveniente de produtos de origem animal representa 53% da pegada total de GEE da perda e do desperdício de alimentos nas cadeias de valor alimentar.

## **Medidas de economia circular têm alto potencial para reduzir as emissões de GEE nos setores mencionados acima.**

Mais de **19 intervenções circulares** foram identificadas nos setores de **alimentos e construção**, com **potencial de mitigação muito alto**.

Duas intervenções no sistema alimentar foram priorizadas para análise detalhada O Ministério selecionou:

- A redução da perda e do desperdício de alimentos (FLW) em 50%, e
- Redesenhar as cadeias alimentares para a agricultura circular e o resíduo agroindustrial.

Juntas, essas medidas geram importantes benefícios climáticos, econômicos e sociais.

## **A redução das perdas e do desperdício de alimentos traz grandes benefícios climáticos e econômicos.**

A prevenção da perda e do desperdício de alimentos no Brasil poderia reduzir **122 Mt de CO<sub>2</sub>e/ano**, com benefícios ainda maiores, a depender do aproveitamento da terra. Uma redução de 50% na perda e no desperdício de alimentos evitaria a perda e o desperdício de aproximadamente **58 milhões de toneladas de produtos alimentícios no Brasil**. Isso poderia criar cerca de **668.000 empregos**, principalmente na indústria e no varejo. Representaria uma economia nas despesas domésticas de aproximadamente **US\$ 3,8 bilhões** por ano para cerca de **77,7 milhões de famílias**.

## **Resíduos agroindustriais oferecem oportunidade para novas indústrias circulares.**

Existem oportunidades decorrentes da quantidade significativa de resíduos agrícolas gerados e não aproveitados no Brasil. Por exemplo, o uso de celulose proveniente de resíduos da cana-de-açúcar para a indústria têxtil poderia, potencialmente:

- Substituir fibras importadas,
- Gerar **US\$ 13 bilhões em valor agregado**, e
- Criar mais de **580.000 novos empregos**

O potencial excede o volume total de produção têxtil do país, de aproximadamente 2 milhões de toneladas por ano.

## **A circularidade no setor da construção pode reduzir substancialmente o carbono incorporado**

O maior potencial para a mitigação de GEE reside em intervenções destinadas a minimizar as emissões de GEE da construção desde a fase de projeto e ao longo de todo o ciclo de vida de edificações. Entre elas, destacam-se as seguintes:

- Priorizar materiais de construção de baixo carbono, de origem local, de base biológica e secundários;
- Aplicar métodos de construção industrializados e projetos modulares; e
- Reduzir as emissões durante a fase de uso por meio de projeto e construção passiva de edifícios;
- Os maiores benefícios advêm das reduções na fase de projeto e da substituição de materiais.

**Possíveis próximas etapas :**

Existem outras ferramentas a serem exploradas ou aplicadas num nível mais granular para apoiar o Governo do Brasil no desenvolvimento de instrumentos políticos relacionados ao clima e à economia circular. Dentre as oportunidades identificadas, destacamos:

- **Maior envolvimento das partes interessadas:** As ferramentas para uma análise mais aprofundada das partes interessadas são o *Guia de Participação das Partes Interessadas da Iniciativa para a Transparência na Ação Climática (ICAT)* e a *Abordagem da Cadeia de Valor*. O kit de ferramentas recomenda a participação das partes interessadas na elaboração de políticas para garantir que os processos de concepção, implementação e avaliação de políticas sejam informados pelas opiniões, conhecimentos e interesses das partes interessadas.
- **Abordagem da cadeia de valor:** Uma ferramenta fundamental no kit de ferramentas que permite aos usuários:
  - Entender a cadeia de valor e identificar os principais pontos críticos
  - Consolidar as ações existentes e identificar oportunidades; e
  - Definir uma agenda comum e priorizar a ação.

Uma análise mais aprofundada pode ser realizada para o setor da construção, como próximo passo.

- **Desenvolvimento de indicadores, seleção de instrumentos de política e mobilização de mecanismos financeiros.**
- **Mapeamento e/ou desenvolvimento de instrumentos políticos:** As recomendações do kit de ferramentas para identificação de instrumentos políticos que viabilizem a implementação das intervenções de economia circular, juntamente com pesquisas nacionais do Brasil e projetos em andamento, podem ser consideradas para os próximos estágios de aplicação do kit de ferramentas.

Abaixo está uma lista preliminar relacionada ao setor de alimentos, que exigiria análise e consultas adicionais:

- Estabelecer parcerias público-privadas (PPP): O desafio da perda e do desperdício de alimentos requer uma abordagem sistêmica. A colaboração eficaz por meio de PPP é uma solução potencial para reduzir a perda e o desperdício de alimentos, aliviar a insegurança alimentar e oferecer benefícios ambientais. A colaboração pode criar um movimento que é mais do que a soma de suas partes.<sup>64</sup> As organizações ao longo das cadeias de valor de alimentos podem aprender umas com as outras, colaborar e promover mudanças da maneira mais eficiente e eficaz,<sup>65</sup> e parcerias público-privadas locais que apoiam a redistribuição e a compostagem, podem reduzir significativamente as emissões de metano dos aterros sanitários - um dos principais contribuintes para as mudanças climáticas<sup>66, 67</sup>
- Sensibilizar consumidores: investir na sensibilização dos consumidores e promoção de estilo de vida sustentáveis,<sup>68</sup> por exemplo, através de campanhas de sensibilização específicas, adoção de sistemas de certificação e rotulagem, e promoção de educação e desenvolvimento de habilidades.
  - As ferramentas de informação ao consumidor aumentam a compreensão sobre o papel do consumo na geração de emissões de GEE. Essas ferramentas podem orientar os consumidores em escolhas sustentáveis de bens e serviços (produtos), incluindo suas fases de uso e fim de vida. No entanto, para fornecer informações precisas e confiáveis aos consumidores, essas ferramentas precisam estar alinhadas com as políticas relacionadas à rastreabilidade. O relatório *Ferramentas de Informação ao Consumidor e Mudanças Climáticas*<sup>69</sup> visa apoiar a redução das emissões de GEE em setores como turismo, edifícios e alimentação. Entre as ferramentas disponíveis estão certificações, padrões voluntários, declarações de produtos, classificações, alegações de *marketing*, pegadas ambientais, avaliações do ciclo de vida e campanhas de produtos com recomendações para empresas e formuladores de políticas.<sup>70</sup>

---

64. PNUMA (2024). Relatório do Índice de Desperdício de Alimentos. Disponível [aqui](#)

65. PNUMA (2024). Relatório do Índice de Desperdício de Alimentos. Disponível [aqui](#)

66. PNUMA (2024). Relatório do Índice de Desperdício de Alimentos. Disponível [aqui](#)

67. O *Food Waste Breakthrough*, iniciativa do PNUMA lançada na COP30, visa reduzir o desperdício global de alimentos em 50% e as emissões de metano em 30% até 2030. Esta iniciativa multissetorial acelerará a mitigação do clima e, ao mesmo tempo, promoverá sistemas alimentares resilientes.

68. HotorCool, IGES, One Planet Network (2021). *Envisioning 1.5-Degree Lifestyles: Policies for Low-Carbon Cities in 2030 Policy Brief*. Disponível em: [Future-Lifestyles\\_Policy\\_Brief.pdf](#)

69. UNEP (2020). *Consumer Information Tools and Climate Change: Facilitating low-carbon choices in Tourism, Buildings and Food Systems – Guidance for Policy Makers and Business Leaders*. Disponível [aqui](#).

70. Informações e recursos adicionais sobre informações ao consumidor estão disponíveis em: [Consumer Information for SCP/One Planet network](#)

- Políticas voltadas para estilos de vida sustentáveis são mais eficazes quando implementadas junto a medidas que desincentivem opções de consumo com alta intensidade de carbono, ao mesmo tempo que garantam acesso justo aos materiais necessários para atender às necessidades e assegurar o bem-estar. Uma abordagem baseada em evidências é a edição de escolhas (“*choice editing*”). O informe de políticas *Promovendo Estilos de Vida Sustentáveis em um Contexto de Emergência Climática*<sup>71</sup> foca em como remover opções de consumo prejudiciais e com alta intensidade de carbono, e como integrar ou ampliar alternativas de baixo carbono, garantindo acesso mais equitativo a todos.<sup>72</sup>
- Promover cadeias curtas de abastecimento alimentar, por exemplo, a utilização de cadeias alimentares locais para encurtar as distâncias percorridas pelo transporte e reduzir a aplicação de produtos químicos na produção de alimentos.
- Celebrar acordos setoriais voluntários;
- Desenvolver indicadores integrados que incorporem mitigação de GEE, economia circular, segurança alimentar e inclusão socioeconômica para orientar políticas públicas;
- Promover compras públicas sustentáveis (e circulares), para utilizar a despesa pública como alavanca para orientar o mercado e o comportamento dos consumidores (por exemplo, em escolas, hospitais, etc.).<sup>73</sup> Incluir critérios de compras relacionados à compra circular é uma forma eficaz de alinhar políticas nesse sentido. A compra pública circular visa fechar os ciclos de energia e materiais nas cadeias de suprimento e promover a retenção de valor ao longo da cadeia de valor, ampliando a adoção da circularidade. Seu impacto é maior quando implementada de forma coerente com outras políticas, como rastreabilidade (ao longo do ciclo de vida), critérios de *ecodesign*, incentivos fiscais e outras políticas de produção relacionadas.<sup>74</sup>
- Estabelecer meios de financiamento para apoiar atores da cadeia com os investimentos necessários para incorporação das intervenções de economia circular,<sup>75</sup> os quais eventualmente poderiam ser considerados na Estratégia Transversal de Meios de Implementação atualmente em consulta pública, na

71. UNEP (2022). *Enabling Sustainable Lifestyles in a Climate Emergency*. Disponível [aqui](#).

72. Informações e recursos adicionais sobre estilos de vida sustentáveis estão disponíveis em: [Sustainable Lifestyles & Education | One Planet network](#)

73. Observa-se que o MDIC participou das discussões sobre a Estratégia Nacional de Contratações Públicas para o Desenvolvimento Sustentável, instituída por meio do Decreto nº 12.771/2025, que prevê entre os objetivos do eixo ambiental: “Art. 5º, III, a) promover contratações públicas sustentáveis que priorizem a regeneração do meio ambiente, a economia circular e a inovação em tecnologias limpas;”.

74. Informações e recursos adicionais sobre compras públicas sustentáveis estão disponíveis em: [Sustainable Public Procurement | One Planet network](#)

75. UNEP (2025). *Circular Solutions to Achieve Climate Target in the Agrifood Sector*. Geneva. Disponível [aqui](#).

implementação das ações previstas no Eixo 4 do Plano Nacional de de Economia Circular e/ou no desenvolvimento de eventual plano setorial;<sup>76</sup>

- Incentivar programas de abastecimento de alimentos e compostagem de RSU, observado o disposto no PLANARO, integrando a governança nos níveis federal, estadual e municipal para iniciativas de economia circular nos setores de alimentos. O kit de ferramentas fornece orientações e ferramentas em todas as fases do ciclo de políticas públicas, incluindo metas, roteiros, indicadores, monitoramento e comunicação de informações.



76. Além do material indicado no kit de ferramentas, destacamos as publicações da UNEP FI sobre o tema, que incluem produtos específicos para os setores agroalimentar, edifícios e construção e têxteis. Disponível [aqui](#).

## 5. Apêndices

### 5.1. Apêndice I

- Referências utilizadas para cálculo da estimativa de redução de emissão de GEE de cada potencial intervenção de economia circular

#### Cadeias de Valor de Alimentos

UNEP, 2024. *An inside look at Brazil's push to end food waste*. Disponível [aqui](#)

Da Cruz, Gabriela, Louzada, Maria Laura, Silva, Jacqueline, Garzillo, Josefa, Rauber, Fernanda, Schmidt Rivera, Ximena C, Reynolds, Christian, Levy, Renata (2024). *The environmental impact of beef and ultra-processed food consumption in Brazil*. *Journal of Public Health Nutrition*. Disponível [aqui](#).

Wanderlei Bieluczyk, Maurício Roberto Cherubin, Carlos Eduardo Pellegrino Cerri, Marcos Siqueira-Neto, Adibe Luiz Abdalla-Filho, José Igor Almeida Castro, Jorge Luiz Locatelli, Siu Mui Tsai, Plínio Barbosa de Camargo. *Greenhouse gas fluxes in brazilian climate-smart agricultural and livestock systems: A systematic and critical overview*. *Journal of Cleaner Production*, Volume 464, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652624022303>

Luciana Parzianello, Terciane Sabadini Carvalho, *What if Brazilians reduce their beef consumption?*, *Ecological Economics*, Volume 219, 2024, 108132, ISSN 0921-8009, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2024.108132>.

*Report on the technology needs assessment for the implementation of climate action plans in Brazil: mitigation*. – Brasília: Ministry of Science, Technology and Innovations, United Nations Environment Programme, 2021. Disponível [aqui](#).

#### Cadeias de Valor de Construção

*Report on the technology needs assessment for the implementation of climate action plans in Brazil: mitigation*. – Brasília: Ministry of Science, Technology and Innovations, United Nations Environment Programme, 2021. Disponível [aqui](#).

Chatham House (2020). *Making Concrete Change: Innovation in Low-carbon Cement and Concrete*. Disponível [aqui](#).

Associação Brasileira de Cimento Portland, Sindicato Nacional da Indústria de Cimento. *Roadmap Net Zero: vision of the Brazilian Cement Industry to achieve emissions neutrality throughout its lifecycle by 2025*. Disponível [aqui](#).

Silva, Fernanda & Reis, Daniel & Carvalho, Matheus & Franca, Ricardo & John, Vanderley. (2023). *Material intensity and embodied CO2 benchmark for reinforced concrete structures in Brazil*. *Journal of Building Engineering*. 82. 108234. 10.1016/j.jobbe.2023.108234. Disponível [aqui](#).

Jorge, Lucas & Hammad, Ahmed W.A. & Haddad, Assed & Tam, Vivian & Illankoon, I. M. Chethana S.. (2024). *Multi-objective optimisation of the level of prefabrication in construction projects*. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability*. 1-12. 10.1680/jensu.22.00032. Disponível [aqui](#).

Egon Vettorazzi, António Figueiredo, Filipe Rebelo, Romeu Vicente, Eduardo Grala da Cunha. *Optimization of the passive house concept for residential buildings in the South-Brazilian region*. *Energy and Buildings*, Volume 240, 2021, 110871, ISSN 0378-7788, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.110871>.

Chiaradia, Carlos & Dias, Rubens & Balestieri, José. (2020). *Energy Simulation of Passive Design Strategies Applied To Residential Buildings Located In Southeast Brazilian Cities*. 10.26678/ABCM.ENCIT2020.CIT20-0070. Disponível [aqui](#).

Krych, K., Heeren, N., & Hertwich, E. G. (2021). *Factors influencing the life-cycle GHG emissions of Brazilian office buildings*. *Buildings and Cities*, 2(1), pp. 856–873. DOI: <https://doi.org/10.5334/bc.136>.

Joao Gabriel Lasso, David Castelo Branco, Alessandra Magrini (2021). *Assessing the greenhouse gas emissions of buildings in Brazil: a case study of a housing complex*. *Environmental Engineering and Management Journal*. Disponível [aqui](#).

Crippa, Julianna & Boeing, Letícia & Caparelli, Ana & Costa, M. & Scheer, Sergio & Araujo, Aline & Bem, Diogo. (2018). *A BIM-LCA integration technique to embodied carbon estimation applied on wall systems in Brazil*. *Built Environment Project and Asset Management*. 8. 10.1108/BEPAM-10-2017-0093. Disponível [aqui](#).

Cyrille F. Dunant, Michał P. Drewniok, Stathis Eleftheriadis, Jonathan M. Cullen, Julian M. Allwood. *Regularity and optimisation practice in steel structural frames in real design cases*. *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 134, 2018, pp. 294-302, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.009>.

*Shifting Paradigms* (2023). *Embodied carbon regulation in the European construction sector – An analysis of the economic impact*. Disponível [aqui](#).

Drewniok, Michal & Azevedo, Jose & Dunant, Cyrille & Allwood, Julian & Cullen, Jonathan & Ibell, Tim & Hawkins, Will. (2022). *Mapping Material Use and Embodied Carbon in UK Construction*. *SSRN Electronic Journal*. 10.2139/ssrn.4153659.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344923001921>

## 5.2. Apêndice II

- **Informações técnicas sobre indicadores de ACV e dados de pegada de GEE**

O banco de dados GLAD fornece poucos dados de ACV ou pegada ambiental sobre produtos agrícolas da América Latina.<sup>77</sup> Outros *hubs* de banco de dados ACV, como o *Open LCA Nexus*,<sup>78</sup> referem-se a bancos de dados como *Quantis* e *EcolInvent*, que exigem uma assinatura para acesso.

Um recurso detalhado sobre carbono incorporado para produtos alimentícios brasileiros é o *CarbonCloud*. Para quase todos os produtos alimentícios brasileiros listados nas estatísticas da FAO, o *CarbonCloud* fornece estimativas de carbono incorporado especificamente para o Brasil.<sup>79</sup> Esse recurso foi utilizado para estimar o potencial de redução de emissões de GEE das duas intervenções de economia circular nas cadeias de valor de alimentos.

Os fatores de emissão *CarbonCloud* que foram usados para estimar a pegada de carbono dos volumes de perda e desperdício de alimentos são específicos do Brasil, mas consideram apenas parte das cadeias de valor.

Para alguns produtos, as emissões de GEE na fazenda são consideradas, para outros também incluem emissões de distribuição e processamento. As emissões associadas ao varejo, ao consumo e ao estágio de resíduos não são consideradas. Como resultado, as estimativas de GEE baseadas nesses dados são conservadoras. É possível que subestimem os potenciais de redução de emissões de GEE, pois não consideram as emissões evitadas pela gestão de resíduos.

No Inventário Nacional, as emissões de GEE da gestão de resíduos no Brasil são estimadas em 90 MtCO<sub>2</sub>e/ano, em comparação com uma pegada de GEE em nível de produção de produtos alimentares de 1,29 a talvez até 2,29 GtCO<sub>2</sub>e/ano, apenas uma pequena parte do potencial de redução de emissões de GEE, que pode ser registrada no inventário, está na gestão de resíduos.

O impacto de GEE dos esforços e investimentos necessários para reduzir a perda e desperdício de alimentos também não é considerado. Parte-se do pressuposto de que o uso de agentes de resfriamento com alto potencial de aquecimento global seja evitado e que os materiais e a energia utilizados para reduzir a perda e o desperdício de alimentos sejam pequenos em comparação com a redução das emissões de GEE das intervenções.

---

77. *Global LCA Data Access* (2024). Conjuntos de dados de pesquisa. Disponível em: <https://www.globallcadataaccess.org/search>

78. *Open LCA Nexus* (2024). Bancos de dados. Disponível em: <https://nexus.openlca.org/databases>

79. *CarbonCloud* (2025). Emissões da cadeia de suprimento de alimentos. Disponível em: <https://carboncloud.com/>

As estimativas do potencial de redução das emissões de GEE da utilização de subprodutos de celulose para a produção de fibras baseiam-se em investigação científica sobre o impacto no ciclo de vida de diferentes produtos de fibras. A pegada de carbono do *Lyocell* (da qual *Tencel* é a marca) é estimada pelos produtores em 3,16 tCO<sub>2</sub>e/t produto.<sup>80</sup> O potencial de redução das emissões é estimado para a quantidade especificada de fibra de celulose em relação aos produtos de referência algodão (8,0 tCO<sub>2</sub>e/t por produto) e poliéster (19 tCO<sub>2</sub>e/t por produto).<sup>81</sup> Com base nessas referências, o potencial de redução de GEE da produção de 24 milhões de toneladas de fibras de celulose é estimado em 116 MtCO<sub>2</sub>e/ano quando se usa poliéster como referência e 35 MtCO<sub>2</sub>e/ano quando comparado com algodão. Ambas as estimativas pressupõem que as novas fibras à base de celulose substituirão outras fibras têxteis no mercado.

As intervenções apresentadas apresentam alto potencial de impacto climático, econômico e social. Sua implementação pode contribuir significativamente para a redução das emissões de GEE em larga escala, criação de empregos, inclusão produtiva, redução da perda de alimentos e aumento da segurança alimentar.

Com o avanço da implementação do Plano Nacional de Economia Circular, os benefícios da produção e do consumo de materiais circulares devem ser difundidos e reforçados por meio de iniciativas como a rotulagem verde.

- **Estimativa de impactos socioeconômicos**

Os impactos socioeconômicos foram estimados com base na suposição de que toda a perda e desperdício de alimentos evitada chega ao mercado e é comercializada, sem afetar os preços. Nesse caso, o valor dos alimentos que anteriormente eram perdidos ou desperdiçados é preservado e gera retornos socioeconômicos. Trata-se de uma possibilidade hipotética, mas que é analisada com o objetivo de ilustrar o valor social da redução da perda e desperdício de alimentos,<sup>82</sup> aos quais foram adicionados US\$ 24 bilhões para bebidas.<sup>83</sup>

Olhando para a análise do fluxo de material, a redução de 50% da perda e desperdício de alimentos evitaria a perda e o desperdício de cerca de 58 milhões de toneladas de produtos alimentícios no Brasil. Considerando a hipótese em que esse montante é preservado - e comercializado -, isso permitiria a retenção de US\$ 20 bilhões em valor alimentar. Essa estimativa é baseada no valor do produto alimentício em cada etapa das cadeias de valor. Ao expressar todas as perdas ao longo da cadeia de valor em valor potencial de varejo, torna-se US\$ 40 bilhões.

80. TENCEL™ Lyocell (2024). Avaliação do Ciclo de Vida. Disponível em:

<https://b2b.tencel.com/images/assets/claims/document/claim-proof-tencel-lyocell-fiber-snapshot-202401.pdf>

81. Rana, Sohel & Pichandi, Subramani & Moorthy, Shabaridharan & Bhattacharyya, Amitava & Parveen, Shama & Figueiro, Raul. (2015). Carbon Footprint of Textile and Clothing Products. 10.1201/b18428-10, tabela 7.7. Disponível em: <https://pure.hud.ac.uk/en/publications/carbon-footprint-of-textile-and-clothing-products>

82. DESTATIS – Statistisches Bundesamt (2025). International statistics- Key table Household consumption expenditure on food. Disponível em: [https://www.destatis.de/EN/Themes/Countries-Regions/International-Statistics/Data-Topic/Tables/BasicData\\_HouseholdExpFood.html](https://www.destatis.de/EN/Themes/Countries-Regions/International-Statistics/Data-Topic/Tables/BasicData_HouseholdExpFood.html)

83. Global Data (2025). The Market value (retail sales value) of Soft Drinks Industry in Brazil (2017 - 2025, USD Millions). Disponível em: <https://www.globaldata.com/data-insights/consumer/the-market-value-retail-sales-value-of-soft-drinks-industry-in-brazil-158151/>

Como os percentuais de perda e desperdício estavam disponíveis por fase das cadeias de valor, a retenção de valor também pôde ser desagregada entre o valor retido pelo agricultor, transporte e armazenamento, indústria alimentícia e comércio atacadista e varejista. Os volumes perdidos em cada etapa das cadeias de valor têm se conectado com o valor de vendas ou faturamento de cada etapa. ]

A produção agrícola é estimada em US\$ 122 bilhões,<sup>84</sup> com uma produção de 385 milhões de toneladas, com base em 428 milhões de toneladas do FAOSTAT e 36% dos 117 milhões de toneladas PDA. O valor por tonelada na fazenda é de US\$ 54. Os 36% dos 117 milhões de toneladas de PDA na fazenda têm um valor de US\$ 2,32 bilhões, e uma redução de 50% tem um valor de 1,16 bilhão.

Com um valor agregado do setor de agricultura, pecuária, silvicultura e pesca de US\$ 78 bilhões, apoiando 1,7 milhão de empregos em 2024, e uma elasticidade de 0,84, o potencial de emprego somente na agricultura é de 22.500 empregos. Seguir uma abordagem semelhante para transporte/armazenamento dá 19.700, indústria 520.500 e varejo 105.000, ou seja, cerca de 668.000 empregos no total.

Esta estimativa é obtida ao combinar o valor monetário perdido em cada etapa com as atuais elasticidades de emprego e mão de obra dos setores relevantes.<sup>85,86</sup> A estimativa não considera os investimentos necessários para reduzir a perda e o desperdício de alimentos, que normalmente cria empregos temporários.

Dessa forma, 78% desses empregos seriam gerados na indústria, 16% no atacado e varejo e 3% na agricultura e no transporte. As mudanças no valor do produto ou da produção na indústria tendem a ter um impacto maior no emprego do que as mudanças no valor da produção na agricultura. Há duas razões para isso. A primeira é que a elasticidade do emprego na indústria e nos serviços é tipicamente maior do que na agricultura.<sup>87</sup> A segunda é que o valor dos produtos aumenta a jusante das cadeias de valor. O valor das perdas e desperdícios evitados é maior no processamento e no varejo do que na agricultura.

A redução da perda e do desperdício de alimentos preservaria o valor tanto para os atores envolvidos ao longo das cadeias de suprimentos quanto para os consumidores. Isso representaria uma economia nas despesas domésticas de cerca de US\$ 3,8 bilhões por ano. Distribuído por 77,7 milhões de famílias,<sup>88</sup> isso equivale a cerca de US\$ 49 por domicílio por ano.

84. *Economic Statistics* (2024). *Value of livestock and agricultural production reached R\$ 122.4 billion in 2023*. Disponível [aqui](#)

85. Claudio Roberto Amitrano (2013) Nota Técnica - Elasticidade emprego-Produto no Brasil, Tabela 2. Disponível em: [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3392/2/cc21\\_nt01\\_elasticidadeemprego.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3392/2/cc21_nt01_elasticidadeemprego.pdf)

86. Painel de informações do novo CAGED (2025), Estoque, slide 2. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoibWl5NWl0ODEtYmZiYy00Mjg3LTkzNWUtY2UyYjIwMDEiYWI2liwidCI6IjNlYzkyOTY5LTVhNTEtNGYxOC04YWw5LWVwLm0ThmYmFmYTk3OCJ9&pageName=ReportSectionb52b07ec3b5f3ac6c749>

87. World Bank Group (2024). *Policy Research Working Paper 10989 - GDP-Employment Elasticities across Developing Economies*. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/f6f28384-ccab-4745-9148-7cf5ca937885/content>

88. *Statista* (2025). *Number of households in Brazil from 2012 to 2023*. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/870646/brazil-number-households/>

- **Dividir o impacto entre indicadores ambientais e socioeconômicos**

Os ganhos de eficiência tendem a resultar na mesma produção, mas em uma menor utilização de recursos e a um impacto ambiental reduzido, ou podem conduzir a uma maior produção quando o nível de entrada permanece o mesmo. Na prática, o resultado é muitas vezes uma combinação de ambos.

Os cálculos que sustentam os resultados apresentados na Tabela 3 não consideram o efeito rebote, nem o impacto que as cadeias de valor das fibras à base de celulose podem ter nas cadeias de valor de outras fibras. Há pesquisas qualitativas disponíveis sobre os impactos das melhorias de eficiência nas cadeias de valor de alimentos brasileiras. A Universidade Federal da Grande Dourados modelou o impacto de uma melhoria de eficiência nas cadeias de valor de alimentos,<sup>89</sup> concluindo que:

- Uma redução da perda e do desperdício de alimentos é viável, e é benéfico para a economia brasileira, pois promove o crescimento econômico em regiões específicas e apoia o crescimento econômico nacional e o aumento do consumo e dos investimentos,
- A modelagem sustenta que o efeito Borlaug pode ocorrer, que se refere à suposição de que os ganhos de produtividade na produção de alimentos podem evitar a conversão de grandes áreas de vegetação nativa em terras aráveis e, assim, apoiar os esforços para minimizar o desmatamento.

Esses resultados indicam que os ganhos de produtividade nas cadeias de valor de alimentos podem criar benefícios econômicos e ambientais.

Voltando à Tabela 3, é possível que ocorram efeitos rebote ao longo do tempo, o que pode reduzir o impacto ambiental positivo inicial,<sup>90</sup> e potencialmente também os benefícios socioeconômicos. Os rebotes na agricultura podem ser definidos como uma situação em que "as melhorias técnicas não se traduzem diretamente em economia de recursos porque produtores e consumidores adaptam seu comportamento a essas melhorias, muitas vezes resultando em um efeito rebote, onde parte ou a totalidade da economia potencial de recursos é compensada."<sup>91</sup>

A análise de outros impactos sociais, além da geração de valor e empregos, ou referentes aos demais cenários apresentados, pode ser complementada por meio da realização de pesquisas adicionais.

---

89. Soares, Anaysa & Silva, Jonathan & Martinelli, Gabrielli & Brandão, Miguel & Ruviaro, Clandio. (2022). Reducing losses in food production in Brazil: its impacts on the economy, land-use change and greenhouse gas emissions. *Revista Desenvolvimento Socioeconômico em Debate - RDSD*. 7. 122. 10.18616/rdsd.v7i2.6474. Disponível em: [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://periodicos.unesc.net/ojs/index.php/RDSD/article/download/6474/6078/18579&ved=2ahUKewjf29m72KKMAxUhm\\_OHXXJAK3wQFnoECBYQAO&usq=AOvVaw3EhkCY9ef32EpkqeVzDaDw](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://periodicos.unesc.net/ojs/index.php/RDSD/article/download/6474/6078/18579&ved=2ahUKewjf29m72KKMAxUhm_OHXXJAK3wQFnoECBYQAO&usq=AOvVaw3EhkCY9ef32EpkqeVzDaDw)





90. Michał Bączyk, Vivian Tunn, Ernst Worrell, Blanca Corona (2024). Consumer behavior in circular business models: Unveiling conservation and rebound effects. *Volume 52*, páginas 283-298, ISSN 2352-5509. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.10.022>


91. Carsten Paul, Anja-Kristina Techen, James Scott Robinson, Katharina Helming (2019). Rebound effects in agricultural land and soil management: Review and analytical framework. *Volume 227*, páginas 1054-1067, ISSN 0959-6526. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.115>

### 5.3 Apêndice III



#### Estudos de caso perda e desperdício de alimentos e resíduos agroindustriais











Tabela 6: Estudos de caso e artigos relevantes para as duas intervenções nas cadeias de valor de alimentos, relacionadas a perda e desperdício de alimentos e resíduos agroindustriais.











#	Estudo de caso ou artigo	Geografia	Descrição da intervenção	Intervenção	
				PDA	RAI
Políticas, abordagens da cadeia de valor e <i>insights</i> sobre possíveis impactos					
1	<u>Murillo Freire Junior</u> <u>Antonio Gomes Soares</u> (sem data). Consumo e produção responsáveis - Capítulo 4: Perda e desperdício de alimentos	Brasil	Aborda as principais causas da perda e desperdício de alimentos: "manuseio inadequado no campo, embalagem inadequada, veículos sobrecarregados, estradas ruins, marketing de produtos a granel, produtos sendo excessivamente tocados pelos consumidores e acúmulo de produtos nas prateleiras do varejo" (..) "Ineficiência técnica em silos de armazenamento de grãos". (..) "Além dos ferimentos causados pela colheita, o transporte é possivelmente a principal causa de danos mecânicos"		
2	<u>Murillo Freire Junior</u> <u>Antonio Gomes Soares</u> (sem data). Consumo e produção responsáveis - Capítulo 4: Perda e desperdício de alimentos	Brasil	"Para reduzir as perdas, deveria haver maior incentivo ao cooperativismo para os pequenos agricultores e agricultores familiares na comercialização de frutas e hortaliças, uma vez que o mercado atacadista e varejista é bastante cartelizado. As vantagens do cooperativismo ou associativismo na comercialização são: fornecer locais centrais para embalagem, triagem e padronização dos produtos colhidos; comprar suprimentos e materiais de embalagem em maiores quantidades e preços mais competitivos; alocando espaço de armazenamento para produtos colhidos, mantendo sua qualidade e facilitando a logística de distribuição para os mercados atacadista e varejista. Em relação aos grãos e cereais, investimentos em silos de armazenamento menores com controle de umidade relativa e temperatura são de vital importância para a manutenção da qualidade até o momento do ensacamento e venda. Além disso, silos menores podem ser importantes para classificar os produtos por qualidade, permitindo assim alcançar melhores preços no mercado."		





#	Estudo de caso ou artigo	Geografia	Descrição da intervenção	Intervenção	
3	<u>Murillo Freire Junior Antonio Gomes Soares (sem data)</u> . Consumo e produção responsáveis - Capítulo 4: Perda e desperdício de alimentos	Brasil	Intervenções: 1. Introduzir revestimentos comestíveis, 2. Melhorar o controle de doenças e pragas, 3. Otimizar o tempo de colheita, 4. Melhorar a refrigeração de produtos hortícolas, 5. Desenvolver manuais para agricultores.		
4	<u>Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, Programa das Nações Unidas para o Ambiente (2021)</u> . Relatório sobre a avaliação das necessidades de tecnologia para a implementação de planos de ação climática no Brasil.	Brasil	O potencial de mitigação do uso de resíduos agrícolas e agroindustriais foi estimado em 18.010 Gg CO <sub>2</sub> eq quando considerado o uso de vinhaça para produção de etanol e resíduos agrícolas para produção de energia elétrica.		
5	<u>Werderits Silva, Dayana &amp; César, Aldara &amp; Conejero, Marco Antonio. (2021)</u> . Prevenção do desperdício de alimentos e destinos alternativos para alimentos não utilizados no Brasil. <i>Jornal de Produção Mais Limpa</i> . 318	Brasil	"As principais razões para essas perdas foram falhas operacionais (falhas de gestão) e roubos internos e externos. Observou-se um maior número de estratégias de prevenção nas redes regionais em comparação com as empresas locais e independentes. Para todos os casos, a venda de bens recicláveis e o descarte adequado em aterros sanitários foram apontados como as principais estratégias para destinos alternativos de alimentos sem uso."		
6	<u>Fundação Ellen MacArthur (2017)</u> . <i>Biociclos Urbanos</i> .	Brasil	Os fluxos de resíduos urbanos representam uma oportunidade significativa para recuperar nutrientes e devolvê-los ao solo. Em teoria, a recuperação de 100% do nitrogênio, fósforo e potássio nos fluxos globais de alimentos, resíduos animais e humanos poderiam contribuir com quase 2,7 vezes os nutrientes contidos no volume de fertilizantes químicos usados atualmente. (página 18) As soluções incluem: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperação de fosfato e nitrogênio de águas residuais,</li> <li>• Digestão anaeróbica e compostagem,</li> <li>• Biorrefinarias.</li> </ul>		

#	Estudo de caso ou artigo	Geografia	Descrição da intervenção	Intervenção	
7	<p><u>FAO (2018)</u>. Estratégia Intersetorial para a Redução de Perdas e Desperdício de Alimentos no Brasil.</p>	Brasil	<p>Desenvolvimento de políticas</p> <p>3.1. Fortalecer a Rede Brasileira de Bancos de Alimentos para melhorar o desempenho dos bancos de alimentos no Brasil.</p> <p>3.2. Promover ações de prevenção e redução do desperdício de alimentos em diferentes espaços institucionais públicos e privados (escolas, universidades, empresas, unidades de produção agrícola, hospitais, quartéis, restaurantes comunitários, órgãos governamentais, CEASAs, entre outros).</p> <p>3.3. Incluir metas relacionadas à redução de PDA nos Planos de SAN nos níveis federal, estadual e municipal.</p> <p>3.4. Incentivar acordos setoriais voluntários, públicos e/ou privados, com vista ao compromisso de reduzir o PDA até 2030.</p> <p>3.5. Aprimorar as políticas públicas para a agricultura, em especial a agricultura familiar, com o objetivo de reduzir os PDAs, por meio de instrumentos como crédito rural, seguros, ATER, cooperativas, legislação sanitária e certificações.</p> <p>3.6. Incluir nas ações de ATER para organizações da agricultura familiar (Programa ATER Mais Gestão) atividades de orientação para a redução de PDAs.</p> <p>3.7. Incentivar a criação de circuitos curtos de comercialização, produção e consumo de alimentos que estimulem a prevenção e redução de PDAs.</p> <p>3.8. Fortalecer os programas de compras públicas de alimentos, como PAA, PNAE e Compras Institucionais (Decreto nº 8.473/2015), fortalecendo as compras locais/diretas ou descentralizadas.</p> <p>3.9. Promover políticas públicas para melhorar a infraestrutura e a logística na produção, armazenamento, processamento, transporte, distribuição e comercialização de alimentos.</p> <p>3.10. Incentivar a modernização e expansão das estruturas de armazenamento e distribuição de produtos agrícolas, com ênfase em estruturas descentralizadas no nível do agricultor.</p> <p>3.11. Incentivar a adaptação dos estabelecimentos de alimentação e nutrição dentro das unidades educativas, para ampliar e melhorar a capacidade de armazenamento, preparação e consumo de alimentos, associando a redução do PDA à oferta de alimentação adequada e saudável.</p>	✓	✗









#	Estudo de caso ou artigo	Geografia	Descrição da intervenção	Intervenção	
			<p>Legislação</p> <p>4.1. Acompanhar o andamento dos projetos de lei e trabalhar com o Legislativo para aprovar propostas regulatórias sobre questões relacionadas à redução do PDA, como responsabilidade civil por doações de alimentos; incentivos para a reutilização, recuperação e descarte de alimentos; rotulagem, entre outros.</p> <p>4.2. Promover estudos para um sistema de rotulagem de alimentos que promova a redução de resíduos.</p> <p>4.2. Atuar para estabelecer legalmente bancos de alimentos, estabelecendo padrões sanitários para orientar suas operações e fortalecendo-os como ferramenta de promoção da SAN.</p>		
8	<p><u>O atlas da Política Global de Doação de Alimentos (2014)</u>. Nova pesquisa destaca como o Brasil pode lidar com o desperdício de alimentos, a fome e as mudanças climáticas</p>	Brasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Implemente um sistema de rotulagem padrão de data dupla que distinga claramente entre datas baseadas em segurança e baseadas em qualidade e permita a doação após a data baseada em qualidade para garantir que os rótulos de data não resultem no descarte de alimentos que são seguros para consumo.</li> <li>• Promover a conscientização sobre as proteções de responsabilidade para doadores de alimentos previstas na Lei de Desperdício e Doação de Alimentos e disseminar as Orientações sobre Melhores Práticas para Garantir a Segurança Alimentar de Alimentos Doados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para mitigar as preocupações de responsabilidade de potenciais doadores.</li> <li>• Aumentar a dedução fiscal disponível para doações de alimentos e atividades associadas ao armazenamento, transporte e entrega de alimentos doados para garantir que os doadores de alimentos e associações de recuperação de alimentos recebam incentivos fiscais e informações suficientes para participar da doação de alimentos.</li> <li>• Adotar políticas locais ou nacionais que exijam a doação de alimentos excedentes ou imponham penalidades monetárias para alimentos saudáveis enviados para aterros sanitários que poderiam ser desviados para aqueles que precisam.</li> </ul>		



#	Estudo de caso ou artigo	Geografia	Descrição da intervenção	Intervenção	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver oportunidades de subsídios do governo para infraestrutura de doação de alimentos para garantir que os doadores de alimentos e as organizações de recuperação de alimentos possam recuperar, manusear, transportar e distribuir alimentos excedentes de forma mais eficaz e segura."</li> </ul>		
9	<p><u>Soares, Anaysa &amp; Silva, Jonathan &amp; Martinelli, Gabrielli &amp; Brandão, Miguel &amp; Ruviano, Cláudio. (2022).</u> Redução das perdas na produção de alimentos no Brasil: seus impactos na economia, na mudança do uso da terra e nas emissões de gases de efeito estufa. <i>Desenvolvimento Socioeconômico em Debate</i>. 7. 122. 10.18616/rdsd.v7i2.6474.</p>	Brasil	"Os resultados mostram que a redução do desperdício é viável e benéfica para a economia brasileira, pois promove o crescimento econômico regional e nacional, o que leva ao aumento do consumo das famílias e do governo, e aos investimentos e níveis de produção. Um dos principais resultados identificados foi o efeito Borlaug, uma vez que diferentes atividades agrícolas cresceram em volume aumentando a produtividade nas terras agrícolas atuais, evitando assim a conversão de grandes áreas de vegetação nativa em terras agricultáveis."		
10	<p><u>EMF (2021).</u> Eliminando o desperdício de alimentos</p>	Global	<p>Exemplos de como em uma economia circular:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>O desperdício de alimentos é evitado</li> <li>o excedente de alimentos comestíveis pode ser redistribuído para as pessoas que precisam</li> <li>Subprodutos alimentares não comestíveis e dejetos humanos tornam-se insumos para novos produtos</li> </ul>		
<b>Políticas, abordagens da cadeia de valor e insights sobre possíveis impactos</b>					
11	<p><u>Hoogzaad, J.A., et al. (2020).</u> Mitigação das mudanças climáticas através da economia circular. Amsterdã, o Holanda: Economia em Círculo e Mudança de Paradigmas.</p>	Brasil	Pátios de compostagem descentralizados em São Paulo lidam com resíduos de mercados e podas de árvores e plantas. O composto é usado em parques de árvores e em hortas urbanas.		
12	<p><u>Centro de conhecimento (2021).</u> Aumentando a segurança alimentar em Florianópolis por meio de infraestrutura verde</p>	Brasil	"Promover práticas agroecológicas urbanas. Isso inclui produzir e processar alimentos de forma eficiente e local, bem como melhorar o acesso a alimentos saudáveis e de baixo custo produzidos no contexto urbano.		

#	Estudo de caso ou artigo	Geografia	Descrição da intervenção	Intervenção	
			Além disso, o MUAP apoia os produtores locais de alimentos orgânicos, o que reduz as cadeias produtivas e os requisitos de transporte. Além disso, o programa promove a compostagem de resíduos alimentares, que podem se tornar fertilizantes e nutrir as hortas da cidade." Em 2019, o programa apoiou a implantação de 112 hortas urbanas em toda a cidade.		
13	<u>Centro de conhecimento (2021)</u> , Programa de óleos usados no Rio de Janeiro	Brasil	"No Rio de Janeiro, Brasil, um programa municipal organiza a coleta de óleo de cozinha usado por cooperativas, que é reciclado por empresas que fabricam sabão e biodiesel. Este programa recicla milhões de litros de petróleo todos os anos, criando empregos locais."		
14	<u>Centro de conhecimento (2023)</u> , Manual de São Paulo sobre compostagem nas escolas	Brasil	"São Paulo, Brasil, realizou um manual sobre compostagem nas escolas para apoiar os professores locais que pretendem ensinar práticas de compostagem. A compostagem doméstica é incentivada pelo governo de São Paulo como parte do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, que entregou composteiras nas casas."		
15	<u>Centro de conhecimento (2023)</u> , Práticas agroecológicas para promover o desenvolvimento local, a biodiversidade e a segurança alimentar em Porto Alegre, Brasil	Brasil	"A cidade de Porto Alegre, no Brasil, apoiou a criação do Agronegócio Coletivo de Óleo Orgânico, com o objetivo de promover o desenvolvimento local, a biodiversidade, a segurança alimentar e a soberania alimentar por meio da economia solidária."		
16	<u>EMF (2021)</u> , Regenerando um ecossistema para cultivar açúcar orgânico: The Balbo Group	Brasil	"O Grupo Balbo cultiva açúcar orgânico. Eles usam maquinário modificado e restauram processos naturais para reduzir o impacto da agricultura de cana-de-açúcar no meio ambiente e reviver plantações e terras em dificuldades."		
17	<u>EMF (2021)</u> , Agricultura regenerativa em São Paulo: <i>Connect the Dots</i>	Brasil	"O <i>Connect the Dots</i> visa criar uma rede de sistemas alimentares que combata a desigualdade social e apoie a agricultura regenerativa. Criado para a zona periurbana de São Paulo e região, o programa apoia e compra produtos de agricultores locais, para fornecer alimentos saudáveis para pessoas vulneráveis."		

#	Estudo de caso ou artigo	Geografia	Descrição da intervenção	Intervenção	
Intervenções de economia circular que podem complementar as intervenções existentes no Brasil					
18	<u>Centro de Conhecimento (2020).</u> Food Forward África do Sul	África do Sul	"A Food Forward tem vários programas que visam acabar com a fome na África do Sul por meio da redução da perda e do desperdício de alimentos. O programa 'Warehouse Foodbanking' obtém, coleta e armazena alimentos excedentes de vários pontos ao longo da cadeia de valor, redistribuindo os alimentos para as Organizações Beneficiárias em todo o país, que por sua vez usam os produtos para preparar refeições. O programa 'Segunda Colheita' alcança fazendas comerciais, permitindo que elas doem quaisquer excedentes após a colheita. A organização então faz parceria com fabricantes para fabricar produtos duradouros, como geleias e molhos, no caso de grandes quantidades de alimentos frescos serem doadas. A Food Forward também desenvolveu tecnologias digitais, como FoodShare (uma plataforma que conecta organizações beneficiárias a varejistas para relatórios e coleta de estoque excedente) e Mobile Rural Depots (um modelo que facilita o aumento do acesso a alimentos para comunidades rurais vulneráveis).		
19	<u>Siqueira, M.U., Contin, B., Fernandes, P.R.B. et al. (2022).</u> Resíduos agroindustriais brasileiros como potenciais matérias-primas têxteis e outras: uma abordagem sustentável. Mater Circ Econ 4, 9 (2022).	Brasil	"A biomassa agrícola relacionada às principais culturas apresenta características que as tornam adequadas para serem aplicadas em têxteis, como fibras naturais e polímeros, em biossorventes para efluentes industriais, e material de obtenção e reforço de celulose em compósitos. Assim, o investimento científico em pesquisas sobre materiais e desenvolvimento de tecnologia é necessário para fornecer aplicações que possam atender às demandas atuais e futuras e expandir o escopo de novos materiais para a sustentabilidade." Araújo et al. (2019), avaliando parâmetros, que consideram a composição química, taxa de crescimento e disposição, afirmam que a palha de soja é o resíduo mais adequado para ser utilizado como matéria-prima para a produção de materiais à base de celulose, seguidos de folha de cana-de-açúcar, palha de milho, palha de cana-de-açúcar e bagaço, revelando que as principais culturas do país são as mais adequadas residualmente."		

#	Estudo de caso ou artigo	Geografia	Descrição da intervenção	Intervenção	
20	<a href="#">Fundação Laudes (2021)</a> . Fiação de fios futuros	Global			
21	<a href="#">Centro de conhecimento (2021)</a> . MycoTile - Materiais de construção a partir de fungos	Quênia	<a href="#">A MycoTile</a> produz materiais de construção alternativos fabricados localmente usando resíduos agrícolas e micélio fúngico. Os materiais de construção da MycoTile oferecem uma alternativa de alto desempenho e mais barata aos materiais de construção tradicionais. O MycoTile usa um processo de carbono negativo para unir resíduos agrícolas (como espigas de milho, cascas de café, coco e cascas de arroz) com micélio de cogumelos. O produto é então desnaturado por meio de tratamento térmico para inibir o crescimento do micélio.		
22	<a href="#">Centro de conhecimento (2021)</a> . <i>EarthColors by Archroma</i> : Corantes feitos de resíduos agrícolas reciclados	Suíça	<i>Archroma EarthColors</i> reinventa o corante combinando natureza com tecnologia. A tecnologia patenteada contribui para uma economia circular por meio da reciclagem de resíduos não comestíveis das indústrias agrícola e de ervas - como folhas e cascas de nozes - enquanto deixa as partes comestíveis dos alimentos disponíveis para consumo. Como nenhuma terra é reservada para cultivar as matérias-primas para esses corantes, não há competição por terras aráveis. A gama contém seis tons quentes da natureza que são adequados para tingir fibras celulósicas como algodão, viscose e linho. Além disso, os corantes biossintéticos são totalmente rastreáveis desde o material residual natural até a loja, por meio do uso da tecnologia NFC inteligente. Os corantes <i>EarthColors</i> são aprovados pela <i>BlueSign</i> e <i>GOTS</i> .		
23	<a href="#">Centro de conhecimento (2021)</a> . AltMat - Transformar resíduos agrícolas em fibras e fios naturais	Índia	A AltMat usa uma combinação de ciências mecânicas, químicas e microbianas para transformar materiais de baixo valor em fibras macias e fortes.		
24	<a href="#">Centro de conhecimento (2021)</a> . LONO - Tecnologia limpa à escala comunitária	Costa do Marfim	A LONO transforma resíduos e subprodutos agrícolas em composto, ração animal e biocombustíveis, usando tecnologias limpas e em escala comunitária que eles mesmos desenvolveram. Eles trabalham com empresas agroindustriais e cooperativas de agricultores para ajudá-los a criar valor a partir de seus resíduos e subprodutos.		

#	Estudo de caso ou artigo	Geografia	Descrição da intervenção	Intervenção	
			A LONO opera em comunidades rurais para reduzir os custos de transporte e garantir fácil acesso aos clientes que mais precisam de suas soluções.		
25	<u>Centro de Conhecimento (2021)</u> . Têxteis feitos de resíduos agrícolas	Espanha	A PYRATES, uma empresa de P&D e fornecedora têxtil, desenvolveu o PYRATEx Bio, uma coleção de tecidos de base biológica criados a partir de PLA de resíduos agrícolas, eliminando sintéticos extrativos não renováveis derivados do petróleo. As fibras de base biológica PYRATEx são 100% biodegradáveis e reduzem o consumo de água e energia durante o processo de produção.		
26	<u>Centro de conhecimento (2022)</u> . Programa de Subsídios para Sistemas Alimentares Inovadores em Kisumu	Quênia	Em 2020, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), em parceria com o Governo do Condado de Kisumu, por meio do Projeto de Ações Integradas para Sistemas Alimentares Inovadores, desenvolveu o Programa de Subsídios para Sistemas Alimentares Inovadores. O objetivo do programa de subsídios é apoiar as pequenas e microempresas já envolvidas em atividades de sistemas alimentares para expandir ou melhorar sua capacidade e desempenho e gestão de resíduos alimentares para promover uma economia circular.		
27	<u>Centro de conhecimento (2021)</u> . Fabricação de carvão vegetal a partir de resíduos de coco em Gana_	Gana	"A empresa ganense Zaacoal é uma empresa social que converte resíduos urbanos onipresentes em combustíveis de queima limpa. Seus produtos protegem o meio ambiente, reduzindo o desmatamento e empoderando as mulheres, proporcionando-lhes empregos. Ao oferecer carvão vegetal para resíduos de coco, as vantagens são cidades mais limpas devido ao descarte de resíduos de coco, proteger as florestas, reduzir a poluição do ar interno durante o cozimento.		
28	<u>EMF (2021)</u> . Agrociclo	EUA	"A Agricycle trabalha com pequenos agricultores em todo o mundo para reciclar alimentos que, de outra forma, seriam desperdiçados. A empresa fabrica e distribui tecnologias de desidratadores solares que permitem que os alimentos sejam preservados por mais tempo, comprem os produtos resultantes diretamente das cooperativas e criem marcas para vender esses produtos nos mercados globais.		

#	Estudo de caso ou artigo	Geografia	Descrição da intervenção	Intervenção	
29	<u>EMF (2022)</u> . Pague pelo produto, não pela embalagem: Algramo	Chile	"O Algramo é um sistema que permite aos clientes reabastecer produtos domésticos usando máquinas de distribuição inteligentes e embalagens lascadas com RFID. Os clientes creditam sua conta por meio de um aplicativo e levam sua embalagem inteligente para um dispensador Algramo. A máquina reconhecerá a embalagem e dispensará o produto certo na quantidade desejada, sem a necessidade de login ou pagamento."		
30	PNUMA (2024). Relatório do Índice de Desperdício de Alimentos.	Brasil	O Sesc Mesa Brasil é um programa nacional de doação de alimentos que reúne mais de 3.000 parceiros doadores – entre agricultores, atacadistas, varejistas, centros de distribuição, indústrias alimentícias e empresas de diversos setores. Esses parceiros doam excedentes de produção e alimentos que não atendem aos padrões de aparência comercial, mas são seguros e adequados para consumo.	