

# Diagnóstico Nacional para Economia Circular Cadeia do Plástico



SENAI. Departamento Regional do Rio de Janeiro  
S474d Diagnóstico nacional para economia circular cadeia do plástico /  
Firjan SENAI, Instituto SENAI de Tecnologia Química e Meio Ambiente,  
Instituto SENAI de Inovação Química Verde – Rio de Janeiro: SENAI-RJ,  
2022  
36p. : il.  
Inclui bibliografia  
Documento elaborado por Karollyne Gomes de Castro Monsores e  
Nicolis Amaral de Araújo.

1. Plástico. 2. Economia circular. I. Monsores, Karollyne Gomes de  
Castro. II. Araújo, Nicolis Amaral de. III. Instituto SENAI de Tecnologia  
Química e Meio Ambiente. IV. Instituto SENAI de Inovação Química Verde.  
V. Título

CDD 668.4



**OUT. 2022**

---

[www.firjan.com.br](http://www.firjan.com.br)

Av. Graça Aranha, 1, 10º andar  
Centro, Rio de Janeiro  
[sustentabilidade@firjan.com.br](mailto:sustentabilidade@firjan.com.br)

## Expediente

Firjan – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

Presidente

**Eduardo Eugenio Gouvêa Vieira**

1º Vice-Presidente Firjan

**Luiz César Caetano**

2º Vice-Presidente Firjan

**Carlos Erane de Aguiar**

1º Vice-Presidente CIRJ

**Carlos Fernando Gross**

2º Vice-Presidente CIRJ

**Raul Eduardo David de Sanson**

---

Diretor Executivo Firjan SESI SENAI

**Alexandre dos Reis**

Diretor de Competitividade Industrial e Comunicação Corporativa

**João Paulo Alcantara Gomes**

Diretora de Compliance e Jurídico

**Gisela Pimenta Gadelha**

Diretor de Gestão de Pessoas

**Guilherme Cavalieri**

Diretora de Finanças e Serviços Corporativos

**Luciana Costa M. de Sá**

---

## CONTEÚDO TÉCNICO

### GERÊNCIA REGIONAL DE PESQUISAS E SERVIÇOS TECNOLÓGICOS

Gerente Geral

**Carla Santos de Souza Giordano**

Gerente de Pesquisa e Desenvolvimento

**Paulo Roberto Furio**

Gerente de Serviços Tecnológicos

**Damián Horacio José Gómez**

---

## EQUIPE TÉCNICA

**Andre Souza de Melo**

**Antônio Augusto Fidalgo Neto**

**Camila Marçal da Rocha**

**Helder Cerqueira González**

**Karollyne Gomes de Castro Monsores**

**Leandro Bronzato Guimaraes**

**Nicolis Amaral de Araújo**

**Sudá de Andrade Neto**

**Thiago Santiago Gomes**

---

## PROJETO GRÁFICO

### GERÊNCIA GERAL DE COMUNICAÇÃO

Gerente Geral

**Karla de Melo**

Gerente de Comunicação e Marca

**Fernanda Marino**

Equipe Técnica

**Amanda Zarife**

**Luciana Sancho**

**Camila Mendonça**

# Sumário

TECNOLOGIA E INOVAÇÃO .....	3
SUMÁRIO EXECUTIVO .....	4
1. ABORDAGEM DA ECONOMIA CIRCULAR DO PLÁSTICO .....	5
2. MAPEAMENTO DOS INDICADORES DE CIRCULARIDADE .....	9
2.1 Indicadores de Economia Circular .....	9
2.2 Medição de Circularidade para o Plástico .....	10
2.3 Seleção de Indicadores .....	11
3. PESQUISA NACIONAL DE CIRCULARIDADE .....	12
4. CIRCULARIDADE E MODELOS DE NEGÓCIO .....	21
5. ROADMAP DE SOLUÇÕES .....	24
6. CONCLUSÕES .....	34
7. REFERÊNCIAS .....	35

# Tecnologia e Inovação

A Tecnologia e a Inovação têm papel crucial em qualquer companhia de sucesso. Empresas apoiadas por tecnologias inovadoras são mais competitivas, produtivas e, conseqüentemente, absorvem maior participação do mercado global.

Nos últimos anos, ampliamos nossa atuação na oferta de serviços tecnológicos, linhas de pesquisas e disponibilizamos toda nossa infraestrutura, equipamentos e corpo técnico para o desenvolvimento de soluções, que podem integrar diferentes competências e apontar respostas para as necessidades que você espera e que o mercado exige. Somos hoje um importante polo nacional de geração e difusão de conhecimento técnico e tecnológico aplicado ao desenvolvimento industrial.

Parte de uma Rede Nacional com mais de 80 institutos, a Firjan SENAI possui hoje, no Rio de Janeiro, 3 Institutos SENAI de Tecnologia e 3 Institutos SENAI de Inovação, que atuam em diversas áreas de conhecimento de forma integrada e complementar, tais como: Química Analítica, Química Verde, Meio Ambiente, Automação, Metalurgia, Simulação, Inspeção e Integridade de Materiais, Prototipagem, Sistemas Virtuais de Produção, entre outros. Os Institutos SENAI de Tecnologia atuam fortemente na prestação de serviços técnicos especializados de metrologia e consultoria e desenvolvem soluções com

base nas tecnologias existentes para criar novos processos e produtos. Já os Institutos SENAI de Inovação têm como objetivo a criação de soluções ágeis, inovadoras e sob medida para indústrias, com foco de atuação em pesquisa aplicada, desde a fase pré-competitiva, de definição de conceitos e experimentações, até a etapa final, quando o novo produto está prestes a ser fabricado pela indústria.

São vários os benefícios que a Firjan SENAI oferece através da tecnologia e inovação:

- Aumento da competitividade nos negócios
- Aumento da capacidade produtiva
- Inovação tecnológica dentro da empresa
- Redução nos custos operacionais
- Minimização de riscos do projeto
- Serviços e cursos customizados para atender às necessidades específicas das empresas
- Pesquisa aplicada de acordo com as necessidades da empresa
- Transferência de tecnologia às empresas

Dessa maneira, a Firjan SENAI forma a maior rede privada de transferência tecnológica e prestação de serviços em tecnologia e inovação no país, agregando valor aos processos e produtos de empresas de todos os portes.

# Sumário Executivo

Práticas cada vez mais circulares envolvendo a produção e o consumo consciente dos materiais plásticos estão crescentemente sendo exploradas com a finalidade de agregar maior valor aos produtos e promover a inovação em segmentos como matéria-prima, tecnologias de produto e processo e modelos de negócio. Neste sentido, a Economia Circular vem tornando-se cada dia mais primordial para o equilíbrio de ecossistemas ambientais e econômicos como antagonista ao modelo econômico linear de extração, produção e descarte.

Os dados estimados no *Circularity Gap Report* publicado no primeiro semestre de 2022 corroboram esta tese, idealizando uma situação hipotética na qual seriam necessários 1,7 planetas idênticos a Terra para que as exigências humanas fossem atendidas até 2030<sup>1</sup>, arbitrando, por conseguinte, que as práticas circulares executadas hoje a nível mundial possuem grande potencial de reversão desta curva, mas que acumulam somente 8,6% do seu potencial.

4 Nesse contexto, são crescentes as pressões de *stakeholders* para que sejam realizadas as transições dos modelos de negócios a fim de priorizar as práticas circulares em detrimento às lineares e, como forma de impulsionamento desta transição, setores públicos e privados estão começando a definir metas e estratégias de atendimento. A nível governamental, a China foi o primeiro país a promulgar uma lei sobre economia circular, em 2009, seguida pelo Japão em 2010, com a Lei para a promoção da efetiva utilização de recursos baseada nos princípios dos "3Rs" (Reduzir, Reutilizar e Reciclar), e a União Europeia, com o Plano de Ação para a Economia Circular, em 2015<sup>2</sup>. Nessa mesma perspectiva, tramita no Senado Brasileiro o projeto de Lei 1874/2022, o qual objetiva definir conceitos, metas e instrumentos para a Política Nacional de Economia Circular (PNEC).

A cadeia produtiva e de consumo dos plásticos contempla desde as indústrias petroquímicas de produção de polímeros até os gestores de resíduos, representando

ampla heterogeneidade no que diz respeito ao porte, à qualificação técnica e aos mercados atendidos. Há um significativo desafio na definição de metas para o setor visto a necessidade de se estabelecer uma linguagem comum entre diferentes atores, permitindo a compatibilização e mensuração dos indicadores de forma transparente e coordenada.

Por esta razão, o **Diagnóstico Nacional para Economia Circular – Cadeia do Plástico** objetiva ser o projeto impulsionador para um ciclo de Programas de Estudos de Circularidade a nível nacional. Tratando-se de uma iniciativa conjunta das empresas Braskem S.A., Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A. (ENEL S.A.), Botica Comercial Farmacêutica LTDA (Grupo Boticário), Motech Plásticos, Wirklich Plastics, TOCO Engenharia, METHANUM, Biomédica, Grupo Petrópolis, JOTUN Brasil, Greenpeople; dos Institutos SENAI de Inovação em Química Verde (RJ), Polímeros (RS), Biossintéticos (RJ) e do Instituto SENAI de Tecnologia Química e Meio Ambiente (RJ); da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe); da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), da COPPE da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ); em parceria com o Departamento Nacional do SENAI via programa Aliança Agenda Tech.

Esta Aliança visa estimular a promoção de mudanças nas cadeias produtivas de fabricação, transformação, consumo e pós-consumo do plástico por meio do conceito de circularidade, utilizando-se para tal as plataformas de qualificação profissional, inovação e desenvolvimento tecnológico visando o alcance de um novo cenário econômico alinhado às diretrizes globais de sustentabilidade para o setor. Este projeto pode ajudar as empresas na aquisição de *insights* concretos sobre como elas podem acelerar a transição para uma economia circular, e quais as oportunidades que a acompanham por meio dessa abordagem.

---

1 Global Footprint Network – Advancing the Science of Sustainability. Disponível em: [https://www.overshootday.org/content/uploads/2019/05/How\\_many\\_Earths\\_2019\\_English.pdf](https://www.overshootday.org/content/uploads/2019/05/How_many_Earths_2019_English.pdf).

---

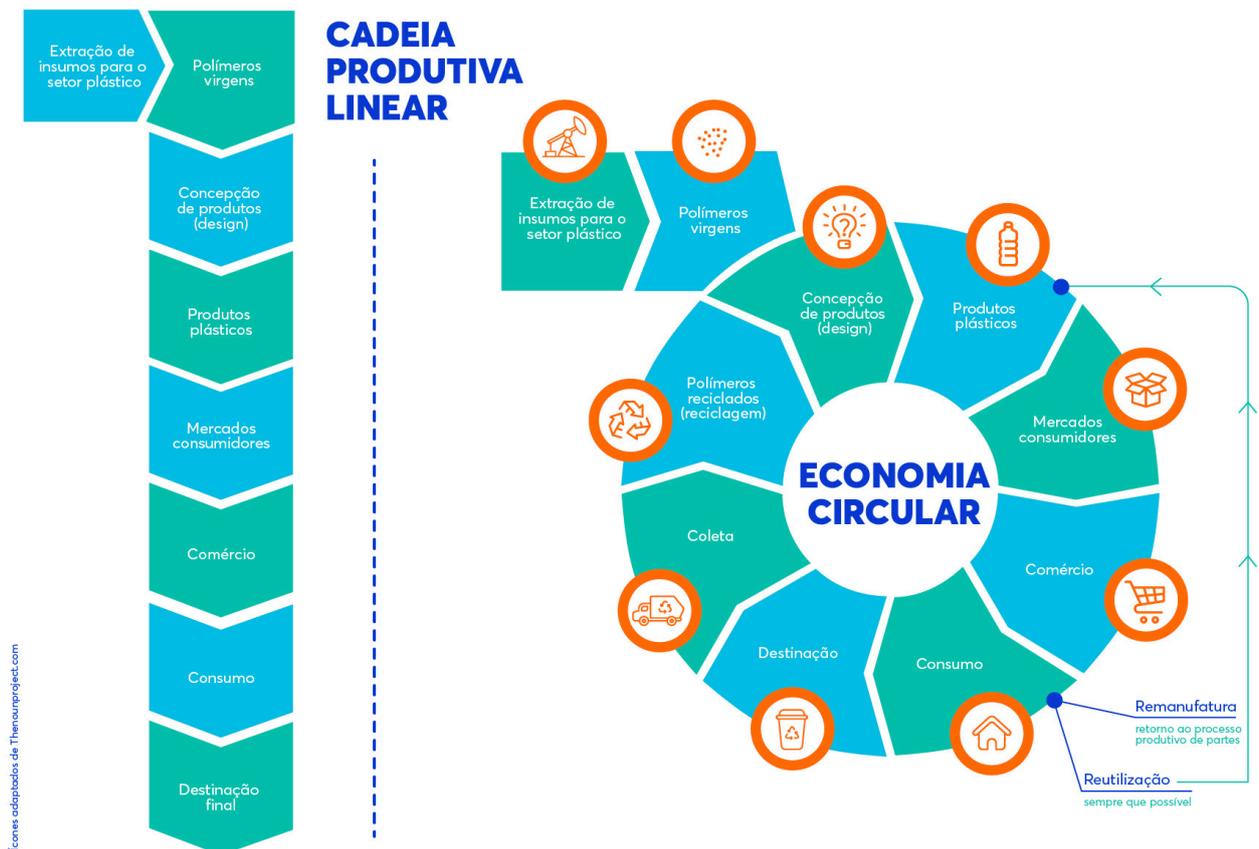
2 Confederação Nacional das Indústrias (CNI). Disponível em: [https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/69/a7/69a762d3-ff66-4bfe-9eb1-452fd4566415/publicacao\\_caminho\\_estrategico\\_economia\\_circular.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/69/a7/69a762d3-ff66-4bfe-9eb1-452fd4566415/publicacao_caminho_estrategico_economia_circular.pdf).

# 1. Abordagem da Economia Circular do Plástico

O termo "Economia Circular (EC)" tornou-se popular a partir de 1976, quando uma comissão de energia das comunidades europeias lançou o termo no relatório "Potential for Substitution Manpower for Energy" que posteriormente foi publicado na forma de livro (CSR PIEMONTE, 2019). Os mesmos autores, Stahel e Reday-Mulvey (1981), sugeriram que "a segunda vida dos bens" poderia proporcionar possibilidades de desenvolvimento e valorização econômico-social, além de promover impactos positivos nos processos econômicos envolvendo o meio ambiente. Além disso, para essa complexa transição de perspectiva mundial quanto ao tema, foi proposta uma tomada de decisões políticas que estimulasse novas habilidades e competências a fim de promover a circularidade dos produtos crendo na existência de um público pronto a aderir-los. Esta proposta consolidou um modelo de ciclo

fechado e os fez garantir o prêmio *Mitchell International* sobre Desenvolvimento Sustentável (BARBOSA, 2018). Todavia, mesmo com todas as discussões debatidas sobre o assunto e a alocação de esforços para mudança ao longo dos anos, somente em meados da década de 1980 deu-se de fato início a uma análise da evolução do modelo de negócio econômico adotado pelas empresas. Comportamento este associado à necessidade de se repensar as estratégias de modo a garantir competitividade dos segmentos industriais e de recursos naturais, pressionando a aplicação do conceito de economia circular diante do modelo tradicional de economia linear. Na Figura 1 é apresentado um infográfico dos modelos de economia citados direcionados à cadeia de valor do plástico para ilustrar o conceito.

Figura 1. Infográfico – Economia Linear x Economia Circular dos Plásticos.



Ícones adaptados de Themapraject.com

No modelo de negócio da economia linear tem-se os recursos seguindo para a produção, posteriormente para o consumo e, ao final do ciclo, transformando-se em resíduos. Porém, o modelo circular segue uma abordagem estratégica diferente, sendo estabelecido como um modelo de negócio restaurador que se concentra em conceitos de ciclos contínuos e no uso sustentável dos materiais, funcionando em qualquer escala de negócio, tanto para organizações como para indivíduos, regionalmente ou mundialmente (GEISSDOERFER et al., 2017; EMF, 2017).

Para atingir esses objetivos, três princípios são considerados na Economia Circular (EMF, 2014), como a preservação e aprimoramento do capital natural através da restauração e regeneração dos recursos naturais; a maximização do rendimento de recursos, o que conduz, principalmente, à diminuição dos desperdícios e à circularidade dos recursos; e o estímulo à efetividade do sistema, gerando impactos

positivos para todas as partes interessadas.

Embora exista a integração dos fluxos dos materiais relacionados às atividades dos setores primário, secundário, terciário e do meio natural, o diagrama que representa a circularidade dos fluxos físicos (Figura 2) apresenta as oportunidades de criação dos ciclos reversos, que retornam após o uso, no contexto biológico (agro/florestal/natural), à esquerda, e técnico (industrial), à direita. No lado biológico, apresentam-se alguns fluxos reversos relacionados aos renováveis e ao aproveitamento em cascata, mas a regeneração será realmente atingida com uma abordagem de gestão territorial e de paisagem, integrando as atividades econômicas com os ecossistemas, dentro do denominado "ciclo biológico". Já no ciclo técnico são apresentadas oportunidades de recuperação do valor dos produtos por meio de compartilhamento, manutenção, reutilização, remanufatura e reciclagem (CNI, 2018).

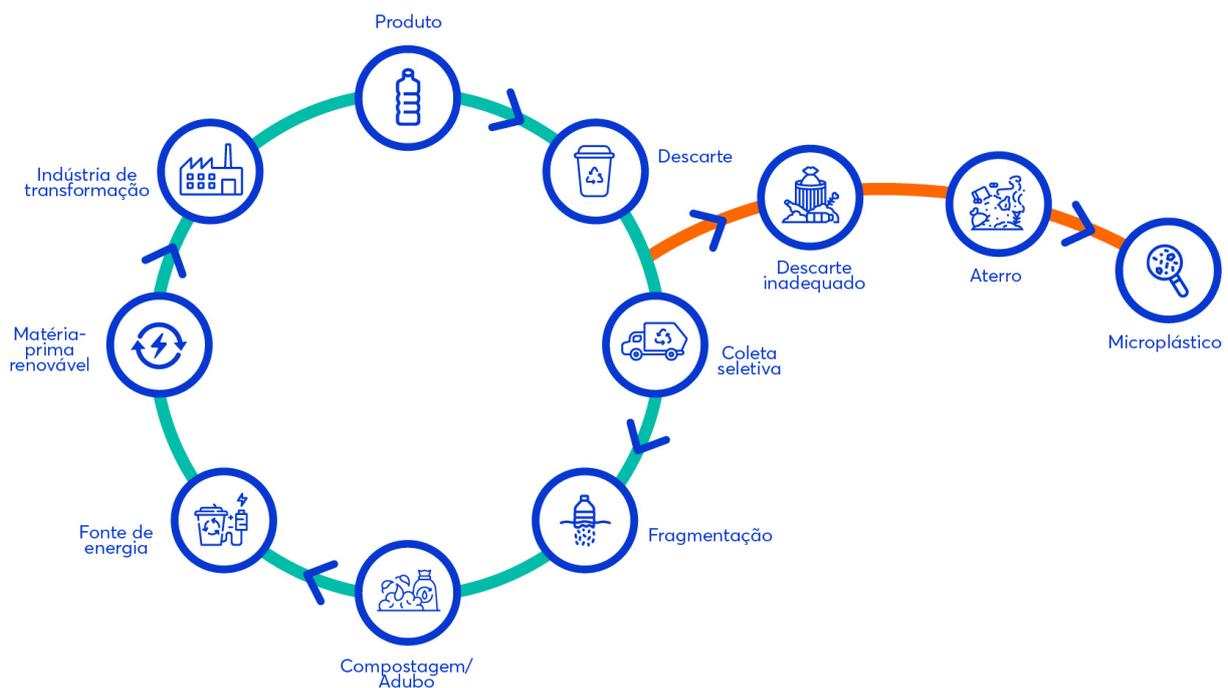
**Figura 2. O diagrama sistêmico ilustra o fluxo contínuo de materiais técnicos e biológicos através do "círculo de valor" (Imagem baseada no diagrama da EMF, 2017).**



A economia circular sugere práticas de transição que não se limitam à reutilização, reparação, renovação e reciclagem, uma vez que o que antes era observado como resíduo passa a ser considerado recurso. Atua transformando a perspectiva de boas práticas em algo mais abrangente como a minimização do consumo de recursos naturais, a redução do consumo de energia, a prevenção da geração de resíduos, a maximização da valorização social e ambiental, entre outras práticas, pensando e planejando de modo sustentável todo o processo de vida útil, desde a concepção de um produto até seu fim de vida (CE, 2017; EMF, 2017). Nas palavras de LEONTIEF (2007) é como tratar "todo o sistema das relações econômicas como uma longa estrada, que faz um grande círculo e volta ao ponto de partida". Sendo assim, práticas como uso sustentável de

matérias-primas, design ecológico de produto e de processo, adesão de métodos de distribuição e consumo sustentável, advento de mercados secundários de matérias-primas e coprodutos e transição progressiva são os principais pilares para se obter hábitos circulares. Quando há o consumo de materiais de base no ciclo biológico, estes circulam pelo sistema em formato de matéria e energia e, através de atividades e processos que regeneram os sistemas vivos, concedem recursos renováveis à biosfera. Por outro lado, nos ciclos técnicos, a recuperação e a restauração dos produtos e materiais sempre produz um desperdício significativo representado pela perda de energia, geração de resíduos e rejeitos. A Figura 3 apresenta o ciclo biodegradável adequado, e apresenta a principal via de perda de valor no ciclo térmico.

Figura 3. Análise do ciclo técnico e do ciclo biodegradável.





A fabricação e consumo de plástico é extremamente significativa para as indústrias e para a sociedade como um todo. É inegável os avanços tecnológicos em produtos e processos alcançados a partir da utilização dos polímeros plásticos, inclusive, com destacada importância para a distribuição de alimentos, o desenvolvimento do setor industrial e como insumo para a fabricação de produtos médicos. Sua ampla maleabilidade, resistência, baixo peso e durabilidade tornam-no significativo para utilização, por exemplo, como meio de prolongamento à vida útil dos alimentos e descarbonização da logística, através da redução do consumo de combustível para o transporte.

Sua utilização como embalagens primárias e secundárias representam um desafio para a gestão. Cerca de 95% do valor do material se perde após o primeiro uso, enquanto somente 14% destes são destinados a gestores de resíduos ou à reciclagem. Os desafios são

centrados, por exemplo, na desmaterialização de sua utilização como embalagem de uso único, na mudança comportamental e na substituição de materiais e de modelos de negócios, com amplo potencial à promoção de vantagens econômicas, sociais e ambientais para a sociedade (EMF, 2016).

Todavia, uma nova abordagem se faz necessária a fim de se erradicar as barreiras de implementação da economia circular. Para isso, iniciativas já aplicadas precisam ser complementadas, aprimoradas e principalmente orientadas em um direcionamento conjunto entre os segmentos envolvidos, desde a extração da matéria-prima até o fim de vida da embalagem. Incluindo-se também políticas públicas que facilitem o surgimento de mercados secundários de matéria-prima, desenvolvendo novas normas, realinhando incentivos e estimulando a inovação.

# 2. Mapeamento dos Indicadores de Circularidade

## 2.1 Indicadores de Economia Circular

A Economia Circular pode ser definida como um sistema regenerativo, no qual a entrada de recursos, a produção de resíduos e as emissões, juntamente com as perdas de energia são minimizadas pela desaceleração, redução e fechamento dos ciclos de materiais e energia. A Economia Circular indica que a magnitude dos fluxos de materiais e energia entre o ambiente e a economia deve ser minimizada à custa de um aumento da circulação mais continuada dos fluxos dentro da economia, diminuindo a atual dependência de mais recursos do ambiente (ECODEBATE, 2022).

De acordo com o relatório "Indicadores de Economia Circular: Um Contributo para o Sistema Nacional", da Parthenon<sup>3</sup>, a avaliação dos progressos em direção à Economia Circular está no centro de muitas questões recentemente levantadas por cientistas, empresários, ativistas e decisores políticos. Isto acontece porque, até o presente momento no qual este relatório é redigido (2022), ainda não existe uma forma robusta e consensual de medir o quão efetivas são as economias, as regiões ou, mesmo, as empresas em matéria de circularidade (PARTHENON, 2020).

Pode-se dizer que o diagnóstico sistematizado que chegou mais perto disso foi conduzido em 2016 pela Agência Europeia do Ambiente, que identificou os desafios existentes na definição de indicadores de Economia Circular (EEA, 2016), destacando cinco dimensões fundamentais:

- Entrada de materiais;
- Ecodesign;
- Produção;
- Consumo;
- Reciclagem de resíduos.

A base insuficiente de informações disponíveis sobre a Economia Circular e o interesse das organizações em aprofundar o seu conhecimento e atuação em matéria de práticas circulares têm estimulado o desenvolvimento de diversas propostas de indicadores de Economia Circular e respectivas metodologias para os determinar. De acordo com o relatório Parthenon (2020), destacam-se três iniciativas particularmente relevantes a este nível: o desenvolvimento do Indicador de Circularidade de Materiais para produtos e empresas industriais, da responsabilidade conjunta da Fundação Ellen MacArthur e Granta Design; o desenvolvimento dos Indicadores de Transição Circular, da iniciativa do Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (World Business Council for Sustainable Development – WBCSD), visando uma metodologia harmonizada para medir, calcular e monitorizar a performance das empresas na Economia Circular; o desenvolvimento da Circulytics, da iniciativa também da Fundação Ellen MacArthur, anunciada recentemente como a ferramenta mais compreensiva de medida da circularidade disponível (PARTHENON, 2020).

---

<sup>3</sup> EY – Partheon: Organização de consultoria estratégica global. Comprometimento com a construção de valor a longo prazo para *stakeholders*.

## 2.2 Medição de Circularidade para o Plástico

De forma análoga ao aço, o plástico também é fundamental para o desenvolvimento de tecnologias e soluções hoje e para as gerações futuras. Suas aplicações diversificadas possibilitam que a indústria continue a expandir sua oferta e a incentivar as práticas

circulares. De forma a avaliar esses processos para o aço, a *World Steel Association* (2020) definiu os princípios de circularidade como os 4 R's dos processos da economia circular, conforme apresentado na Tabela 1 e adaptado para o setor plástico.

Tabela 1. Processos de Economia Circular.

4 R's	Características
Redução	Diminuir a quantidade de material, energia e outros recursos usados para produção do plástico e reduzir o peso do plástico usado nos produtos.
Reutilização	Reutilizar um objeto ou material, para sua finalidade original ou para uma semelhante, sem alteração significativa da forma física do objeto ou material.
Remanufatura	Processo de restaurar produtos plásticos usados duráveis para novas condições e vida útil, quando possível.
Reciclagem	Reciclar produtos plásticos no final de sua vida útil para criar plásticos. A reciclagem altera as propriedades do material.

Fonte: Adaptado a partir de *World Steel Association* (2022).

10

Foi conduzida uma investigação com o levantamento dos critérios aplicáveis para identificar e sugerir um conjunto de indicadores de Economia Circular para o setor do plástico. Tal levantamento baseou-se no estudo anteriormente citado e em outros regionais, que são úteis na construção de um instrumento no contexto nacional. Pode-se citar como alguns indicadores de produção e consumo de materiais plásticos:

- Contratos de produção de materiais sustentáveis;
- Taxa de geração de resíduos;
- Comércio de matérias-primas recicláveis;
- Consumo responsável;
- Ecodesign (de produtos e processos);
- Rótulos ecológicos para embalagens;
- Extensão do tempo de vida dos produtos;
- Taxa de desperdício de material plástico reutilizável.

Em relação a indicadores para a competitividade e inovação, podem ser citados:

- Investimento privado, emprego e valor agregado bruto relacionados com a EC;
- Pessoas empregadas em EC;
- Taxa de capacitação em EC;
- Taxa de utilização circular de material;
- Taxa de entrada no processo de materiais recicláveis;
- Taxa de benefício da reciclagem;
- Pegada ecológica do produto;
- Número de patentes relacionadas com a reciclagem e matérias-primas.

Este projeto visou delimitar os indicadores aos descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Indicadores para a Economia Circular no caso dos plásticos.

Indicador	R's	Nível
Redução de recursos naturais não renováveis	Redução	Macro
Redução do consumo de material plástico em embalagens	Redução	Micro
Redução do consumo de polímeros oriundos de fontes petroquímicas, por meio da renovação de fontes sustentáveis.	Redução	Meso
Reutilização de coprodutos do processo	Reutilização	Micro
Melhoria de equipamentos proporcionando economia	Remanufatura	Micro
Parceria com prefeitura e a Associação dos Recicladores	Reciclagem	Macro
Participação em projetos voltados ao empreendedorismo para o estímulo à reciclagem de materiais.	Reciclagem	Meso

## 2.3 Seleção de Indicadores

Com base nas dimensões fundamentais para análise de circularidade de plástico existente nas empresas, foram estabelecidos macro indicadores qualitativos para a elaboração do questionário. Sendo estes:

### Entrada/consumo de materiais plásticos em cada empresa

Neste indicador, o objetivo é analisar a métrica de entrada e de consumo interno de materiais plásticos por todos os setores da organização, assim como a entrada e consumo de matérias-primas plásticas durante etapas de processo de fabricação de seus produtos, se estendendo desde um insumo para objeto comercializável pela empresa até a embalagem utilizada no armazenamento deste produto. Este indicador visa verificar a proporção de perdas de materiais plásticos nos ciclos de vida do material em cada ambiente/processo específico. Conforme equação a seguir.

$$\% \text{ Perda de material plástico} = \frac{\text{Consumo total de material plástico (t)}}{\text{Entrada total de material plástico (t)}} \times 100$$

### Ecodesign e Inovação

Compreender a preocupação de cada empresa sobre a inovação em usos de materiais mais sustentáveis ou em novos designs em seus produtos, assim como uso de matérias-primas de origem renovável, para fabricação e ações voltadas à inovação de arranjos, em etapas de processo industrial, para reuso de materiais plásticos que poderiam ser descartados e serem reinseridos no processo.

### Estratégias de desenvolvimento sustentável - Capacitação

Desenvolver um conhecimento mais detalhado sobre a performance das organizações em relação à circularidade, assim como entender o que existe de deficiência quanto à temática e possível necessidade de capacitação.

### Planos de Ação – Boas Práticas

Identificar as medidas em execução para a transição do formato de economia linear para economia circular, monitorizar o progresso, auxiliando as organizações a perceber em que ponto se encontram relativamente à transição para uma Economia Circular.

### Gestão de Resíduos Plásticos

Conhecer os resíduos gerados em cada empresa, as ferramentas disponíveis para otimizar processos internos, a legislação vigente e as formas de mensurar a efetividade destas iniciativas.

### Circularidade versus Consumo – Mercado e Consumidores

Os padrões e práticas de consumo são primordiais para o aprofundamento da circularidade nas economias, além do consumidor ser o protagonista na utilização dos produtos e ter o poder de definir o seu destino no final da vida útil. Com isto, este indicador busca entender as ações das empresas quanto à sustentabilidade dos produtos/processos e o retorno por parte do consumidor.

### 3. Pesquisa Nacional de Circularidade

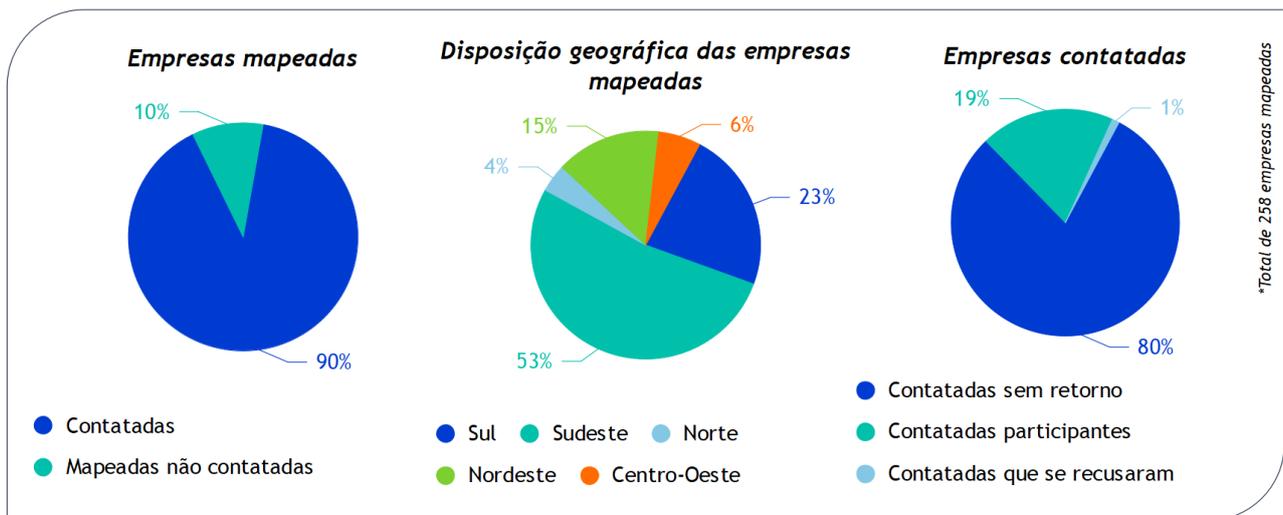
Em virtude dos apontamentos expostos anteriormente quanto aos desdobramentos da implementação da Economia Circular, este capítulo tem por finalidade identificar as boas práticas já aplicadas na cadeia do plástico, tomando por base a realidade e princípios da economia linear e circular para este setor dentre todas as empresas consultadas.

Foram mapeadas para participar desta etapa 258 empresas, das quais a proposta do projeto foi apresentada para 90% (232 empresas) dessa totalidade através de contato telefônico, e-mail ou entrevista. Destaca-se que os 10% restantes não foram contatadas

em razão de alterações recentes nas informações de contato (telefone/e-mail) ou por insucesso nas tentativas de comunicação realizadas.

Quanto à disposição geográfica das empresas mapeadas, 53% localizam-se na região Sudeste, 23% na região Sul, 15% na região Nordeste, 6% na região Centro-oeste e 4% na região Norte, em conformidade com a distribuição geográfica indicada em outros estudos (ABIPLAST, 2019; 2020). Das empresas contatadas, 19% aceitaram participar da pesquisa, 80% não retornaram o contato e 1% manifestou recusa em participar no projeto, sendo a Figura 4 um resumo do levantamento realizado.

Figura 4. Quantificação das empresas convidadas x participantes.



O resultado da qualificação das empresas participantes da pesquisa de campo é apresentado na Figura 5. Como observado na imagem, para este estudo, o grupo amostral é composto por indústrias petroquímicas (16%), indústrias transformadoras (52%), redes de varejo e serviços (18%) e gestores de resíduos (14%). Neste arranjo, há um destaque para as indústrias transformadoras por compreenderem maior alcance no segmento dos plásticos, enquanto os gestores de resíduos aparecem em menor número devido à complexidade de suas atividades no segmento (MELO, 2022; ANTENOR, 2020). No que se refere à localização geográfica, nota-se uma concentração na região sudeste que é justificável pelo

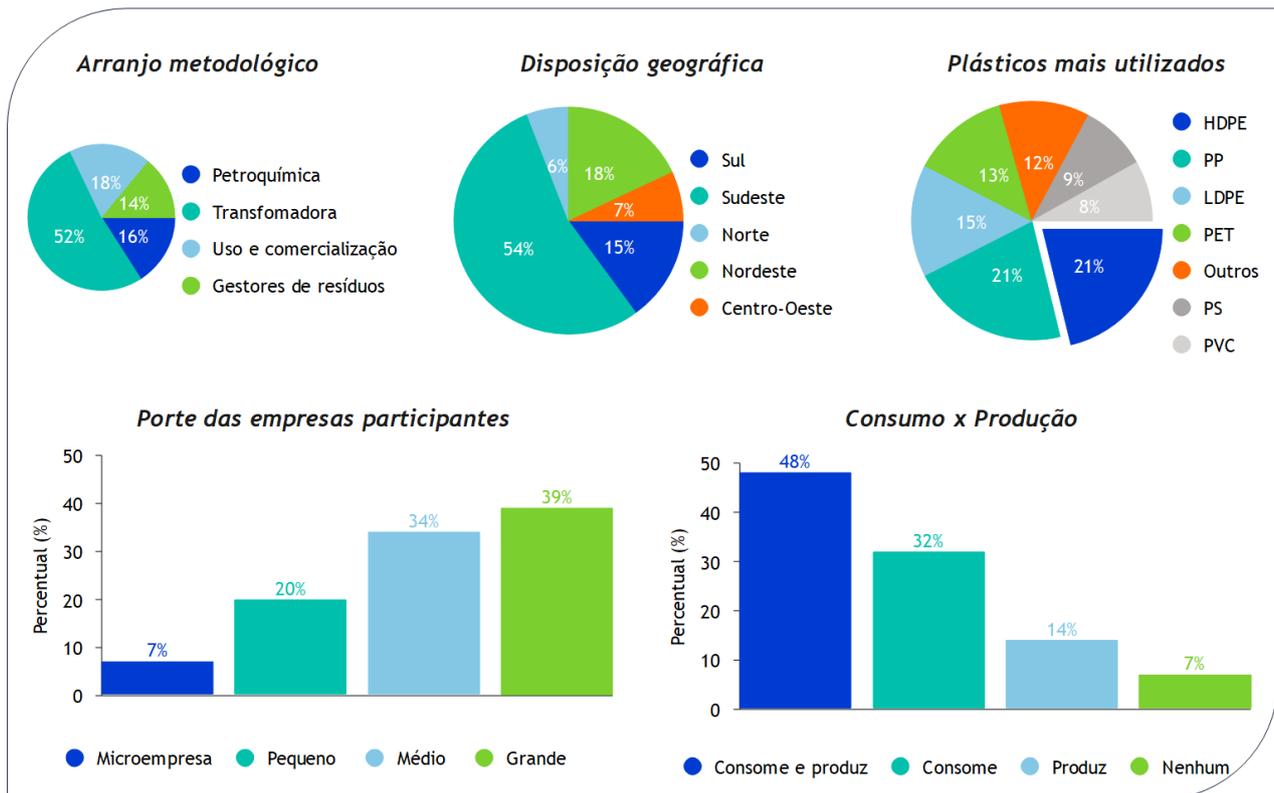
estímulo contínuo de desenvolvimento industrial, além dos incentivos fiscais existentes na região.

Em seguida as empresas entrevistadas foram convidadas a assinalar quais materiais plásticos são utilizados por elas. Com base nos resultados, fica claro que o polietileno (PE) é a matéria-prima mais utilizada, uma vez que somando-se o polietileno de alta densidade (HDPE) e o polietileno linear de baixa densidade (LDPE) totaliza-se um percentual de 36%, seguido do polipropileno (PP) empregado por 21% dos entrevistados. Os valores observados estão em conformidade proporcional com os relatórios públicos nacionais divulgados nos últimos anos (ABIPLAST, 2019, 2020).

Em função do porte das empresas entrevistadas, temos que 39% são de grande porte, 34% são de médio porte, 20% são de pequeno porte e aproximadamente 7% são microempresas, atribuindo uma distribuição ampla do grupo amostral. Também foi avaliado a relação de

produção versus consumo, em que 32% dos entrevistados responderam que consomem o material plástico, 14% produzem o material plástico e 48% disseram fazer as duas coisas.

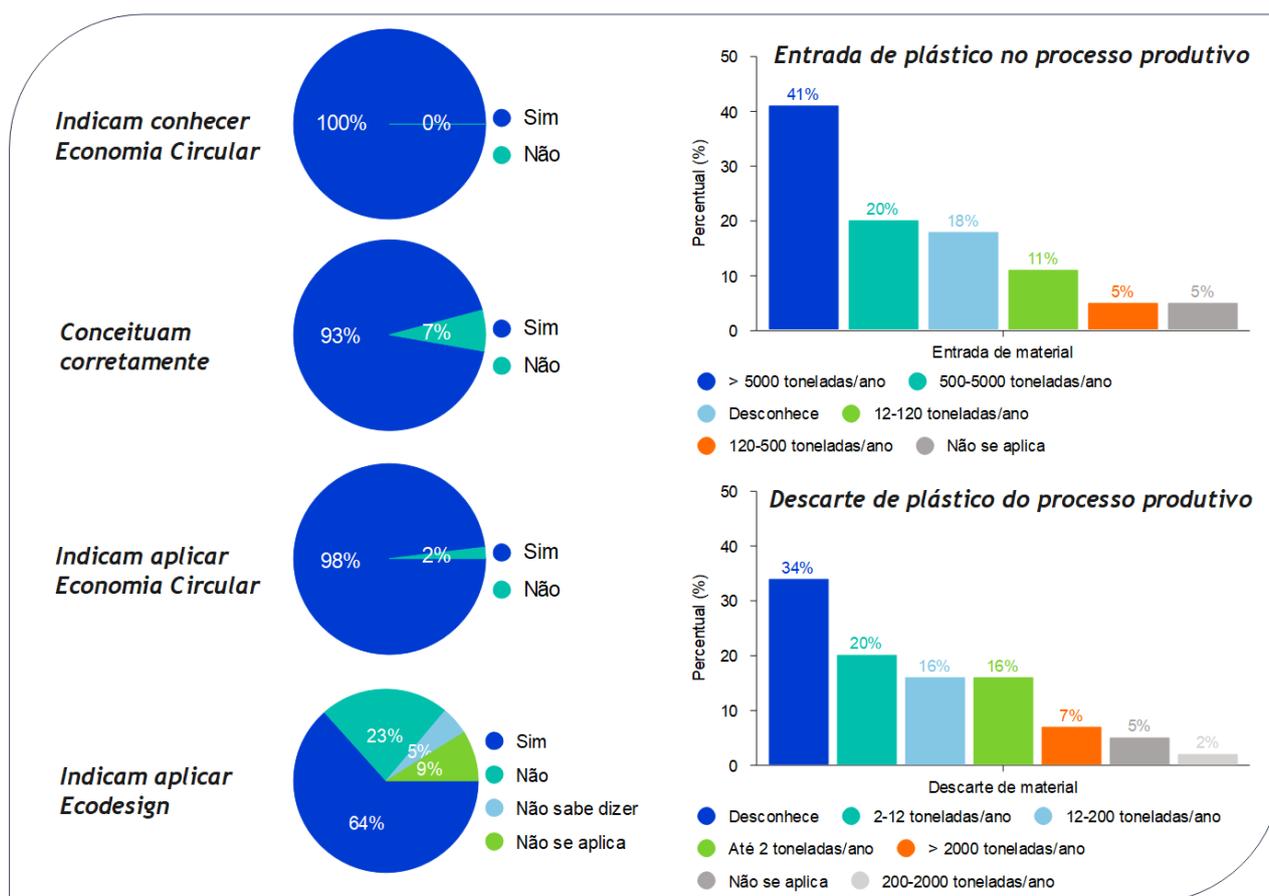
Figura 5. Qualificação das empresas participantes da pesquisa de campo.



Finalizada a etapa de qualificação, foram avaliadas as práticas globais quanto à economia circular, observadas como indicado na Figura 6. Nesse levantamento, 100% dos entrevistados aplicam a circularidade do plástico, enquanto 93% conceituaram corretamente o assunto,

indicando que o tema ainda não é totalmente claro entre os atores do segmento mas que, apesar de não caracterizado como um objetivo, é comum a prática de atividades circulares no grupo avaliado.

Figura 6. Práticas globais quanto à economia circular.



Na sequência, foi perguntado às empresas a respeito da aplicação do Ecodesign<sup>4</sup> em seus processos e/ou em seus produtos, aproximadamente 30% dos entrevistados disseram não aplicar ou não souberam responder se aplicam. Esse percentual corrobora o fato de que as empresas aplicam economia circular em suas atividades, mas ainda não conseguem vincular seus negócios ao tema ou, cumulativamente, não possuem conhecimento técnico para fazê-lo.

Considerando a quantidade de matéria-prima utilizada nas atividades desenvolvidas pelos entrevistados,

aproximadamente 41% indicaram fazer uso de mais de 5.000 toneladas de material plástico/ano. No entanto, quando perguntado a respeito da quantificação de material plástico descartado e/ou rejeitado do processo, aproximadamente 20% afirmaram eliminar quantidades superiores a 2-12 toneladas/ano e 34% dos entrevistados informaram desconhecer a quantidade de material plástico que se torna resíduo em suas atividades.

Em razão do mapeamento desenvolvido apresentar um caráter exploratório, também foram avaliadas as práticas específicas desenvolvidas pelas empresas sobre

4 O Ecodesign inclui: Seleção de materiais, componentes padronizados, produtos projetados para durabilidade, um design que facilite a separação ou reuso de produtos e materiais, e critérios de design para fabricação que considerem possíveis aplicações de coprodutos e resíduos. Fonte: Ellen MacArthur Foundation.

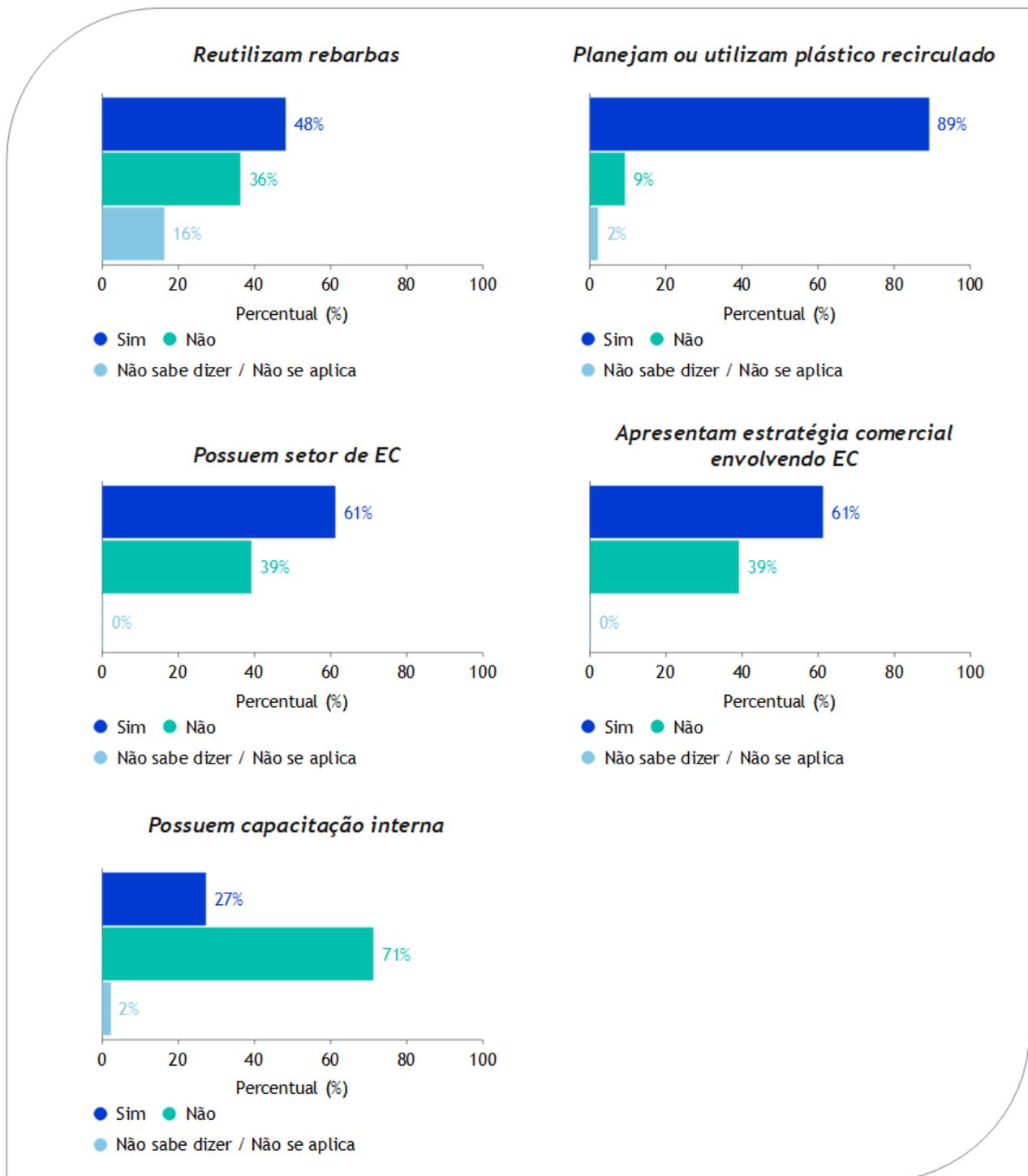
a Economia Circular e Circularidade do Plástico, como visto na Figura 7. Como o uso de matéria-prima é uma das preocupações associadas à economia circular (EC), foram consultadas as empresas quanto à reutilização de rebarbas do processo (resíduo pós-industrial) e como resultado 48% afirmaram que "SIM", que reutilizam no próprio processo. Enquanto isso, 36% disseram que "NÃO" reutilizam e 16% "NÃO SOUBERAM INFORMAR". Vale destacar que em alguns processos de produção a reutilização de materiais plásticos não é permitida devido aplicação final e/ou legislação para o segmento. Já a respeito da utilização de plásticos reciclados, 89% afirmaram utilizar, enquanto 9% informaram que não

fazem uso e 2% dos entrevistados declarou não saber dizer ou não se aplica o uso em suas atividades.

Em seguida, as empresas foram solicitadas a informar se possuíam um setor ou até mesmo um funcionário dedicado à economia circular, 61% disseram que "SIM" e 39% disseram que "NÃO". Além disso, foram consultados a respeito da estratégia comercial da empresa envolver EC de alguma maneira e se poderiam descrevê-la brevemente. Cerca de 61% responderam que "SIM", possuíam conformidade com os conceitos técnico-científicos, porém 39% disseram não incluir EC em sua estratégia comercial.



Figura 7. Práticas específicas de Economia Circular.



Quando perguntados a respeito da existência de algum tipo de capacitação interna na qual a economia circular fosse abordada, apenas 27% dos entrevistados afirmaram dispor de atividades educacionais. Aproximadamente 70% dos entrevistados não indicaram ter qualquer tipo de capacitação sobre o tema, mesmo

ênfaticamente que o conhecimento é a chave para novos avanços e descobertas, por isso foram avaliados alguns fatores envolvendo planos de ação e parcerias, conforme apresentado na Figura 8.

O primeiro questionamento foi a respeito da existência de parceiros de economia circular, em que 78% dos

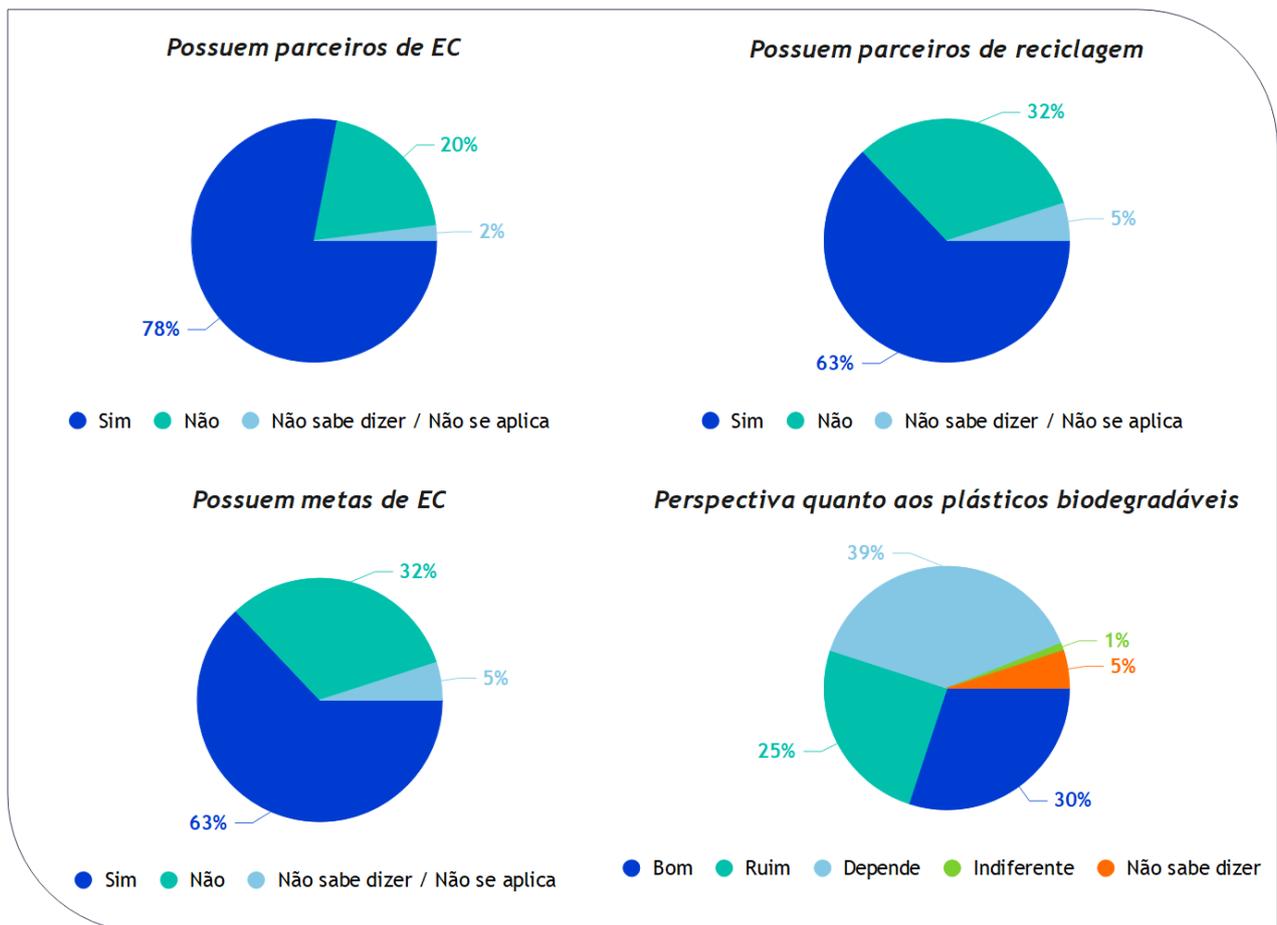
entrevistados afirmaram possuir. Depois, foi perguntado quanto à existência de parcerias com associações ou cooperativas de reciclagem, sendo que 63% indicaram ter esses parceiros, enquanto 32% não possuíam e 5% não souberam responder ou não se aplica a suas atividades.

Assim sendo, como forma de avaliar os planos de ação, os entrevistados foram consultados quanto à existência de metas mensuráveis de EC nas atividades desempenhadas e 63% especificaram os dados e objetivos a serem alcançados pela organização.

Quanto à percepção dos entrevistados em relação aos plásticos biodegradáveis, 30% indicaram que é "BOM", 25% o consideraram "RUIM", 39% informaram que

"DEPENDE", 5% não souberam informar e 1% declarou ser indiferente ao uso. Isso em razão dos plásticos biodegradáveis serem oriundos de fontes naturais ou sintéticas, apresentando processo de decomposição biológica (biodegradação) permanecendo por menos tempo no meio ambiente. Neste processo químico, o material plástico é transformado em água, dióxido de carbono e biomassa pela ação de micro-organismos, sendo assim, sua destinação incorreta pode ser tão nociva ao meio ambiente quanto os plásticos convencionais, uma vez que para o descarte apropriado se faz necessário sua coleta e encaminhamento para uma usina de compostagem (FRANCHETTI, 2006; NASCIMENTO, 2022).

**Figura 8. Planos de ação e boas práticas.**

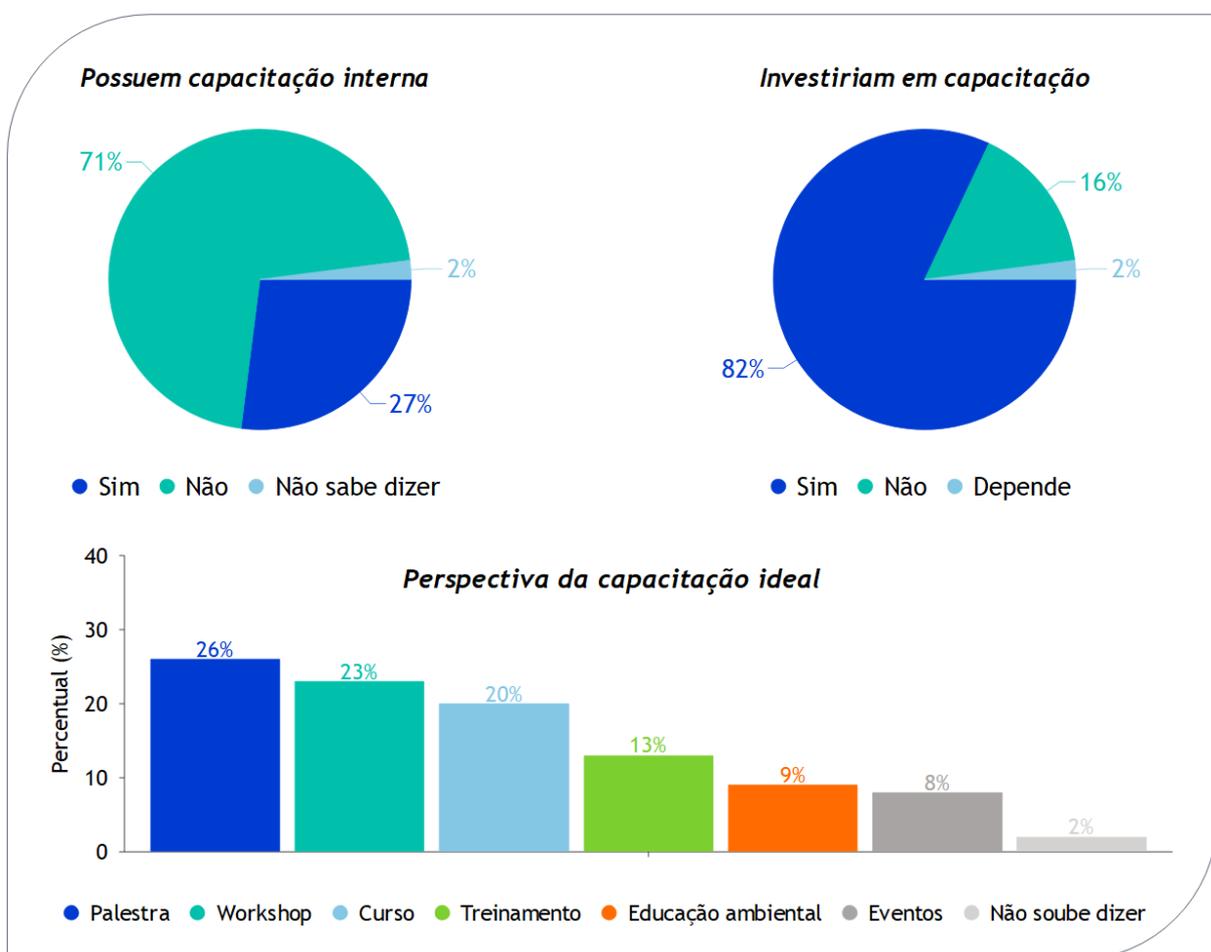


Considerando o conhecimento técnico como o principal caminho estratégico para promover a transição da economia linear para a EC, foram avaliados fatores educacionais, exibidos na Figura 9. Como já informado anteriormente, 69% dos entrevistados não possuem capacitação interna, no entanto, 82% afirmaram que investiriam no acesso à informação técnica para seus funcionários.

A partir da perspectiva dos participantes, a capacitação ideal seria através de palestras (26%) e workshops (23%), uma vez que promovem a disseminação do

conhecimento e a possibilidade de networking em um curto espaço de tempo; na sequência as capacitações mais citadas foram os cursos (19%), os treinamentos (13%), a educação ambiental (9%) e os eventos (8%). Somente 2% dos entrevistados não souberam informar o que seria ideal para a qualificação interna. De modo geral, é observado que a escolha se restringe a modalidades de ensino de curto a médio prazo, a fim de se atender prontamente a demanda por conhecimento sobre o tema que os segmentos apresentam atualmente.

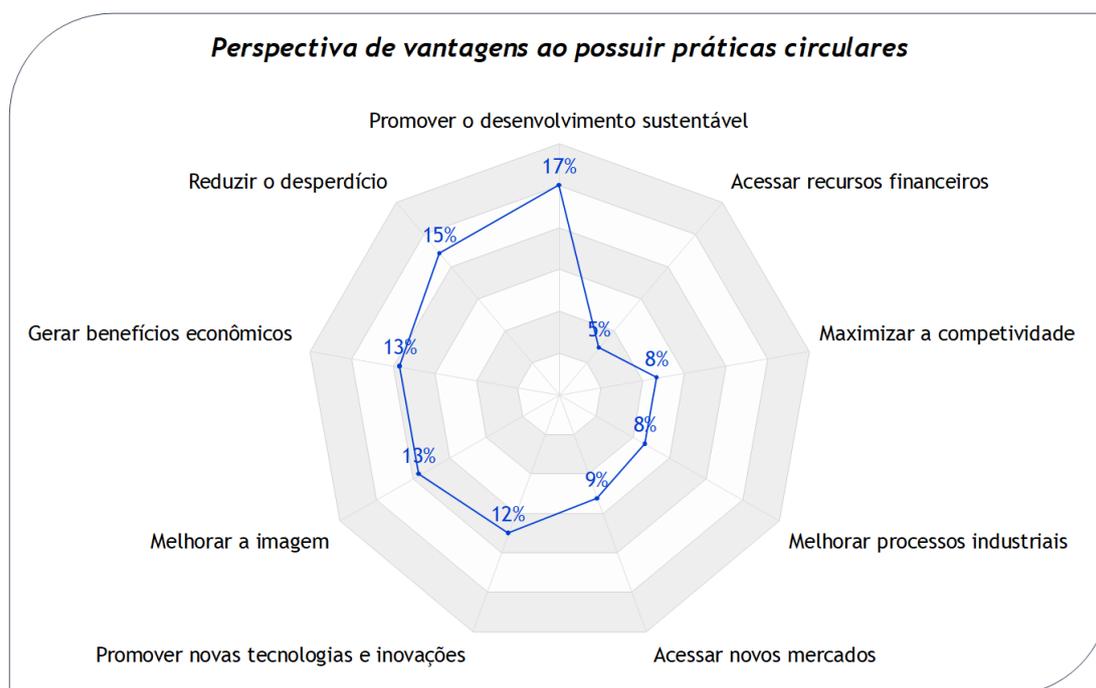
**Figura 9. Perspectiva da capacitação interna.**



Para o entendimento das principais vantagens da aplicação da EC no entendimento das empresas, os participantes foram perguntados: "Qual a principal vantagem de possuir práticas circulares no seu negócio?", o radar com os resultados obtidos é apresentado na Figura 10. Das vantagens de possuir essas práticas, a promoção de desenvolvimento

sustentável foi a mais recorrente entre as respostas, sendo assinalada por aproximadamente 20% das empresas respondentes. Em segundo lugar, com 15%, vem a redução do desperdício e, em terceiro lugar, empatados com 13% tem-se a geração de benefícios econômicos e o melhoramento da imagem e/ou marca da empresa.

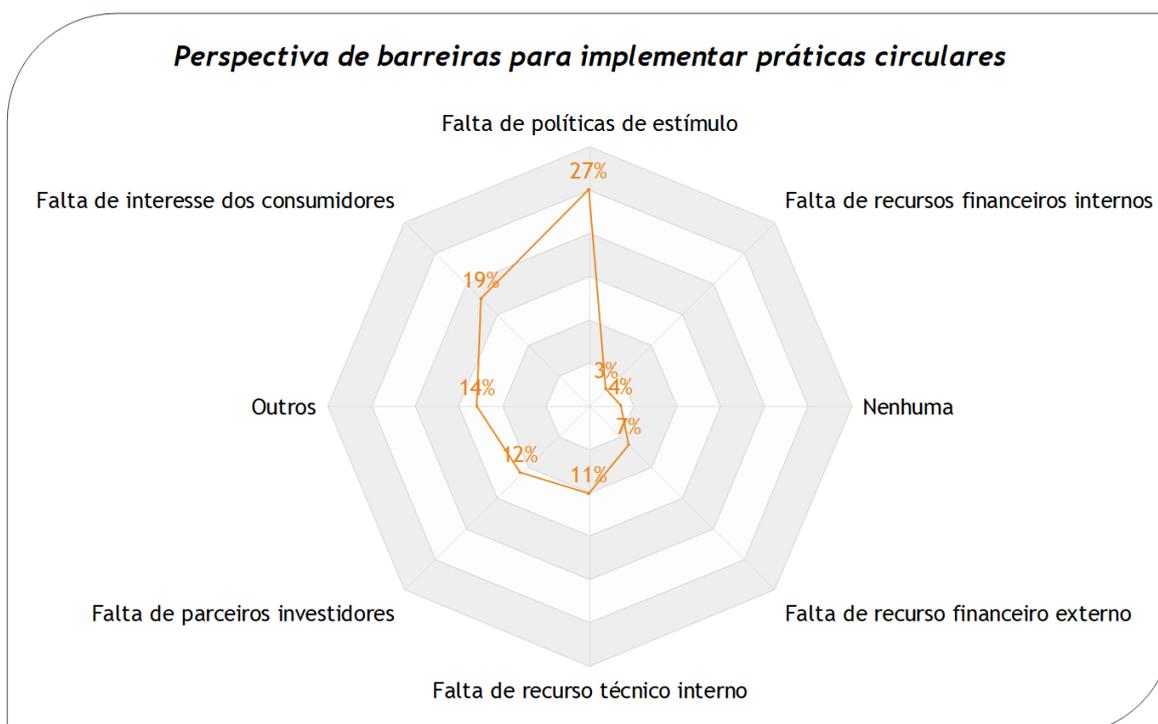
Figura 10. Vantagens da implementação da economia circular.



O mesmo modelo foi conduzido para avaliação das barreiras para implementação da EC, Figura 11, em que se perguntou às empresas participantes "Qual a principal barreira para implementar práticas circulares

no seu negócio?", 27% indicaram a falta de políticas de estímulo como principal barreira, seguido da falta de interesse dos consumidores com 19% e outros motivos com 14%.

Figura 11. Barreiras para implementação da economia circular.



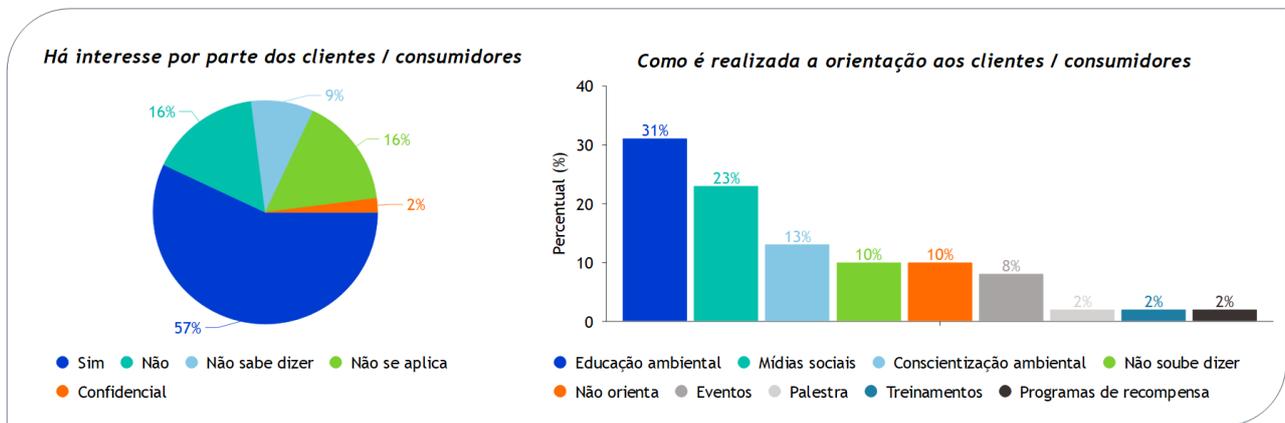
Considerando que a promoção de um desenvolvimento mais sustentável de seus produtos e/ou processos foi a vantagem mais assinalada e a falta de políticas de estímulo foi indicada como principal barreira, é possível perceber uma preocupação no comportamento das empresas quanto a inclusão de práticas de EC.

Ainda assim, sabe-se que as estratégias para acelerar essa transição para uma economia mais circular dos plásticos não depende somente dos atores do segmento, mas também dos clientes e consumidores, para que o Brasil alcance resultados satisfatórios. Desta forma, a cooperação entre as empresas do segmento e

os clientes também foi avaliado.

Como observado nos resultados da Figura 12, o interesse por parte dos clientes é indicado por 57% dos entrevistados e, quando consultados a respeito de como é realizada a orientação dos clientes quanto a EC, 31% afirmaram investir em educação ambiental desde a base educacional estudantil (escolas, institutos, entre outros), 23% sinalizaram a realização de campanhas educacionais e marketing em mídias sociais, enquanto aproximadamente 10% dos entrevistados responderam não realizar orientação.

**Figura 12. Cooperação entre as empresas do segmento dos plásticos e os clientes e/ou consumidores.**



Os resultados obtidos são um reflexo de que os incentivos educacionais, PD&I e consultorias realizadas por parte dos atores do segmento já tem influenciado os consumidores e clientes quanto as práticas relacionadas a EC, trazendo uma conscientização dos clientes por

parte das empresas participantes desse projeto. Todavia, ainda assim há uma certa resistência ao uso de produtos reciclados por parte do público em geral, o que justifica a importância de mais investimentos em ações educacionais, científicas e consultorias.

## 4. Circularidade e Modelos de Negócio

Inovações e iniciativas circulares de alto valor econômico, ecológico e social, durante o ciclo de vida dos materiais plásticos, são os pilares fundamentais dos modelos de negócio envolvendo a temática da circularidade.

A representação do arranjo de uma cadeia de valor para um dado produto ou serviço possibilita a identificação dos atores relevantes no negócio, o reconhecimento das lacunas onde há perda de valor econômico e/ou ecológico, assim como a identificação de oportunidades e incrementos de valor, com eficiência de recursos, por toda a extensão da cadeia do plástico (BAKKER, 2019).

Em razão disso, estratégias circulares podem ser utilizadas de modo que potencializem a criação e manutenção do valor agregado de um determinado produto ou serviço por meio da extensão de sua vida útil e, até mesmo, fortalecendo as relações emocionais com o consumidor. Essa cooperação cruzada entre os atores relevantes da cadeia propicia o (re)design de produtos, processos, serviços e modelos de negócio, adequando e viabilizando essa transição da linearidade para circularidade e, assim, a redução dos impactos econômicos e ecológicos. A Figura 13 apresenta a visão linear versus circular analisando todos os atores de destaque.

Ao se confrontar uma mente linear e uma mente circular, é possível observar que há abordagens diferentes para problemas comuns. No caso de um pensamento de escopo, a mente linear opta por focar somente nos seus processos, sem pensar na possibilidade de atuar em um ecossistema e viabilizar que o resíduo de uma indústria seja a matéria prima da outra. Ou ainda, que uma dificuldade de uma empresa pode ser a oportunidade de outras empresas neste segmento e que uma solução sinérgica poderia reduzir a sobra de matéria prima,

diminuir o desperdício, otimizar transporte, dentre outras estratégias.

Avançando para a perspectiva das premissas, a mente linear focará somente na sua eficiência, o que poderá acarretar resultados mais rápidos, mas que talvez não sejam efetivos na solução do problema ou não agreguem todo o valor possível à cadeia downstream.

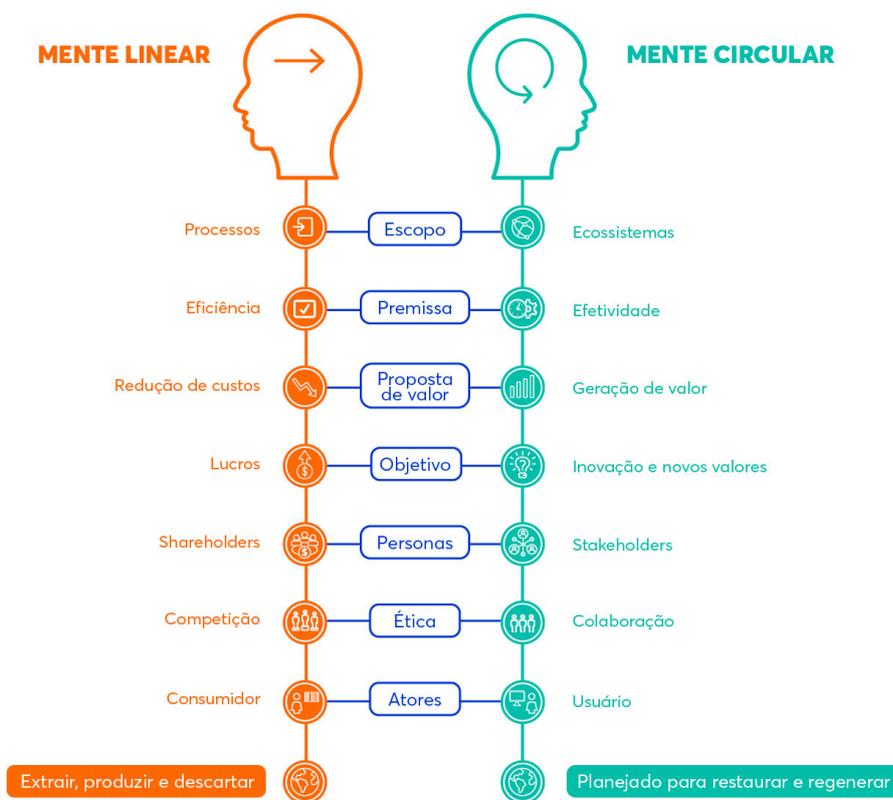
Avaliar a proposta de valor com foco em redução de custos é uma estratégia comum da economia linear. Entretanto, ela gera externalidades negativas por não observar o sistema como um todo. Já em uma economia circular, a proposta de valor considera o valor agregado nos recursos e valoriza por conservá-los no mais alto nível e por mais tempo.

Em observância aos objetivos na Economia Circular, a experiência e o acesso à função necessária são mais importantes do que a propriedade do produto. Isso permite que as empresas se aproximem mais de seus clientes e aumentem a fidelização (CNI, 2018).

Ao identificar as personas envolvidas, é preciso levar em consideração não somente os *shareholders*, mas também avaliar os *stakeholders* de toda a cadeia de produção e consumo. Além dos acionistas, outras partes interessadas no negócio como sociedade, clientes e fornecedores devem ser ouvidas, tendo um papel fundamental na construção do valor em um processo Circular. Estes somam valor e qualidade aos produtos, incluem as cadeias reversas e possuem informações importantes para o design de produtos inovadores e circulares.

Ao se examinar a percepção ética em uma Economia Circular a colaboração é mais importante do que a competição, já que esta prioriza um negócio em comparativo dos demais.

Figura 13. Destaques importantes da visão linear versus circular (Imagem baseada no diagrama da CNI, 2018).



Ícones adaptados de Therounproject.com

A fim de exemplificar a aplicação de modelos de negócio circular, foi escolhida uma problemática onde há perda de valor para cada grupo de atuação da cadeia do plástico, como apresentado na Figura 14.

Por exemplo, ao explorarmos as lacunas em indústrias petroquímicas, temos como indicativo de perda de valor a geração de resíduos que, muitas vezes, possuem alto grau de toxicidade. Uma das estratégias circulares que envolvem a retenção de valor é a minimização em termos de volume ou toxicidade do rejeito produzido. O mesmo princípio pode ser aplicado no caso das transformadoras, onde o desafio é o reaproveitamento dos resíduos pré e/ou pós consumo, suscitando a recuperação do valor do material que está sendo inutilizado (FIRJAN 2022).

Para as redes de varejo e serviço tem-se que a recuperação e a destinação dos materiais são os pontos mais sensíveis da cadeia de valor, considerado como epicentro da problemática o descarte irregular

do plástico ao invés de permitir a obtenção de um ciclo fechado.

A durabilidade, capacidade de reuso e o compartilhamento do produto tornam-se direcionadores diretos de receita e redução de custos para o modelo de negócio circular. É mais interessante para a organização que o artefato físico comercializado tenha a sua vida útil estendida e que ela permita o retorno do produto ao fim do uso através da logística reversa, permitindo que ela possa construir o seu negócio através de uma alavanca de qualidade ao invés de atuar somente com quantidade. Esses fatores passam a ser determinantes para uma maior lucratividade do negócio, resultando também em um relacionamento mais próximo com o cliente que passa a dar preferência aos novos atributos da solução contratada e à formação de sistemas circulares, com menor consumo de recursos e focados no desempenho (CNI, 2018).

Figura 14. Aplicação de modelos de negócio circular na cadeia de valor do plástico.



O que viabilizaria a resolução da problemática dos gestores de resíduos é escalonar a produção de matéria-prima reciclável dentro das especificações técnicas, agregando, desta maneira, valor ao produto que estaria sendo inutilizado e beneficiado por este último elo da cadeia. Essa parceria cruzada dos atores na geração e manutenção do valor agregado depois do primeiro uso traria a todos benefícios como a geração de um produto sustentável, o (re)design de um produto existente, a melhoria na imagem e reputação da empresa e,

principalmente, no relacionamento com o cliente de modo a conscientizá-los quanto a responsabilidade ambiental (FIRJAN, 2022).

Transitar para um modelo de Negócio Circular é uma decisão estratégica, que impacta não somente as atividades da organização, mas também de sua cadeia de valor. Essa compreensão permite a empresa entender ou mesmo redefinir seu papel junto às demais organizações (CNI, 2018).

## 5. Roadmap de Soluções

Com base na pesquisa de campo realizada foram mencionadas algumas opções de estratégias para implantação da Economia Circular. Pode-se verificar que dentre as opções sugeridas, o campo amostral entrevistado não mencionou novas ideias, somente agregou informações dentre as citadas. As estratégias mencionadas foram:

- Design e Eco-concepção;
- Produção Limpa/ Eco-eficiência;
- Novos Modelos de Negócio;
- Extensão do Ciclo de Vida;
- Valorização de coprodutos ou resíduos;
- Simbioses Industriais;
- Sensibilização e envolvimento social.

Dentre as estratégias mencionadas, alguns *stakeholders* se mostram necessários para implementação da economia circular com maior êxito, tais como:

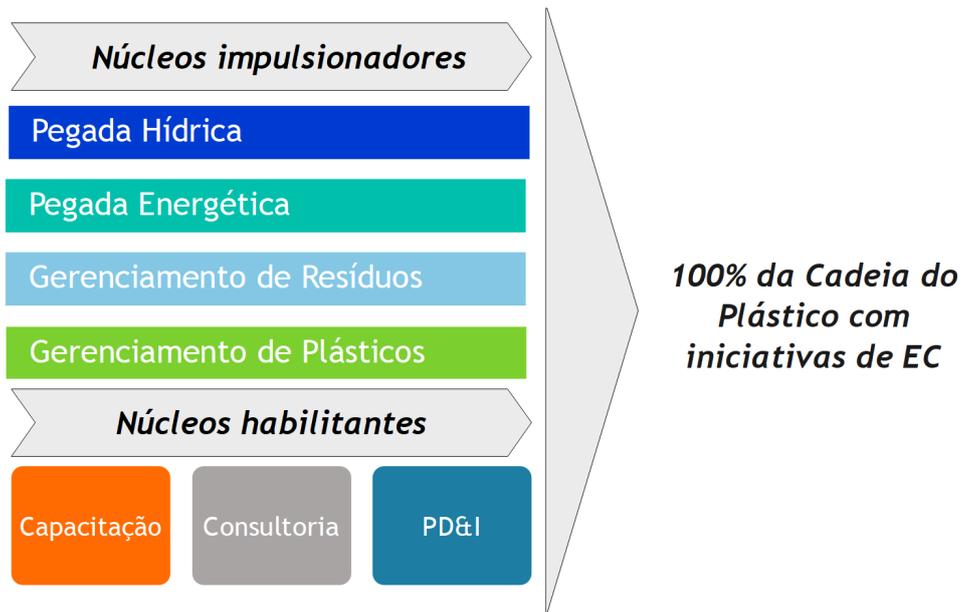
- Petroquímicas produtoras de polímeros plásticos;
- Indústrias produtoras de embalagens plásticas secundárias para o mercado B2C (*business to customer*), ou seja, "empresa para consumidor";
- Indústrias produtoras de embalagens plásticas primárias para o mercado B2B (*business to business*), ou seja, "empresa para empresa";
- Fabricantes e empresas de logísticas usuárias de embalagens secundárias (B2C);
- Empresas e sindicatos de gestores de resíduos plásticos;
- Empresas de recicladores de plástico;

- Agências e Comitês responsáveis por Normas Reguladoras;
- Governo, através da criação de normas nas três esferas públicas;
- Alianças Tecnológicas e para troca de conhecimento;
- Organizações que representam os consumidores;
- Empreendedores e investidores;
- Empresas de marketing responsáveis pela divulgação das estratégias.

O desenvolvimento de modelos de negócios circulares impulsiona o desenvolvimento de benefícios ambientais, sociais e econômicos para a sociedade. No entanto, é pertinente afirmar que exigirá decisões difíceis, investimentos significativos e comprometimento das organizações como um todo. Para impactar em apenas alguns anos o que de maneira natural seriam mudanças geracionais no mercado, este *Roadmap* propõe a execução das principais ações afim de promover a aceleração e perenidade das soluções.

A estrutura deste *Roadmap* é composta por um objetivo estratégico que foi construído através dos atores do arranjo metodológico, de quatro núcleos impulsionadores que operam como plataformas de atuação e de três núcleos de habilitantes que operam como estratégias para o alcance do objetivo. De maneira consensual entre as empresas participantes do Agenda.Tech, o *Roadmap* prevê que, até 2030, 100% das empresas da Cadeia do Plástico possuam ao menos uma iniciativa circular em cada um dos núcleos impulsionadores.

Figura 15. Visão estratégica do Roadmap de soluções.



Os núcleos impulsionadores são as grandes áreas nas quais as iniciativas circulares se apoiam para serem desenvolvidas pelas empresas. Foram propostos pelos membros da Aliança Agenda.Tech quatro eixos principais para serem explorados: Pegada Hídrica, Pegada Energética, Gerenciamento de Resíduos e Gerenciamento de Plásticos. Os dois últimos eixos diferem-se pela especificidade: em gerenciamento de resíduos trataremos a temática de maneira genérica, com ênfase em soluções aplicáveis à várias tipologias de resíduos; já o gerenciamento de plásticos abordará unicamente as soluções circulares de polímeros plásticos, foco desse estudo.

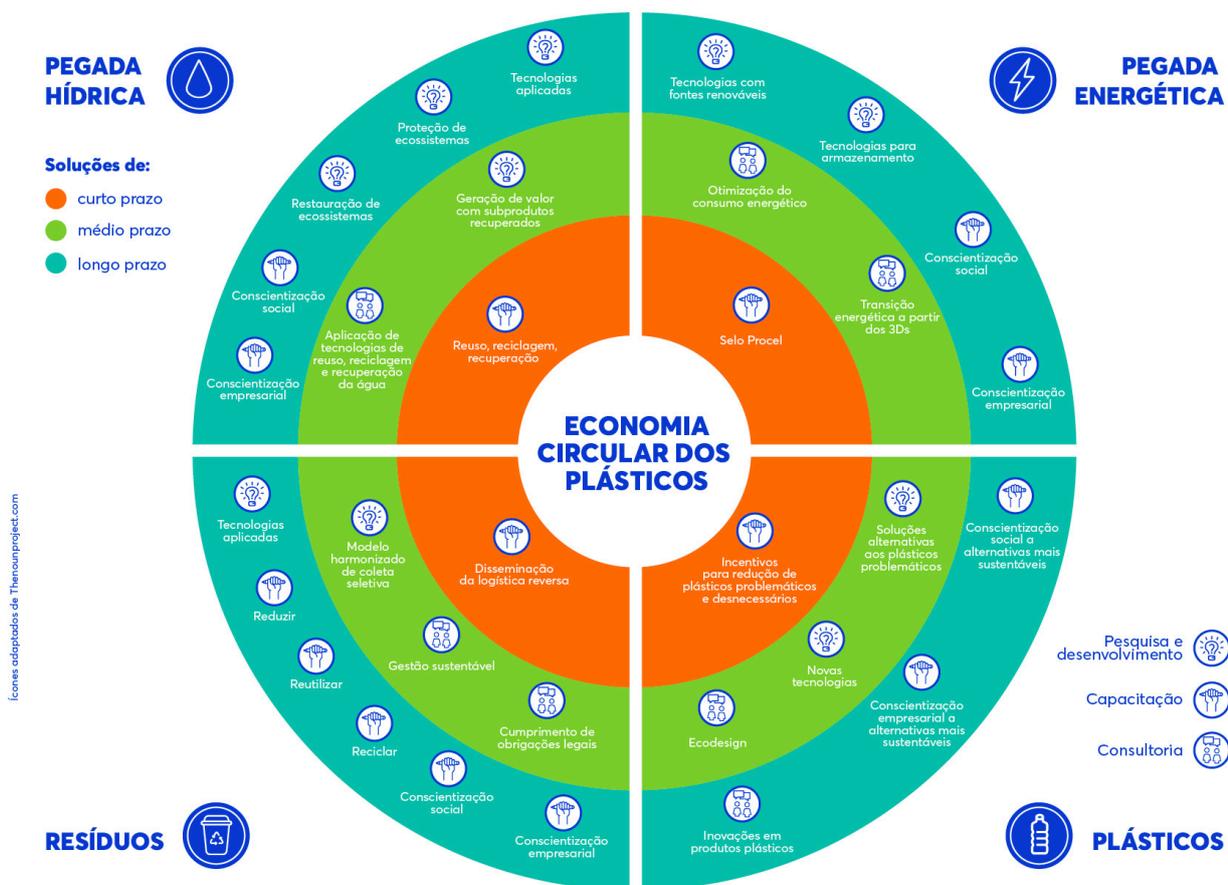
Os núcleos habilitantes foram divididos em três grupos: Capacitação, Consultoria e Pesquisa, Desenvolvimento e

Inovação (PD&I) sendo considerados como os principais facilitadores para a conquista da meta direcionadora.

O Roadmap também sugere, com base no consenso entre as empresas participantes do Agenda.Tech, a priorização das soluções segregando-as em estratégias de curto, médio e longo prazo.

Os núcleos impulsionadores desdobram-se em soluções que foram definidas com a finalidade de maximizar, incorporar e promover a sinergia entre as complexas relações das questões econômicas, sociais e ambientais. A seguir é apresentado o Roadmap para cada um dos eixos impulsionadores separados por temporalidade, classificados pelos núcleos habilitantes e desdobrados nas soluções propostas por este estudo.

Figura 16. Roadmap de Soluções.



Nas tabelas subsequentes são apresentados os desafios associados a cada uma das soluções desejadas, o arranjo metodológico ou setor industrial em que elas atuam, o núcleo habilitante, as iniciativas aplicadas e o ano de

término da aplicação das soluções previstas. Foi utilizada a Tabela 3 para representar os ícones utilizados nas planilhas subsequentes.

Tabela 3. Legenda de ícones utilizados no Roadmap.

Descrição	Ícone
Petroquímica	
Transformadoras	
Comercialização e uso	
Gestores de Resíduos	
Pesquisa e desenvolvimento	
Consultoria	
Capacitação	

## Pegada Hídrica

Desafios associados	Arranjo metodológico	Núcleo habilitante	Iniciativas	2024	2026	2028	2030
Conscientização social e da cadeia de valor			Ampliar e disseminar a inserção do tema Pegada Hídrica na estratégia de negócios da empresa/organização.	X			
			Campanhas de conscientização da necessidade de reduzir, reutilizar e reciclar a água dentro da organização/empresa.	X			
			Incentivar projetos compartilhados em prol da água.	X	X		
			Promover o engajamento da cadeia de valor.	X	X	X	X
			Contribuir com tecnologias, conhecimentos, processos e recursos humano envolvendo a Pegada Hídrica.	X	X	X	X
			Campanhas de conscientização do cidadão quanto a economia circular da água em áreas sujeitas a extrema escassez hídrica.	X	X	X	X
			Campanhas de conscientização do cidadão quanto a economia circular da água.	X	X	X	X
			Campanhas de conscientização do cidadão quanto a confiança na qualidade da água resultante de efluentes tratados tecnologicamente.	X	X	X	X
			Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.	X	X		
Redução da necessidade de captação do recurso água			Aproveitamento de água pluvial.	X			
			Dessalinização.	X	X		
			Dispensador de poeira.	X	X		
			Uso de fontes alternativas.	X	X	X	
Prevenção de danos resultantes da escassez de recursos naturais			Ultrafiltração, microfiltração, nanofiltração e/ou osmose reversa.	X	X		
			Elevar a proporção do fluxo de água residual industrial tratada de forma segura.	X	X	X	
			Desenvolvimento de soluções para contaminação hídrica, inclusive para micro contaminantes <sup>5</sup> .	X	X	X	
			Manutenção de nascentes e recursos de água com a redução da poluição na fonte de captação.	X	X	X	
			Proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos.	X	X	X	X

Desafios associados	Arranjo metodológico	Núcleo habilitante	Iniciativas	2024	2026	2028	2030
Redução da perda de água			Detector de perda de água.	X			
			Hidrômetro para segmentação de consumo.	X	X		
Custos para purificação da água			Processos físico e/ou químicos de reuso <sup>5</sup> .	X	X		
			Processos físico-químicos de reciclagem <sup>6</sup> .	X	X		
			Processos físico-químicos de recuperação <sup>7</sup> .	X	X	X	
			Processos de restauração <sup>8</sup> .	X	X	X	
Geração de valor ao investir na Pegada Hídrica			Utilização de coprodutos recuperados do processo que antes seriam descartados junto aos efluentes das indústrias.	X	X		
			Venda de coprodutos recuperados do processo que antes seriam descartados junto aos efluentes das indústrias.	X	X		
			Mitigar os riscos da água para a empresa / organização / negócio.	X			
Ganhos de eficiência			Mapear e monitorar o uso da água.	X	X	X	
			Manutenção e/ou substituição dos equipamentos para redução do consumo de água.	X	X		
			Gerar recirculação interna da água.	X	X	X	X

Fonte: Adaptado de ONU-BRASIL, 2022; PNRH, 2022; CEDBS, 2018.

5 Micro contaminantes: Micro plásticos, agrotóxicos, desreguladores endócrinos, hormônios, antibióticos, entre outros.

6 Processos físico-químicos de reuso: Adsorção em carvão ativado, aplicações baseadas em ultravioleta (UV), aproveitamento de condensados do processo, coagulação, dióxido de cloro, eletrodeionização, evaporação e cristalização, filtração de areia, floculação, flotação por ar dissolvido, microfiltração, nanofiltração, neutralização e precipitação, osmose reversa, processo avançado de oxidação química, processo de separação por membranas, separador de fases, torres de resfriamento sem químicos, tratamento biológico aeróbico e anaeróbico, tratamento de ozônio, zonas úmidas artificiais.

7 Processos físico-químicos de reciclagem: Adsorção em carvão ativado, aplicações baseadas em ultravioleta (UV), dessalinização, eletrodeionização, filtração de areia, microfiltração, nanofiltração, osmose reversa, processo avançado de oxidação química, tratamento de ozônio, troca iônica, ultrafiltração.

8 Processos físico-químicos de recuperação: Biodigestor, evaporação e cristalização, membrana eletrolítica de polímero (PEM), processos de separação por membranas, troca iônica, ultrafiltração.

9 Processos de restauração: *Aquifer storage and recovery* (ASR), *artificial recharge* (AR), reflorestamento.

## Pegada Energética

Desafios associados	Arranjo metodológico	Núcleo habilitante	Iniciativas	2024	2026	2028	2030
Otimização do consumo energético			Adequação das instalações para reduzir o consumo energético, como por exemplo uso de entradas de luz natural e ventilação.	X	X		
			Redução do uso de energia não renovável.	X	X		
			Revisão elétrica generalizada para avaliar equilíbrio de cargas.	X			
			Revisão elétrica generalizada para avaliar perdas de energia.	X			
			Manter uma rotina de manutenções preventivas nos equipamentos.	X			
Transição energética caracterizada pelos movimentos de descarbonização, digitalização e descentralização (3Ds)			Definição de metas de redução baseada nos 3Ds.	X			
			Utilização do Green IT – ou TI Verde – que consiste na utilização da tecnologia com o menor impacto possível no meio ambiente, para reduzir o consumo de energia das empresas.	X	X		
Captação de recursos energéticos			Uso de fontes de energia alternativas e/ou renováveis <sup>10</sup> .	X			
			Otimização de tecnologias de armazenamento de energia devido a intermitência das fontes renováveis.	X	X	X	
			Aperfeiçoamento de tecnologias de utilização de gás natural (GN) como fonte de energia e matéria-prima.	X	X	X	
Conscientização, capacitação e entendimento dos benefícios por parte dos empresários, gestores e equipe			Campanhas de conscientização da necessidade da economia de energia dentro da organização/empresa.	X	X	X	X
			Utilização de equipamentos com consumo de energia A – Selo Procel (Programa de Conservação de Energia Elétrica) do Inmetro.	X			
Campanhas de conscientização do cidadão quanto a economia circular da energia			Campanhas de conscientização do cidadão quanto a economia de energia.	X	X	X	X

Fonte: Adaptado de CEBDS, 2016; ONU-BRASIL, 2020, 2022;

10 Fontes de energia: Geotérmica, fotovoltaicas, eólica, solar concentrada e oriundas da biomassa.

## Gerenciamento de Resíduos

Desafios associados	Arranjo metodológico	Núcleo habilitante	Iniciativas	2024	2026	2028	2030
Aumentar a coleta de material pós-consumo no geral adequado para reciclagem			Difundir a logística verde.	X	X		
			Disseminar a logística reversa dentro da empresa/organização.	X			
			Desenvolver alternativas para assegurar a logística reversa pós-consumo.	X	X	X	
			Viabilizar de forma técnica e econômica novos tratamentos de chorume, evitando a contaminação.	X	X		
			Aplicar novas tecnologias de tratamento de resíduos coletivos e individuais.	X	X	X	
			Disseminar a coleta seletiva.	X			
			Elaborar e implementar um sistema de informação harmonizado para as informações sobre a presença de substâncias que suscitam preocupações.	X	X		
			Elaborar e implementar um modelo harmonizado de coleta seletiva de resíduos para promover o recolhimento seletivo.	X			
			Elaborar e implementar metodologias para acompanhar e minimizar a presença de substâncias que suscitam preocupações nos materiais reciclados e nos objetos produzidos com estes materiais.	X			
			Garantir a rastreabilidade e a procedência sustentável de 100% das matérias-primas críticas.	X	X	X	
			Incentivar e apoiar o desenvolvimento de práticas internas e em seus fornecedores, visando à recuperação dos materiais e aumentando o ciclo de vida dos produtos.	X	X		
Geração de valor ao investir no gerenciamento de resíduos sólidos			Ecloração de novas formas de consumo <sup>11</sup> .	X	X		
			Expansão da exploração de energia para biomassa.	X	X		
			Mapeamento de rotas e tecnologias para reciclagem.	X			
			Metas para redução de resíduos de fluxos específicos e outras medidas sobre prevenção de resíduos.	X			
			Garantir valorização dos resíduos industriais e seu retorno preferencial para cada cadeia produtiva.	X			
			Alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos materiais.	X	X		
			Recuperação de 100% dos resíduos operativos (sucata operativa) e o aumento do reaproveitamento dos resíduos gerados por suas empresas parceiras.	X	X		
			As empresas contratadas devem cumprir todas as obrigações legais relativas à gestão de resíduos, cientes de que as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente estão sujeitas a sanções.	X	X		
			Gerar incentivos para empresas ao uso de embalagens e embalagem com material reciclado.	X			

Desafios associados	Arranjo metodológico	Núcleo habilitante	Iniciativas	2024	2026	2028	2030
Campanhas de conscientização do cidadão quanto a economia circular dos resíduos sólidos		  	Comunicar a pegada socioambiental de 100% dos produtos de forma transparente, criando ferramentas para que os consumidores possam compreender e atuar para reduzir o impacto de suas decisões de consumo e descarte.	X	X	X	
	   	  	Campanhas de conscientização da necessidade de reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos sólidos dentro da organização/empresa.	X	X	X	X
	   	  	Campanhas de conscientização do cidadão quanto a importância do gerenciamento e destinação dos resíduos sólidos.	X	X	X	X
	   	  	Incentivar as empresas/organizações a adotar práticas sustentáveis e a integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios.	X			
	  	 	Incentivar a sociedade a reduzir a geração de resíduos por meio de práticas de prevenção, redução, reciclagem e reuso	X	X	X	X

Fonte: Adaptado de ONU-BRASIL, 2022; SNIS, 2021; PNRS, 2010.

## Plásticos

Desafios associados	Arranjo metodológico	Núcleo habilitante	Iniciativas	2024	2026	2028	2030
Criar, melhorar e aumentar infraestrutura de segregação e recuperação de plásticos	   	  	Identificar e divulgar plásticos problemáticos e desnecessários, assim como suas alternativas mais sustentáveis.	X			
	  	 	Quantificar o impacto de plásticos problemáticos e desnecessários, assim como avaliar substitutos de menor impacto.	X	X		
	   	  	Promover a geração de ferramentas para desencorajar o uso de elementos problemáticos.	X	X		
	   	  	Desenvolver ferramentas para incentivar a eliminação do uso de plásticos problemáticos e desnecessários em empresas e outras organizações.	X	X		
	   	  	Aplicar ferramentas de inovação aberta para o desenvolvimento de soluções alternativas aos plásticos problemático e desnecessário.	X	X		
	   	 	Habilitar financiamento de alternativas mais sustentáveis para plásticos problemáticos e desnecessários.	X	X	X	
	   	  	Habilitar P&DI para desenvolvimento de novas alternativas mais sustentáveis.	X	X	X	
	   	 	Avaliar soluções alternativas que, por meio de o uso da tecnologia, conseguem comunicar e rastrear informações no produto/embalagem (por exemplo, código QR).	X	X	X	
	   	 	Estabelecer metas para evitar embalagens multimateriais.	X	X	X	
	   	 	Desenvolver incentivos para segregação na origem ao nível do cidadão.	X			
	   	 	Simplificar a segregação na origem dos resíduos recicláveis.	X	X		
	   	 	Inovar no design circular de recipientes e embalagens, assim como tecnologias associadas.	X	X	X	X

Desafios associados	Arranjo metodológico	Núcleo habilitante	Iniciativas	2024	2026	2028	2030
Incentivar o desenvolvimento e implementação de modelos de redução			Incentivar o design circular a partir do princípio de redução de produtos/embalagens plásticas no geral.	X			
			Remover embalagens desnecessárias das promoções de múltiplos itens como: de alimentos enlatados, bebidas e pacotes de salgadinhos.	X	X		
			Remover lacres desnecessários como: de garrafas de água, potes e aberturas de embalagens flexíveis.	X	X		
			Revisão das regras para reforçar os requisitos essenciais das embalagens e reduzir o excesso de embalagem e os resíduos de embalagens.	X	X		
Incentivar o desenvolvimento e implementação de modelos de reuso			Incentivar o design circular (circularidade) a partir do princípio de reuso de produtos/embalagens plásticas no geral.	X			
			Incentivar a substituição dos produtos/embalagens de uso único, como artefatos para serviço de mesa e talheres nos serviços alimentares por produtos reutilizáveis.	X			
			Incentivar e escalar a implantação de sistemas de reutilização por meio de recarga/refil, reduzindo a quantidade de uso único em embalagens de plástico.	X			
Incentivar o desenvolvimento e implementação de modelos de reaproveitamento (produto/processo)			Incentivar o design circular (circularidade) a partir do princípio de reaproveitamento de produtos/embalagens plásticas no geral.	X			
Incentivar o desenvolvimento e implementação de modelos de reciclagem (produto/processo)			Incentivar o design circular (circularidade) a partir do princípio de reciclagem de produtos/embalagens plásticas no geral.	X			
			Aumentar o conteúdo reciclado nos produtos/embalagens.	X			
			Estabelecer requisitos obrigatórios para o teor reciclado de plásticos e medidas de redução dos resíduos de plástico para produtos essenciais como as embalagens, os produtos de construção e os veículos.	X	X	X	
			Usar recursos de produtos/embalagem que sejam compatíveis com o fluxo de reciclagem objetivado, como por exemplo, fechos, rótulos e lacres.	X	X	X	
			Utilizar a funcionalidade nos produtos/embalagens, como por exemplo vários componentes e unidades do produto serem incorporados em um único.	X	X		
			Limitar o uso de corantes, pigmentos e tintas, tanto quanto possível.	X			
			Utilizar aditivos não tóxicos e compatíveis com o sistema de reciclagem.	X	X		
Promover mercado competitivo para o plástico reciclado/ reciclado (pós-industrial e pós consumo)			Inovar no desenvolvimento de novas funcionalidades, projeto e materiais.	X	X		
			Possibilitar a substituição dos materiais de produtos/embalagem comumente identificados como problemáticos (por exemplo, PVC, PS, EPS) por materiais nos quais exista um fluxo de reciclagem dedicado (na prática e em escala).	X	X	X	X
Direcionar os plásticos compostáveis/ biodegradáveis como um nicho de mercado			Elaborar um quadro estratégico para os bioplásticos e plásticos biodegradáveis ou compostáveis empregados na empresa/ organização.	X			

Desafios associados	Arranjo metodológico	Núcleo habilitante	Iniciativas	2024	2026	2028	2030
Aumentar a coleta de plástico pós-consumo adequado para reciclagem			Apoiar o desenvolvimento de rede local de recicladores de base.	X			
			Elaborar ferramentas normativas para facilitar o desenvolvimento e implantação de produtos/embalagens circulares.	X	X		
			Substituir produtos líquidos por produtos sólidos, tanto quanto possível. Através do redesenho dos produtos, de maneira que a embalagem não se torne mais estritamente necessária.	X	X		
Campanhas de conscientização do cidadão quanto a economia circular do plástico			Educar e incentivar os consumidores a preferir alternativas mais sustentáveis aos plásticos problemáticos ou desnecessários.	X			
			Sensibilizar e educar de maneira simples e coerente aos consumidores para incentivar a reciclagem.	X			
			Implementar programas de incentivos para que os consumidores rejeitem o uso de plásticos problemático e desnecessário.	X	X		
			Confeccionar todos os produtos/ embalagens plásticas projetadas – e claramente rotulados para o consumidor – indicando que seja reciclado, reutilizados ou compostado.	X	X	X	X
			Criar incentivos para que os usuários retornem os produtos/embalagem. Por exemplo, mediante o pagamento de um depósito pelo produto/embalagem oferecendo uma recompensa após um determinado número de retornos de produtos/embalagens.	X	X		
			Possibilitar aos consumidores que recarreguem seus recipientes reutilizáveis em casa. Por exemplo, refis sendo entregues por meio de um serviço de assinatura.	X	X	X	
Incentivar a realização de contratos públicos verdes como estratégia para estimular uso sustentável dos plásticos			Estimular a coordenação e colaboração na cadeia de valor do plástico a fim de se alcançar o desenvolvimento de soluções sistêmicas.	X	X		

Fonte: Adaptado de EMF, 2016, 2020ab, 2021; WRAP, 2020; WWF, 2020; PACTO CHILENO, 2020; ONU-BRASIL, 2022.

O direcionamento das soluções para execução deste *Roadmap* sugere uma estratégia nacional para o desenvolvimento de uma Economia Circular com foco na Circularidade dos Plásticos, mas não se limitando somente à essa temática. Possui como objetivo desencadear um movimento ordenado e gradual a partir das soluções propostas, de modo que todos os *stakeholders* da cadeia de valor do plástico do país alinhem e coordenem suas ações em uma visão sinérgica entre si, facilitando desta forma seus desdobramentos.

A implementação continuada das iniciativas propostas é fundamental para internalização da estratégia de EC e pode, inclusive, ser aplicada como indicadores de desempenho da organização. Esta implementação opera como alavanca para promover a mudança da cultura, incentivando a promoção e consolidação da transição de um modelo linear para um modelo cada vez mais circular. Dessa maneira, esse *Roadmap* apresentou um plano de

soluções a serem implementadas entre os dias atuais até 2030, indicando os desafios prioritários de cada um dos núcleos de implementação definidos (pegada hídrica, pegada energética, gerenciamento de resíduos e plásticos), a fim de se cumprir a meta no prazo estipulado. Como estabelecido no escopo inicial, este projeto propôs a realização de um estudo diagnóstico baseado em premissas técnico-científicas, workshops e pesquisa de campo para identificação de boas práticas e para avaliar os indicadores de circularidade, assim como definir a meta direcionadora. Sendo assim, não houve definição de cenários de transição para se alcançar as metas propostas.

Desta forma, o plano de ação traz à luz a potenciais soluções que levam ao alcance da meta. Dentre estas soluções, não foi prevista uma discussão aprofundada das possíveis ações institucionais por parte de governos, mudanças de legislação ou políticas públicas.

## 6. Conclusões

Através do Diagnóstico Nacional para a Circularidade dos Plásticos foi possível compreender a realidade das empresas de diferentes portes e setores, desde as indústrias petroquímicas até as empresas de transformação, passando pelas empresas de consumo (varejo) e pelos gestores de resíduos que atuam na cadeia do plástico. O estudo foi realizado através de pesquisa de campo, e possibilitou compreender como a economia circular é aplicada, quais são as lacunas para sua implementação, as necessidades quanto às capacitações internas, tipos de polímeros mais utilizados e informações que ajudaram a conhecer profundamente esta temática no cenário nacional.

Com as informações coletadas foi possível verificar que, apesar das entrevistas terem sido respondidas por colaboradores de diferentes áreas de atuação, ainda existe o desconhecimento de alguns fundamentos técnicos ligados à economia circular. Porém quando foram apresentados aos conceitos, os entrevistados percebiam que já aplicavam em suas empresas iniciativas de circularidade sem conhecer os termos técnicos.

Pode-se observar que as empresas enxergam várias vantagens na implementação de iniciativas circulares e que a maior parte delas enxergam valor em todas que foram sugeridas, indicando-as como benéficas para a organização. Quanto as barreiras para implementação, foi destaque a manifestação sobre a inexistência de políticas públicas e a necessidade de promover a educação ambiental desde a base escolar para que tais estratégias não sejam executadas unicamente nas empresas, mas que a grande parte da população também possa ter uma visão ambiental e sustentável.

Quanto a geração de resíduos, reuso e reciclagem, as empresas possuem como expectativa o desenvolvimento

de parceiros para atuar com reciclagem e de aumentar continuamente o uso de rebarbas plásticas nos processos quando possível. Contudo, algumas questões relacionadas ao conhecimento mais aprofundado das políticas que favoreçam a reciclagem e a logística reversa foram necessárias, compreendendo-se que as empresas utilizam como guia somente a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 10.305/2010) e algumas não fazem consulta à nenhuma lei de incentivo ou regulação relacionada à reciclagem.

As pesquisas foram realizadas com as empresas que permitiram a realização das entrevistas ou responderam após o envio de formulários. Apesar de baixo, o percentual de respondentes foi semelhante ao de outros estudos da mesma natureza. Como as respostas foram coletadas em várias regiões do país e em empresas de diferentes portes, foi possível produzir um mapeamento de boas práticas e um *roadmap* de soluções com plano de ação diante das dificuldades observadas para iniciativas da circularidade do plástico.

Pode-se concluir que as estratégias para circularidade dos plásticos estão inseridas nas empresas instaladas no Brasil, em arranjos mais avançados nas organizações de maior porte, em multinacionais ou nas assistidas por normas e acordos setoriais. Mas, de maneira geral, ainda num movimento tímido e pouco abrangente nas empresas menores. Entretanto, há otimismo quando observado que a temática tem sido pautada através de metas mensuráveis e de uma preocupação constante das empresas do setor, que ainda carecem de soluções em tecnologia, qualificação profissional e inovação para alcançar um novo *status* na gestão da cadeia dos plásticos.

## 7. Referências

- ANTENOR, S., & SZIGETHY, L. (2020, julho 9). Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. IPEA - Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade. <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafiostecnologicos-politicos-e-economicos>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO (ABIPLAST). 2019. Disponível em: [http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/03/cartilha\\_reciclabilidade\\_abiplast\\_web.pdf](http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/03/cartilha_reciclabilidade_abiplast_web.pdf). Acesso em: 11 maio.2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO (ABIPLAST). 2019. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/publicacoes/perfil2019/>. Acesso em: 11 maio. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO (ABIPLAST). 2020. Disponível em: [http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2021/08/Perfil2020\\_abiplast.pdf](http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2021/08/Perfil2020_abiplast.pdf). Acesso em: 11 maio. 2022.
- BAKKER, C.; DEN HOLLANDER, M.; HINTE, V. Products that last: Product design for circular business models. 1. ed. Amsterdam, Netherlands: BIS Publishers B.V, 2019.
- CEBDS. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: Guia Economia Circular de Água (cebds.org). 2018.
- CEBDS. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: Desafios da eficiência energética no Brasil (cebds.org). 2016.
- CE 100 BRASIL; Ellen Macarthur Foundation. Uma economia circular no Brasil: Uma abordagem exploratória inicial. 2017. Disponível em: Uma-Economia-Circular-no-Brasil\_Uma-Exploracao-Inicial.pdf (ellenmacarthurfoundation.org). Acesso em: 11 maio.2022.
- CNI - Confederação Nacional da Indústria. Economia circular: Oportunidades e desafios para a indústria brasileira. Brasília: CNI, 2018.
- CNI - Confederação Nacional da Indústria. Economia circular: Caminho estratégico. Brasília: CNI, 2019.
- COMISSÃO EUROPEIA. Comunicação da comissão ao parlamento europeu, ao conselho, ao comité económico e social europeu e ao comité das regiões. Um novo Plano de Ação para a Economia Circular Para uma Europa mais limpa e competitiva. 2020.
- CSR Piemonte. Economia Circolare. 2019. Disponível em: [https://www.csрпиemonte.it/comunicazione/materiali\\_info.htm](https://www.csрпиemonte.it/comunicazione/materiali_info.htm). Acesso em: 11 maio. 2022.
- ECODEBATE. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2019/01/25/economia-circular-pode-ajudar-paises-a-combater-mudancas-climaticas-diz-relatoriodivulgado-no-forum-economico-mundial/>. Acesso em 12 de março de 2022.
- EMF - Ellen Macarthur Foundation. Towards the circular economy. Vol. 1: Economic and business rationale for an accelerated transition, 2012.
- EMF - Ellen MacArthur Foundation. A nova economia do plástico - Repensando o futuro do plástico. 2016.
- EMF - Ellen MacArthur Foundation. Delivering the Circular Economy a Toolkit For Policymaker, Executive Summary.2017.
- EMF - Ellen MacArthur Foundation. Circulytics, Method Introduction. 2020a.
- EMF - Ellen MacArthur Foundation. Circulytics, Overview. 2020b.
- EMF - Ellen MacArthur Foundation. Extended Producer Responsibility. Disponível em: Extended Producer Responsibility is a necessary part of the solution to packaging waste and pollution (ellenmacarthurfoundation.org). 2021.
- FIRJAN - Federação das Indústrias do Rio de Janeiro. Trilha do Design Circular. Aliança Agenda.Tech. 2022. Notas de participação. Não paginado.

- FRANCHETTI, S.M.M. E MARCONATO, J.C. Polímeros biodegradáveis - uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos. *Química Nova* [online]. 2006, v. 29, n. 4 [Acessado 10 Agosto 2022], pp. 811-816. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000400031>. Epub 31 Jul 2006. ISSN 1678-7064. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000400031>.
- GEISSDOERFER, M. et al. The Circular Economy – A new sustainability paradigm?. *Journal of Cleaner Production*, v. 143, p. 757–768, 2017.
- LEONTIEF, W. et al. A economia como processo circular. *Rev. Econ. Contemp.*, v. 11, n. 1, 2007.
- MELO, C., STECCA, K., MACEDO, T., & MELLO, C. (2022, março 23). Desafios da gestão dos resíduos sólidos em três capitais brasileiras. *Jornal UFG*. <https://jornal.ufg.br/n/152800-desafios-da-gestao-dos-residuos-solidosem-tres-capitais-brasileiras>.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Ministério do Meio Ambiente, 2022a. Disponível em: [https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano\\_nacional\\_de\\_residuos\\_solidos-1.pdf](https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf). Acesso em: 19 maio. 2022
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. SINIR+ | Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos. Disponível em: <https://sinir.gov.br/>. Acesso em: 19 maio. 2022b.
- NASCIMENTO, K. R. DE F., SANTOS, M. R. R. DOS, & SILVA, J. A. DA. (2022). Sacolas Biodegradáveis: Sustentabilidade e ascensão da produção. *Diversitas Journal*, 7(1), 0171–0189. <https://doi.org/10.48017/dj.v7i1.1929>
- ONU – BRASIL. Organização das Nações Unidas. Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/>. Acesso em: 9 jun. 2022.
- ONU-BRASIL. Mecanismos de Incentivo à Inovação em Energias Limpas no Brasil Caminhos para um Grande Impulso Energético. Disponível em: Mecanismos de incentivo à inovação em energias limpas no Brasil: caminhos para um grande impulso energético (cepal.org). 2020.
- PACTO CHILENO DE LOS PLÁSTICOS. Hoja De Fuga – Pacto Chileno de los Plásticos. Disponível em: <roadmappacto-chileno-de-los-plasticos.pdf> (fch.cl). 2020.
- PARTHENON. Indicadores de Economia Circular: Um Contributo para o Sistema Estatístico Nacional. 2020.
- PNRH. Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: Política Nacional de Recursos Hídricos - Português (Brasil) (www.gov.br). 2022. PNRS. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). 2010.
- SNIS. Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento. Diagnóstico anual Resíduos Sólidos. Disponível em: [http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos#:~:text=Diagn%C3%B3stico%20Anual%20de%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos%202021%20\(ano%20de%20refer%C3%A2ncia%202020\)&text=O%20SNIS%20coleta%20dados%20dos,panorama%20geral%20para%20o%20pa%C3%ADs](http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos#:~:text=Diagn%C3%B3stico%20Anual%20de%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos%202021%20(ano%20de%20refer%C3%A2ncia%202020)&text=O%20SNIS%20coleta%20dados%20dos,panorama%20geral%20para%20o%20pa%C3%ADs). 2021.
- WORLD STEEL ASSOCIATION. STEEL – The permanente material in the circular economy. Disponível em: <https://circulareconomy.worldsteel.org>. Acesso em 13 de março de 2022.
- WRAP - European Plastics Pact Roadmap. Disponível em: [https://europeanplasticspact.org/wp-content/uploads/2020/12/wrap-european-plastics-pact-roadmap\\_hr.pdf](https://europeanplasticspact.org/wp-content/uploads/2020/12/wrap-european-plastics-pact-roadmap_hr.pdf). 2020.
- WWF. The Business Case for a United Nations Treaty on Plastic Pollution. Disponível em: <https://lp.panda.org/plastic-pollution-report>. 2020.

