



Ministério da Saúde  
Fundação Nacional de Saúde

# MINIMIZAR A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS UM GUIA CONCEITUAL

Thiago Oliveira Rodrigues



**ibict**

Instituto Brasileiro de Informação  
em Ciência e Tecnologia

# **MINIMIZAR A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

**UM GUIA CONCEITUAL**



**Ibict – Funasa**

*Brasília, Dezembro 2020*



**Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e  
Tecnologia - Ibict/MCTI  
Fundação Nacional de Saúde - Funasa/MS**

**PROJETO AMAZÔNIA LEGAL SEM RESÍDUO**

**MINIMIZAR A GERAÇÃO DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS  
UM GUIA CONCEITUAL**

***Thiago Oliveira Rodrigues***

***Coordenação de Tecnologias Aplicadas a Novos  
Produtos  
COTEA***

***Ibict/MCTI***

*Brasília, Dezembro 2020*

# INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA (Ibict)

## Diretoria

Cecília Leite Oliveira

## Coordenação-Geral de Pesquisa e Desenvolvimento de Novos Produtos (CGNP)

Anderson Itaborahy

## Coordenação Geral de Pesquisa e Manutenção de Produtos Consolidados (CGPC)

Bianca Amaro

## Coordenação-Geral de Tecnologias de Informação e Informática (CGTI)

Tiago Emmanuel Nunes Braga

## Coordenação de Ensino e Pesquisa, Ciência e Tecnologia da Informação (COEPPE)

Lena Vania Ribeiro Pinheiro

## Coordenação de Planejamento, Acompanhamento e Avaliação (COPAV)

José Luis dos Santos Nascimento

## Coordenação de Administração (COADM)

Reginaldo de Araújo Silva

## Coordenação de Tecnologias Aplicadas a Novos Produtos (COTEA)

Marcel Garcia de Souza

## FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (Funasa)

## Presidência (Presi)

Giovanna Gomes da Silva

## Departamento de Saúde Ambiental (Desam)

Deborah Silva Figueiredo Roberto

## Coordenação de Projetos, Pesquisas e Ações Estratégicas em Saúde Ambiental (Copae)

Marcelo de Paula Neves Lelis

## Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict)

Setor de Autarquias Sul (SAUS) -  
Quadra 05 Lote 06 Bloco H - 5º Andar  
Cep: 70070-912 - Brasília, DF  
Telefones: 55 (61) 3217-6302/  
55 (61) 3217-6312  
[www.ibict.br](http://www.ibict.br)

## Fundação Nacional de Saúde (Funasa)

SRTVN 702, Via W 5 Norte -  
Edifício PO 700 - 2º andar  
Cep: 70.723-040 - Brasília, DF  
Telefones: 55 (61) 3314-6605/  
55 (61) 3314-6664

[www.funasa.gov.br](http://www.funasa.gov.br)



## 2020 Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict)

Os autores são responsáveis pela apresentação dos fatos contidos e opiniões expressas nesta obra.

Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

**Instituto Brasileiro de Informação em  
Ciência e Tecnologia – Ibict**

**Fundação Nacional da Saúde – Funasa**

**Autor**

Thiago Oliveira Rodrigues

**Consultora**

Layra Emily Rodrigues Dias

**Revisora técnica**

Adriana de Souza Oliveira

**Consultora**

Mirtes Vieitas Boralli

**Revisora técnica**

Juliana Gerhardt

**Revisora técnica**

Luane Souza de Araújo

**Diagramação**

Teixeira Gráfica Digital

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Rodrigues, Thiago Oliveira

Minimizar a geração de resíduos sólidos [livro eletrônico] : um guia conceitual / Thiago Oliveira Rodrigues. -- 1. ed. -- Brasília, DF : Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia : Fundação Nacional de Saúde, 2020. --

(Projeto Amazônia legal sem resíduo)

68 p.

ISBN 978-65-89167-04-4

1. Amazônia - Aspectos ambientais 2. Gestão ambiental 3. Resíduos  
Gestão 4. Sustentabilidade ambiental I. Título II. Série.

21-56941

CDD 363.728

Índices para catálogo sistemático:

1. Resíduos : Reciclagem : Problemas sociais 363.728

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129



Ministério da Saúde  
Fundação Nacional de Saúde



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÕES





# SUMÁRIO

PREFÁCIO.....	09
APRESENTAÇÃO.....	15
INTRODUÇÃO.....	17
CONSUMO.....	21
Sociedade do Consumo.....	22
MINIMIZAR = REDUZIR.....	27
Regulações para reduzir.....	28
Onde nascem os resíduos.....	31
Abordagem Sistêmica para gestão de resíduos.....	34
INICIATIVAS ESTRUTURANTES PARA MINIMIZAÇÃO.....	39
Bioeconomia.....	40
Economia Circular.....	44
ESTRUTURAÇÃO PARA MINIMIZAR.....	47
Minimização na Indústria.....	49
Minimização na Sociedade civil.....	53
Minimização no Governo.....	58
Minimização de Resíduos em um Contexto Amazônico.....	62
CONCLUSÕES.....	65





# PREFÁCIO

Em 2015, o Brasil e mais 192 países membros das Nações Unidas adotaram uma nova política global: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, cujo objetivo é elevar o desenvolvimento do mundo e melhorar a qualidade de vida de todas as pessoas. Para tanto, foram estabelecidos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com 169 metas, a serem alcançadas por meio de uma ação conjunta que agrega diferentes níveis da sociedade, governos, organizações e empresas.

O ODS 12 - Consumo e Produção Sustentável - visa a produção e o consumo sustentáveis, com foco em ações globais e locais, como alcançar o uso eficiente de recursos naturais. Neste objetivo, também estão incluídos o cuidado com resíduos sólidos e a diminuição da emissão de poluentes. Quanto aos resíduos sólidos, este ODS pode ser alcançado através da redução da geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso, tanto no consumo como na produção.

Uma das metas desse ODS é alcançar o manejo ambientalmente adequado dos produtos químicos e de todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, conforme os marcos internacionalmente acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, a fim de minimizar seus impactos negativos

sobre a saúde humana e o meio ambiente. Além disso, repensar o ciclo de vida dos produtos e redesenhar a cadeia de produção. Separar e destinar os resíduos de forma adequada. Cuidar do desperdício e da perda de alimentos, incluída a perda pós-colheita. Adotar tecnologias que recuperem os resíduos, aproveitar o máximo da matéria-prima, pensar no pós-consumo e embalagens, ligando ao princípio da responsabilidade estendida do produtor.

Outra meta é até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reuso e reciclagem. É cada vez mais evidente que a adoção de padrões de produção e consumo sustentáveis e o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos podem reduzir significativamente os impactos ao ambiente e à saúde. A gestão de resíduos, no contexto do ODS 12 sobre Consumo e Produção Responsáveis, significa garantir uma vida saudável e um planeta saudável no futuro. A boa gestão destes é relevante e apoia a implementação de muitos outros, senão todos os ODS.

O Guia de Minimização de Resíduos Sólidos surge para fortalecer ainda mais a mobilização a favor da sustentabilidade ambiental e da implementação da Agenda 2030 no Brasil, contribuindo para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em especial o ODS 12. Seu primeiro capítulo discorre sobre o consumo e sua relação com o desenvolvimento dentro de um contexto econômico em que, durante muito tempo, se associava o desenvolvimento à relação entre produção, consumo e,

acima de qualquer outra coisa, o lucro, sem se ater ao que o autor chama de externalidades.

A Sociedade do Consumo é apresentada de maneira peculiar para que possamos entender a evolução do comportamento do consumo, em que inicialmente tínhamos uma sociedade consumista, sem qualquer preocupação com a sustentabilidade ambiental dos produtos e dos processos inerentes a estes, praticando a - até então - tradicional economia linear, para uma sociedade ainda consumista, mas que passa a se preocupar com os produtos que consomem, os processos envolvidos na produção, e o comportamento das empresas em relação ao ciclo de vida dos insumos. Esse processo passa a fazer parte de um novo padrão de comportamento do consumidor, que prioriza a economia circular frente à tradicional economia linear.

Aliás, tratar de minimização é tratar de redução, reuso, reciclagem. Faz-se necessária uma mudança de hábito e dos padrões de comportamento construídos durante muito tempo, o que torna o desafio ainda maior. Para isso é preciso que haja um processo não apenas de conscientização e de educação sobre o assunto, mas também de regulação do tema. Nesse contexto, o governo federal lançou o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, objetivando dar a prioridade necessária à gestão dos resíduos sólidos em seus mais diversos aspectos. Cabe salientar o papel da Avaliação do Ciclo de Vida como ferramenta importante para avaliar o impacto ambiental dentro desse processo.

A bioeconomia e a economia circular recebem atenção especial do autor por se tratar de iniciativas estruturantes de minimização. No que tange à bioeconomia, o foco está no uso de recursos biológicos renováveis em detrimento dos recursos fósseis e não renováveis, sempre atento ao desenvolvimento sustentável. Já no que diz respeito à economia circular, a proposta é de uma economia regenerativa e restaurativa tendo como uma de suas premissas que o uso dos resíduos é insumo para a produção de novos produtos.

É certo que o tema deve ser discutido sob diferentes perspectivas. Faz-se necessária uma discussão entre os diferentes atores envolvidos no processo: setor produtivo, sociedade civil e governo. Certamente o assunto é de grande relevância para todos os atores envolvidos e é preciso que cada um entenda sua função. O setor produtivo que foca na eficiência do processo de reaproveitamento de insumos dentro do próprio sistema; a sociedade civil que busca o (re) aproveitamento total dos produtos/serviços; e o governo que atua tanto na regulação do sistema, quanto no papel de consumidor por meio do sistema de compras governamentais.

Por fim, o autor apresenta o contexto amazônico na minimização de resíduos. A região apresenta peculiaridades tanto no aspecto econômico quanto no que diz respeito à conservação das riquezas naturais contidas em seu território. O processo de minimização se torna um desafio ainda maior por conta dessas especificidades da região,

como a extensão do território em função da população existente, logística complexa, poucos aterros e o alto custo para implementação de indústrias de reciclagem. Todas essas características tornam ainda mais importante a implementação de um processo de minimização da geração de resíduos na região.

Nesse guia você terá a oportunidade de entender melhor sobre a minimização de resíduos sólidos, sua base conceitual, seus processos, atores envolvidos e outros assuntos correlatos. Boa leitura!

**Marcel Garcia de Souza**

*Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia.*



# APRESENTAÇÃO

Este guia pretende auxiliar a sociedade brasileira a perceber a necessidade de entender o ciclo de vida dos produtos e serviços que consomem e como atuar para minimizar a geração de resíduos sólidos inerente a eles. O guia aborda os conceitos que amparam a questão e apresenta algumas propostas alinhadas aos setores de governo, indústria e sociedade civil.

Não é escopo deste documento definir receitas ou protocolos para a minimização, pois cada sistema (ou categorias) de produto e consumo tem características próprias que requerem uma abordagem específica. Mas a minimização se ampara em conceitos mais abrangentes que apoiam de modo transversal qualquer iniciativa para melhorar a eficiência dos processos.

É uma questão de olhar. A percepção sistêmica de um produto, para além de seu uso e descarte. A compreensão sobre a responsabilidade compartilhada e quais são os papéis individuais e coletivos na produção e consumo de bens e serviços.

O guia de minimização da geração dos resíduos sólidos se origina no contexto do projeto Amazônia Legal sem Resíduo (ALsR). Este projeto é financiado pela Fundação Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (Funasa/MS)



e executado pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações (Ibict/MCTI). A Amazônia Legal tem desafios próprios que vão além de regramentos federais como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e requer um olhar diferenciado. As condições impostas pela região para a gestão dos resíduos sólidos corroboram para iniciativas menos tecnicizadas e mais estruturantes, que interfiram o mínimo possível nesse complexo ecossistema. A minimização deve ser o objetivo maior, alinhada a uma mudança contundente do modelo econômico vigente para um bioeconômico, que é a vocação natural da região.

# INTRODUÇÃO

Todo e qualquer resíduo resulta de uma ação humana: **consumir**. E independente da área de atuação profissional e dos hábitos individuais e coletivos, todos somos consumidores, em menor ou maior escala. Assim, todos somos responsáveis pela geração dos resíduos. Por isso, devemos nos responsabilizar também por **minimizar** esse problema.

Nesta lógica, para minimizar a geração de resíduos, uma ação racional seria reduzir o consumo. De fato, há uma relação direta, porém não é sustentável para todos os casos. Tal redução implicaria em queda na atividade econômica que, por sua vez, acabaria em demissões com suas próprias implicações sociais negativas. ***A simples redução do consumo traz benefícios ambientais, por outro lado, pode provocar prejuízos econômicos e sociais, se tornando insustentável.***

Então, qual seria o caminho para minimizar a geração de resíduos sem desequilibrar o tripé da sustentabilidade (ambiental-social-econômico)? O primeiro passo é **consumir** de forma **consciente**. Isso quer dizer que o consumidor deve saber que o ato do consumo é um elo de uma cadeia complexa que impulsiona uma série de processos. Estes processos geram resíduos, assim como o descarte do produto também gerará. Por meio

do conhecimento da **cadeia de valor** relacionada a um produto/serviço, o consumidor pode se tornar mais responsável e cobrar a **responsabilidade compartilhada** dos outros atores da cadeia.

O contexto atual auxilia a todos a consumirem melhor. Vivemos a **Era do compartilhamento**, na qual produtos e serviços estão sendo utilizados de forma coletiva, prolongando o tempo de uso e evitando a compra de novos bens, implicando em redução de resíduos.

Novos paradigmas econômicos também estão se estabelecendo em escala global, justamente por uma percepção da insustentabilidade dos modelos econômicos tradicionais. A **Bioeconomia** tem se tornado o paradigma viável, pois se fundamenta em sistemas de produção e consumo baseados nos sistemas naturais, nos quais não há o conceito de resíduo, tudo é matéria e energia útil que circula entre os vários sistemas bióticos e abióticos. A **Economia Circular** também está em evidência como o novo modelo econômico capaz de proporcionar um maior equilíbrio entre desenvolvimento e conservação, justamente por promover a regeneração e a restauração dos ciclos biológicos e a eficiência dos ciclos técnicos.

**Minimizar significa reduzir a geração do resíduo no ato do consumo ou na produção do bem ou serviço.** Se o resíduo gerado passa a ser percebido como matéria-prima mal aproveitada, ele será valorizado. Aliás, os

resíduos existem pela falta de compreensão sobre o valor dos materiais. Essa valorização provocará o aumento da **eficiência dos processos**, desde o design, no qual haverá uma maior preocupação em pensar em produtos mais reparáveis, reutilizáveis ou recicláveis, passando pela produção, que converterá mais matéria-prima e insumo em produtos de fato, até chegar ao consumidor, que conscientizado, buscará pela opção mais equilibrada entre preço e desempenho socioambiental.

Este guia aborda os principais conceitos relativos à minimização em si. Minimizar é uma ação muito ampla, não há um modo específico. Mas todos os modos se amparam nos mesmos princípios que se adequam às realidades específicas (escalas) onde se pretende minimizar. Um ponto chave para a utilidade deste guia é que o foco da minimização está em **evitar que o resíduo seja gerado e que extrapole as fronteiras dos sistemas de produção e consumo.**

Portanto, entendido o conceito de minimização e sua relação com outros **conceitos estruturantes** (bioeconomia, economia circular, consumo consciente e pensamento do ciclo de vida), fica clara a relação óbvia consumo-minimização. Essa compreensão torna possível discutir os conceitos estruturais (produção mais limpa, gestão do ciclo de vida, compras públicas sustentáveis, etc.) que de fato possibilitarão a minimização da geração de resíduos sólidos.



# CONSUMO

**Desenvolvimento** foi, durante muito tempo, um conceito associado exclusivamente ao **crescimento econômico**. Dessa maneira, o desenvolvimento sempre foi medido por indicadores econômicos como renda, emprego ou o Produto Interno Bruto (PIB). O desenvolvimento, de uma organização ou de um país, é medido pelo volume de produção e consumo, ignorando as **externalidades**<sup>1</sup> causadas por estes fluxos de massa e cifrões.

O estímulo ao consumo sempre foi uma estratégia para alavancar o desenvolvimento de economias estagnadas, na expectativa de aumentar a demanda por produtos e serviços e, conseqüentemente, criar mais empregos e circular mais dinheiro. Em uma análise direta, o **aumento do consumo funciona como impulsionador da economia**. No entanto, tal estratégia não se sustenta no longo prazo, pelo menos não nos sistemas tradicionais de produção e consumo. Esses sistemas são baseados em recursos fósseis e em uma **lógica linear**, na qual há muito pouco reaproveitamento dos recursos extraídos da natureza (figura 1). Assim, conforme aumenta a demanda por produtos, também aumenta o volume de resíduos e a poluição ambiental e diminui a qualidade de vida das

1 - Efeitos não intencionais, negativos ou positivos, causados pela comercialização de produtos e serviços.

populações (humanas ou não). Além disso, a oferta de matéria-prima virgem diminui, provocando impactos nos preços dos produtos, interferindo na sustentabilidade econômica e social.

Figura 1 - representação da economia tradicional (linear) e suas consequências ambientais.



Essa discussão sintetiza a importância de se buscar o equilíbrio entre as dimensões econômica, social e ambiental para se alcançar a sustentabilidade nos sistemas de produção e consumo. Assim, de modo bastante direto, pode-se afirmar que resíduo é um indicativo de insustentabilidade. Então, **como minimizar a geração de resíduos na produção e no consumo sem prejudicar o desenvolvimento socioeconômico?** Apesar de não haver uma resposta óbvia para o como, a compreensão do **por que consumimos (?)** pode orientar os passos para a minimização.

## Sociedade do Consumo

O ato de consumir visa atender uma demanda pessoal ou coletiva por um bem ou serviço. Consumir é uma necessidade humana de escala variável de importância. O psicólogo norte americano Abraham Maslow estabeleceu

uma hierarquia de **necessidades humanas**<sup>2</sup>, partindo de condições mínimas de sobrevivência até alcançar anseios particulares. A estrutura proposta por Maslow (figura 2) começa com as necessidades fisiológicas (respirar, comer, dormir, etc.), passando para as de segurança (da saúde, do corpo, da família, etc.), seguida das de sociabilidade (relacionamentos de amizade, de intimidade, etc.), chegando às necessidades relacionadas à estima (confiança, respeito) e finalizando nas necessidades de cunho pessoal (criatividade, talento).

Figura 2 - Pirâmide de Maslow de necessidades humanas



2 - <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/psicologia/maslow-as-necessidades-humanas.htm>



As necessidades fisiológicas são atendidas basicamente pelo consumo de bens tangíveis (comida, água, cama, etc.). Conforme vai se subindo na pirâmide, diminui a necessidade por bens físicos. Mas o que se nota na sociedade atual é que as necessidades de estima e pessoais têm sido atendidas cada vez mais com bens tangíveis. **Os seres humanos têm buscado confiança e respeito pelas coisas que têm.** Isso é um sintoma claro de uma sociedade de consumo, dependente do consumo para pretensamente ter qualidade de vida<sup>3</sup>.

A todo o momento somos bombardeados com publicidade incisiva, associando de maneira bastante explícita (e duvidosa) a relação entre ter coisas e ser feliz. Assim, nós caímos na armadilha de comprar felicidade e nos tornamos acumuladores de coisas. Hoje, além de consumidores, **somos consumistas.** Compramos mais por impulso que por necessidade, compramos supérfluos com duração limitada pela qualidade ou por **obsolescência programada**<sup>4</sup>.

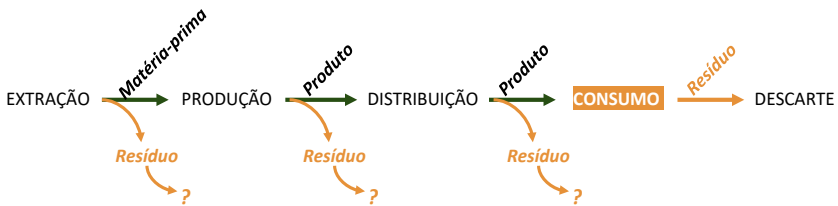
---

3 - Happiness. A história da busca incansável de um roedor por felicidade e realização. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=e9dZQelULDk>

4 - Técnica comercial que determina o fim da vida útil de produtos, mesmo que estejam em bom estado. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/1721-obsolescencia-programada>

Esse comportamento traz sérios prejuízos pessoais e coletivos. Ele provoca uma grande geração de resíduos nas várias fases dos sistemas de produção e consumo. A figura 3 ilustra as origens dos resíduos, além do descarte final dos produtos. Perde-se matéria-prima na extração, insumos na produção e produtos na distribuição. Em cada fase os resíduos se apresentam em diferentes formas e quantidades, a depender do sistema de produto. O vetor do problema é o consumo irresponsável, no sentido em que os atores de cada fase da cadeia de consumo não têm a **percepção sistêmica** das etapas como um todo e de qual é a sua responsabilidade, quais são as dos outros e quais são as compartilhadas.

Figura 3 - Representação da geração de resíduos na tradicional economia linear





## MINIMIZAR = REDUZIR

Hoje em dia se fala em até **8 R's (!) da gestão de resíduos**, apesar de ainda estarmos longe de aplicar os 3 iniciais de maneira efetiva: Reduzir, Reusar, Reciclar. A hierarquia da gestão de resíduos é bastante flexível no sentido em que há uma série de decisões a serem tomadas desde a concepção de um produto, passando pela decisão sobre adquiri-lo ou não até chegar ao momento pós-consumo. O consenso entre as diversas proposições é que há ações antes e depois da geração do resíduo. **O R que concerne a este guia é o de REDUZIR. Reduzir a geração de resíduos é minimizá-los.**

Reduzir ainda é um grande desafio para a maioria dos sistemas de produção e consumo das sociedades contemporâneas. A redução implica em mudanças substanciais nos processos industriais e de comércio, assim como nos hábitos coletivos e individuais. Mudanças de processos ou de hábitos são difíceis de acontecer espontaneamente. Assim, elas acontecem (ou deveriam) por meio de ações regulatórias como leis e políticas públicas. No caso dos resíduos, as medidas legais definem novas regras para geri-los, em busca da eficiência na utilização dos recursos naturais, da prevenção da poluição

dos ecossistemas e da manutenção da qualidade de vida das sociedades humanas. Os resíduos passam a ser alvo de regulação e monitoramento para garantir que a mudança de comportamento aconteça, acarretando em penalizações caso a mudança requisitada não ocorra, como tem acontecido com municípios que não fecharam seus lixões.

## Regulações para reduzir

A extinção de lixões, assim como várias ações para minimização fazem parte dos artigos da **Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**. Ao longo dos seus 57 artigos, a PNRS trata da minimização como prioridade para a gestão dos resíduos sólidos sob vários aspectos. A PNRS estabelece a seguinte ordem prioritária: não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento e a disposição ambientalmente adequada dos rejeitos.

Já no capítulo 2 – das definições – ao tratar do conceito de **responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos**, a minimização aparece como objetivo de um conjunto de atribuições individualizadas dos vários atores ao longo da cadeia de gestão dos resíduos sólidos.

Nos **Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)**, há uma declaração direta sobre ações específicas a serem desempenhadas pelos órgãos da administração pública, para combater desperdícios e minimizar a geração de resíduos sólidos.

Na seção sobre o **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos**, as metas e procedimentos relacionados à minimização dos resíduos sólidos fazem parte do conteúdo mínimo do plano.

A PNRS ainda prevê a instituição de instrumentos econômicos para iniciativas como a prevenção e redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo. Embora seja uma lei federal, com previsão de penalizações para os vários atores que não cumpram com seus deveres para a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos, ainda há muito pouco avanço desde sua promulgação em 2010. Tal realidade materializa a dificuldade em mudar processos e hábitos, mesmo que de modo mandatório.

Em âmbito internacional, há várias outras iniciativas para melhorar a gestão de resíduos sólidos, mais especificamente para evitá-los. A **Aliança Internacional de Resíduo Zero** (ZWIA – sigla em inglês)<sup>5</sup> é provavelmente a organização mais dedicada ao assunto no mundo. A ZWIA propõe a meta do **lixo zero**, na qual busca-se o máximo de aproveitamento dos materiais e redução ou eliminação do envio destes para aterros ou para incineração<sup>6</sup>. A ZWIA estabelece uma hierarquia com sete ações. Essa hierarquia parte do melhor ao pior uso que se possa dar a um recurso, sempre com o propósito maior de conservá-lo por meio de

5 - Zero Waste International Alliance. Disponível em: <http://zwia.org/zwh/>

6 - Instituto Lixo Zero - Conceito Lixo Zero. Disponível em: <https://ilzb.org/conceito-lixo-zero/>

**sistemas de produção e consumo responsáveis.** A figura 4 ilustra, do ideal ao inaceitável (segundo o ZWIA), as ações.

Figura 4 - Hierarquia para gestão de resíduos sólidos da Aliança Internacional de Resíduo Zero (ZWIA)

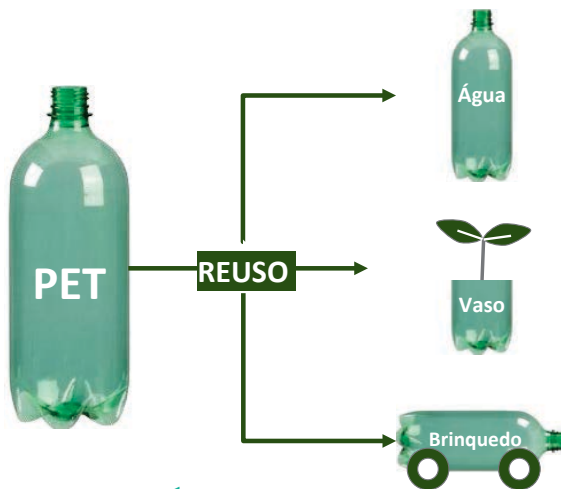


A zona verde da figura quatro define os limites para a geração dos resíduos. Reusar é reorientar o resíduo já gerado a uma nova (ou novas) aplicação, na qual o material mantenha sua forma e/ou composição química do primeiro consumo. Neste caso, o produto continua sendo um produto com a mesma função ou outra que não implique em mudanças na sua composição. Um exemplo claro é a garrafa PET que, após o consumo do seu conteúdo, serve para armazenar líquidos em geral (água, detergente, gasolina, etc.), como suporte para plantas ou pode se tornar um brinquedo (figura 5).

Após o reuso, as ações possíveis já não permitem a minimização da geração de resíduos. Elas somente podem

beneficiar o início das cadeias produtivas ao diminuir ou eliminar a necessidade de extração de matéria-prima virgem, pela reinserção de substâncias e substituição de outras como a geração de energia pela incineração. Também evitam a necessidade de disposição final. Mas pelo prisma da sustentabilidade, a necessidade de destinação adequada do resíduo, por mais ambientalmente correta que possa ser, já expõe a ineficiência na gestão do recurso e implica em mais sistemas e processos técnicos, que por sua vez, trazem consigo suas próprias cargas socioambientais.

Figura 5 - Potenciais modos de reuso de garrafas PET descartáveis



### Onde nascem os resíduos

No contexto desse guia, **minimizar ou reduzir significa não existir matéria após a fronteira do sistema sob avaliação.**

Os sistemas alvos deste guia são o de produção e o de consumo. Nos dois casos, o objetivo maior é aumentar a eficiência dos processos de produzir e de consumir.



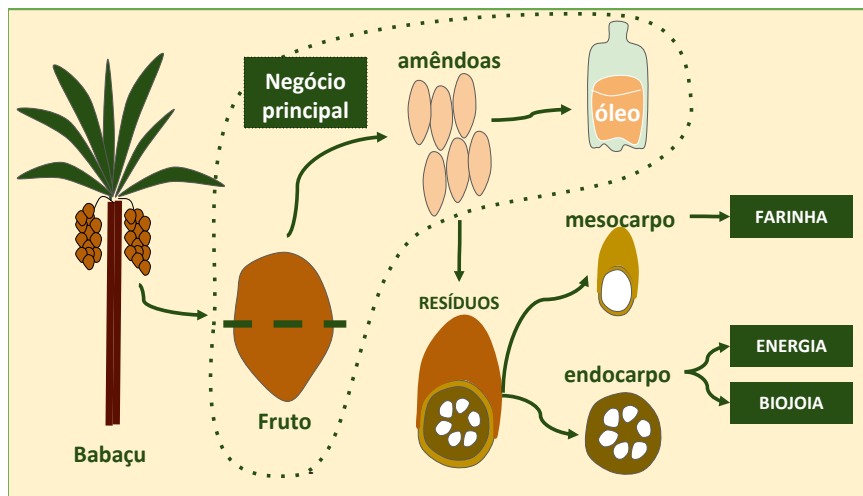
Na perspectiva do **sistema de produção**, minimizar significa evitar que qualquer material residual ultrapasse os limites da fábrica ou distribuidora ou do sítio de extração das matérias-primas. Tampouco o material residual poderá ser simplesmente acumulado dentro dos limites da unidade (fábrica, distribuidora ou sítio de extração), o objetivo é aumentar a taxa de conversão das matérias-primas e insumos em produtos e coprodutos.

Nos sistemas de produção, há duas possibilidades de geração de resíduos sólidos: (1) matéria-prima ou insumo não convertida em produto e (2) material residual derivado dos processos produtivos.

Um exemplo da primeira possibilidade seria uma fábrica de painéis de madeira, na qual as fibras de madeira de uma tora não são aproveitadas de maneira integral: parte se perde na obtenção, transporte e até na própria fabricação dos painéis, outra parte se perde pela não adequação de uma amostra das fibras aos requisitos técnicos da fabricação (tamanho das fibras, fibras danificadas). Tais perdas indicam limitações técnicas dos equipamentos/processos e falhas de logística.

Para a segunda possibilidade, um exemplo seria a casca de frutos de palmeiras em sistemas focados apenas em extrair os óleos presentes nas sementes ou amêndoas (figura 6). As cascas e demais materiais fibrosos são considerados resíduos porque não têm valor direto para o modelo de negócio em questão, pois o foco está no óleo.

Figura 6 - Extração da amêndoa do fruto de babaçu e os resíduos gerados.



Já na perspectiva do **sistema de consumo**, minimizar significa evitar desperdícios de matéria na execução da função de um produto, evitar que haja material a ser lançado em lixeiras e que demande processos de destinação para reciclagem, aterros e incineração.

No **ato do consumo**, a geração de resíduos sólidos está representada basicamente por embalagens e pelo não cumprimento integral da função de um produto. Quando compramos um eletrodoméstico, em geral, ele vem dentro de uma caixa de papelão e está envolto por algum outro material de proteção do produto. Estes materiais se tornam resíduos no momento em que são depositados na lixeira e demandam um sistema de coleta e destinação. Outro caso que exemplifica a geração de resíduo pelo não cumprimento integral da função de um produto é quando desperdiçamos alimentos nas refeições.

## Abordagem Sistêmica para gestão de resíduos

Portanto, para cada sistema (produção e consumo) há diversos caminhos para minimizar a geração de resíduos sólidos, mas todos com o propósito maior de aumentar a eficiência dos processos. Para tanto, se faz necessária uma abordagem holística, na qual se busca a compreensão das partes do todo (processos dentro dos sistemas) e de suas inter-relações. **Os resíduos são gerados nas inter-relações entre os processos**: entre extração de matéria-prima e produção, entre produção e distribuição, entre distribuição e consumo e entre consumo e descarte.

Em cada um desses macroprocessos (EXTRAÇÃO, PRODUÇÃO, DISTRIBUIÇÃO, CONSUMO e DESCARTE), há uma série de outros **processos elementares**, a depender do sistema de produção e consumo em questão. Entre dois processos elementares sempre haverá uma transferência de **fluxos de massa e energia**. Tais transferências nunca são integrais ou 100% eficientes, portanto, parte delas é “perdida” na forma de resíduos sólidos, emissões gasosas, efluentes líquidos e de calor (energia).

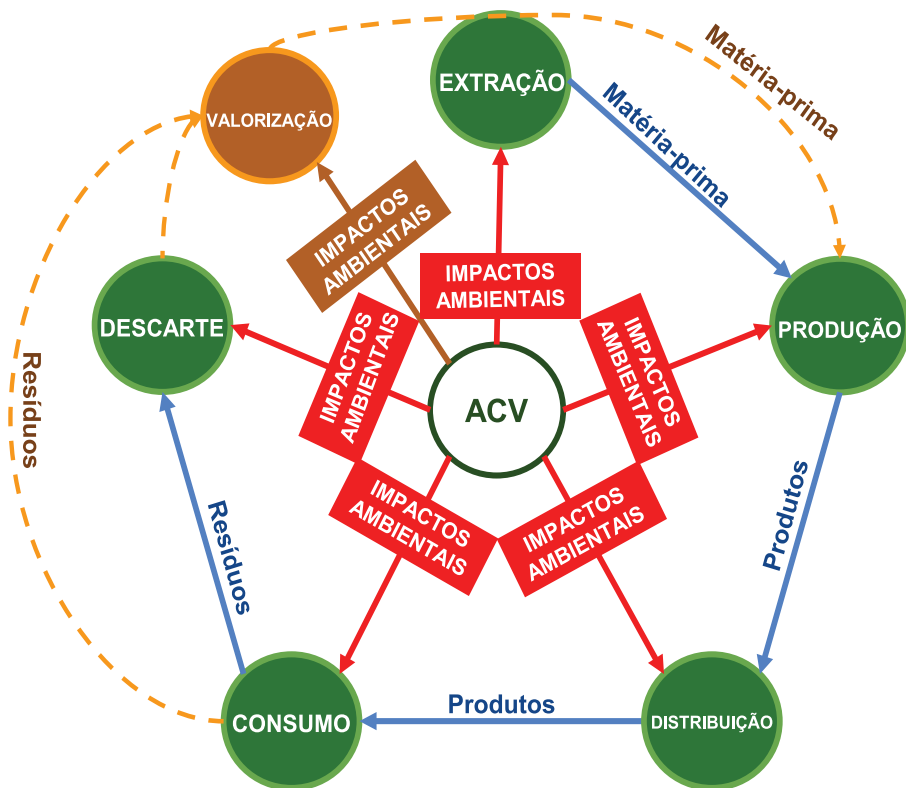
Essa visão sistêmica possibilita identificar os pontos críticos nos processos e nos fluxos, e assim, vislumbrar soluções específicas para reduzir a geração de resíduos sólidos. Essa abordagem é conhecida como **Pensamento do Ciclo de Vida** (PCV), na qual se busca avaliar os impactos socioambientais causados pelas inter-relações entre processos em sistemas de produto.

O PCV se ampara na técnica **Avaliação do Ciclo de Vida** (ACV) para avaliar os impactos. A ACV é normatizada<sup>7</sup> há pouco mais de 20 anos, mas vem sendo aprimorada e utilizada para quantificar os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de produtos desde a década de 1960. A figura 7 ilustra a aplicação da ACV para o levantamento dos impactos ambientais causados nos macroprocessos, inclusive na valorização dos resíduos como matéria-prima. Os resíduos sempre foram um tema de destaque nas pesquisas de ACV, principalmente no que tange às alternativas de valorização destes materiais. Nem sempre o reaproveitamento (reciclagem, reuso, recuperação energética, etc.) de produtos no seu fim de vida é a melhor alternativa do ponto de vista ambiental. Há sempre **conflitos de escolha** (trade offs), no sentido em que ao mitigar um impacto ambiental por meio do reaproveitamento, outro(s) pode(m) surgir ou aumentar. Para alguns sistemas de produto, a reciclagem pode demandar mais energia que a consumida na cadeia primária do produto. Outras substâncias podem surgir como emissões na recuperação energética. Assim, embora o reaproveitamento implique em diminuição do consumo de matéria-prima “virgem” e da destinação de resíduos, outros impactos passam a ser causados pelos processos inerentes aos diversos tipos de reaproveitamento.

---

7 - ISO 14040, primeira versão de 1997. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/37456.html>

Figura 7 - Abordagem sistêmica da Avaliação do Ciclo de Vida para quantificação de impactos ambientais nas cadeias produtivas



Portanto, a ACV, com sua abordagem sistêmica, possibilita a identificação desses conflitos e a compreensão dos pontos críticos, de maneira a facilitar a **tomada de decisão** sobre qual é a destinação mais equilibrada para determinado resíduo, do ponto de vista ambiental. O **fim de vida** (ou End of Life, EoL em inglês) é um tema recorrente nas pesquisas de ACV. A técnica expõe os impactos ambientais causados pela opção por reciclar, recuperar a energia ou enviar os resíduos para aterro sanitário. A ACV

também pode demonstrar os efeitos da minimização no perfil ambiental de um sistema de produto. Quanto custa, ambientalmente, minimizar a geração/destinação de resíduos? Essa pergunta pode ter distintas respostas, a depender do sistema de produto sob avaliação.

A própria Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) se fundamenta em uma abordagem sistêmica. Ela tem dois princípios fundamentais (entre 15 princípios) que se amparam explicitamente na ACV: a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto (VII) e o estímulo à implementação da ACV do produto (XIII). A PNRS preconiza vários instrumentos, dentre os quais *a coleta seletiva e a logística reversa, como ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto*. Um dos objetivos da responsabilidade compartilhada é justamente *reduzir a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais (III)*. **A visão fragmentada**, do resíduo como um problema estanque e desconectado, dificulta o entendimento da questão e impede a construção de soluções eficientes. **A visão holística**, por sua vez, promove a compreensão de como os resíduos se relacionam com os fluxos e processos de toda a cadeia produtiva de um produto. Tal compreensão possibilita o desenvolvimento das melhores alternativas para minimizar ou reaproveitar esses materiais.



# INICIATIVAS ESTRUTURANTES PARA MINIMIZAÇÃO

O ato de minimizar a geração de resíduos requer abordagens de ordem tanto estratégica quanto operacional. O ato deve contemplar desde estratégias mais amplas, que considerem a geração de resíduo como integrante e indissociável de um sistema de produto, a ações mais direcionadas, que considerem aspectos técnicos nos processos específicos onde os resíduos são gerados.

As abordagens estratégicas compõem uma **perspectiva estruturante** (gestão), no sentido de buscarem promover as condições adequadas ao desenvolvimento de **estruturas** (físicas e virtuais) para o gerenciamento eficiente dos recursos e consequente redução da geração dos resíduos sólidos. Tais condições advêm de correntes de pensamento e modelos econômicos que passam a preponderar diante da ineficiência dos modelos tradicionais em resolver o problema dos resíduos, dentre outros problemas que já não conseguem lidar.

Os modelos tradicionais não são capazes de garantir o equilíbrio entre o crescimento econômico e a preservação da natureza. Por isso, dois modelos de pensamento econômico estão avançando no mundo justamente pela potencial capacidade de serem promotores do desenvolvimento sustentável. A **Bioeconomia** e a **Economia Circular** são modelos estruturantes que, para serem



viáveis, requerem não somente a minimização da geração de resíduos sólidos, mas a eliminação do próprio conceito de resíduo. Semelhantes no propósito, se diferenciam em alguns aspectos que serão discutidos a seguir.

## Bioeconomia

O prefixo **bio** tem sido utilizado para “adjetivar” alguns substantivos e diferenciá-los de outros já tradicionais. No caso da economia, além de ser um simples indicador de uma perspectiva verde, a fusão com o bio busca promover uma aproximação com a maneira de produzir e consumir que acontece na natureza a todo o momento desde os primórdios da vida nesse planeta.

Trata-se dos **sistemas biológicos**, nos quais não há resíduo, simplesmente porque tudo é matéria e energia útil. O ciclo dos materiais é fechado, não há “perdas”. A novidade da proposta é o estímulo para que os sistemas antrópicos passem a **mimetizar** os sistemas biológicos em seus processos e fluxos. A busca pelo desenvolvimento sustentável passa invariavelmente por esse caminho.

Não se trata de uma novidade de fato, pois muitas empresas já praticam a Bioeconomia, uma vez que baseiam seus processos em recursos biológicos renováveis. Algumas destas empresas podem ser entendidas como **biorrefinarias**, nas quais a biomassa é convertida em diversos bioprodutos: de biocombustíveis a bioeletricidade,

de bioinsumos a biocompósitos. A **biotecnologia** adotada nestes sistemas está avançada a tal ponto que quase não há produto da economia fóssil que não possa ser produzido a partir de fontes biológicas. Alguns ainda enfrentam gargalos de escala de produção, mas que estão sendo vencidos pela decadência irreversível da economia não renovável.

Além do setor produtivo que tem se engajado cada vez mais, a Bioeconomia também tem se tornado agenda governamental (ação estruturante). Em diversos países, sobretudo europeus (Suécia, Alemanha, Finlândia, Inglaterra), além de Estados Unidos e Canadá, há o desenvolvimento de políticas públicas e estratégias para a implementação da Bioeconomia. Em 2018 no Brasil, foi desenvolvido o **Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia**<sup>8</sup> (PACTI-Bioeconomia). O PACTI-Bioeconomia faz parte da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação coordenada pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). O PACTI-bioeconomia tem total sinergia com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 das Nações Unidas. O plano se ampara em cinco diretrizes gerais que trazem conceitos-chave norteadores das ações de cinco linhas temáticas: Biomassa, Processamento e Biorrefinarias, Bioprodutos, Observatório Brasileiro de Bioeconomia e Instância Central Coordenadora da Bioeconomia.

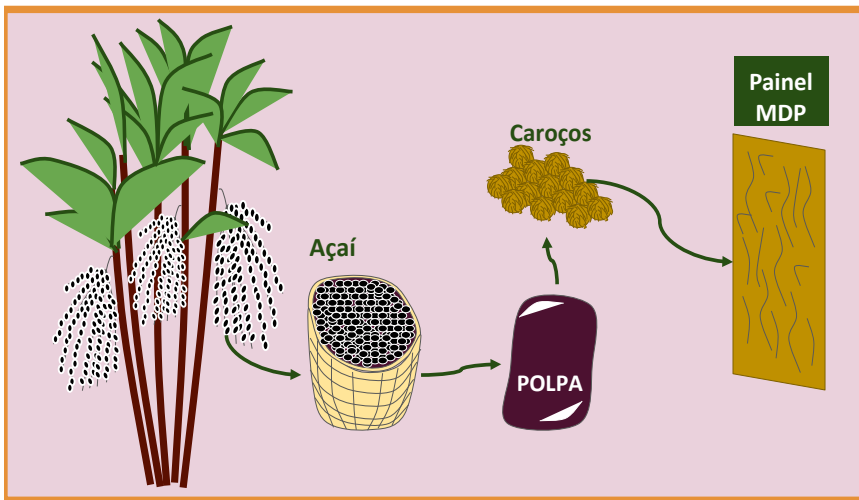
---

8 - Disponível em: [http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/Arquivos/PlanosDeAcao/PACTI\\_BIOECONOMIA\\_web.pdf](http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/Arquivos/PlanosDeAcao/PACTI_BIOECONOMIA_web.pdf)

Entre as cinco diretrizes, duas têm relação direta com a questão dos resíduos. A primeira diretriz trata do **uso sustentável de processos, de recursos biológicos renováveis e da biodiversidade nacional em substituição às matérias-primas fósseis**. Essa diretriz atenta para a necessidade de sistemas produtivos mais eficientes e sustentáveis, que gerem menos resíduos, além da oportunidade de aproveitamento da biomassa residual proveniente da agroindústria brasileira. Outra diretriz foca no **desenvolvimento sustentável e economia circular**, em uma proposta de modelo econômico regenerativo e restaurativo, na qual a circularidade é desenvolvida pela manutenção de materiais em ciclos úteis e duradouros. Para tanto, os resíduos se tornam material útil, reduzindo sua geração, impedindo que esses materiais residuais extrapolem as fronteiras dos sistemas produtivos. Os resíduos são objeto de algumas estratégias de implementação da Bioeconomia nas linhas temáticas de biomassa, de processamento e biorrefinarias e de bioprodutos. A orientação geral é que os resíduos orgânicos provenientes da agroindústria e das cidades sejam destinados como fonte de energia ou como matéria-prima em bioindústrias. Nesta perspectiva de que os resíduos não demandem os sistemas de coleta e descarte, e sim, provoquem a criação de sistemas de recuperação energética dentro das fronteiras do próprio sistema de produto no qual foram gerados, a minimização da geração de resíduos acontece.

Um exemplo promissor é a produção de painéis de média densidade (MDP) a partir dos caroços dos frutos de açaí. O foco da cadeia do açaí é a polpa para fins alimentícios. No entanto, o caroço representa mais de 80% da massa do fruto<sup>9</sup>. Pelo grande consumo de açaí no Brasil é possível ter uma noção do tanto de caroço que sobra como resíduo. Trata-se de um material bastante fibroso, muito adequado para aplicações estruturais como painéis MDP (Figura 8). Na perspectiva da Bioeconomia, o caroço (resíduo) passa a ser matéria-prima para uma bioindústria mais ampla.

Figura 8 - Potencial de aproveitamento de resíduos da cadeia do açaí



9 - Características químico-bromatológica do caroço de açaí. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/983499/1/Cot193acai.pdf>

## Economia Circular

Enquanto a Bioeconomia propõe um desenvolvimento baseado em sistemas bióticos, a Economia Circular (EC) considera também uma releitura dos processos dos sistemas abióticos, nos quais os recursos são finitos. Para tanto, a EC parte de dois fundamentos básicos: **a regeneração e a restauração**. Isso significa que os sistemas produtivos devem promover a volta ao equilíbrio dos sistemas naturais ou do **capital natural**, que é como os recursos são entendidos nesse modelo de desenvolvimento.

O reequilíbrio pode ser atingido por diversas estratégias que partem dos mesmos **princípios**<sup>10</sup>: eliminação de resíduos e poluição, manutenção de produtos e materiais em ciclos de uso e a regeneração dos sistemas naturais. Na abordagem da EC há a distinção de dois **ciclos: biológicos e técnicos**. Os ciclos biológicos seguem a mesma lógica proposta pela Bioeconomia, na qual não há o conceito de resíduo, pois os produtos de base biológica retornam aos sistemas naturais por serem biodegradáveis.

Já nos ciclos técnicos, os recursos e produtos são provenientes de sistemas naturais em uma escala de tempo geológico, portanto, não se reintegram aos sistemas naturais de maneira rápida, além de serem muito **tecnificados**. Essa não reintegração é percebida

---

<sup>10</sup> - Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/conceito>

pela poluição. Para que tais recursos e produtos sigam os princípios da EC, aplicam-se os R's da gestão de resíduos. Por meio do reuso, do reparo, da remanufatura e da reciclagem (nesta ordem) os materiais se mantêm mais tempo em ciclos úteis, circulando mais vezes nos sistemas produtivos, gerando menos resíduos e diminuindo a demanda por recursos naturais virgens.

A estratégia da EC costuma estar mais focada na indústria. De fato, é o setor da sociedade que movimenta os recursos em escalas globais. Nesse sentido, o setor produtivo é o alvo para se atingir a circularidade econômica. A adoção de **modelos de negócio circulares** implica em mudanças além dos portões das fábricas, provocando-as em toda a cadeia de valor. Há vários tipos de modelos de negócio onde se identifica a circularidade. Um estudo<sup>11</sup> realizado pela **Confederação Nacional da Indústria** (CNI) aponta alguns tipos e exemplos como substituição de produtos por serviços (servitização), o compartilhamento de produtos e serviços, insumos circulares (reaproveitáveis), recuperação de recursos, extensão de vida do produto e virtualização.

Em todos os casos, a adoção desses modelos provoca a minimização da geração de resíduos devido ao maior aproveitamento dos materiais dentro dos sistemas produtivos. Cada modelo de negócio se adequa a um ou mais

---

<sup>11</sup> - Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/4/economia-circular-oportunidades-e-desafios-para-industria-brasileira/>

tipos de sistemas de produção e de consumo. Aliada às possibilidades da Bioeconomia e amparada por uma perspectiva do ciclo de vida, a economia circular é um modelo de desenvolvimento que pode eliminar a lógica deletéria dos resíduos e manter os materiais em ciclos úteis e sustentáveis de fato.

Esse é o propósito de uma iniciativa da **Natura**, uma das maiores empresas de cosméticos do mundo, com atuação clara em prol da sustentabilidade. Tal comportamento é óbvio, uma vez que a empresa é completamente dependente de insumos provenientes do extrativismo na floresta, sobretudo da Amazônia. Em 2011 a empresa lançou o **Programa Amazônia**, uma iniciativa para estabelecer uma economia regenerativa na região. Para tanto, a empresa visa obter 30% dos insumos que consome da região pan-amazônica até 2020<sup>12</sup>. O programa foi reconhecido pela **Fundação Ellen Macarthur** como um caso de EC<sup>13</sup> pelo estímulo ao desenvolvimento de cadeias produtivas sustentáveis que reverterem a degradação da terra e mantém a floresta em pé.

---

12 - Programa Amazônia: entenda como a Natura apoia a economia da floresta viva. Disponível em: <https://www.natura.com.br/blog/sustentabilidade/programa-amazonia-entenda-como-a-natura-apoia-a-economia-da-floresta-viva>

13 - Uma Economia Circular no Brasil. Disponível em: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Uma-Economia-Circular-no-Brasil\\_Ap%C3%AAndice-de-Estudos-de-Caso.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_Ap%C3%AAndice-de-Estudos-de-Caso.pdf)

# ESTRUTURAÇÃO PARA MINIMIZAR

A partir do arcabouço teórico discutido sob a perspectiva estruturante, se tornam viáveis o planejamento e a implementação de **estruturas**. Tais estruturas são ações que provocam mudanças desde o desenho de produtos e serviços até o ato de consumo em si.

Como discutido anteriormente, minimizar resíduos é o impedimento da geração ou da saída de materiais de dentro das fronteiras dos sistemas nos quais foram gerados. Este é o foco das ações estruturais. Para tanto, são requeridas abordagens distintas, a depender do sistema sob avaliação.

Na perspectiva dos **sistemas de produção**, as ações focam no aumento da eficiência da **conversão de matéria-prima e insumos em produtos** e, para o resíduo que é invariavelmente gerado, o foco está sobre o reaproveitamento racional deste material dentro do próprio sistema. Esta é, de modo geral, a abordagem das ações estruturais para a **indústria**.

Na perspectiva dos **sistemas de consumo**, quando o produto ou serviço já está à disposição do consumidor, o foco está na busca pelo **exercício pleno da função** do produto/serviço, ou seja, no aproveitamento integral deste.



Para **produtos de consumo** de fato, “bastaria” **evitar os desperdícios**. Este é o caso dos produtos de origem biológica, como os alimentos, ou de origem fóssil, como os combustíveis. Já para os **produtos de uso** (que não se desintegram ao final do exercício da função), a minimização está em **aumentar a vida útil**, em evitar o descarte. Os produtos de uso são os eletroeletrônicos, os recipientes de bebidas, as roupas, etc. Alguns desses têm usos repetidos, uma expectativa de utilidade mais longa e são reparáveis, como é o caso de produtos de vestuário. Outros são de uso único, conhecidos como **one-way** (descartáveis), desempenham sua função uma única vez, como as garrafas PET. Nessa perspectiva dos sistemas de consumo, as ações estruturais estão orientadas para a sociedade civil, seja para o **consumidor individual ou coletivo**.

Há ainda o **governo**, que é tanto o agente estruturante para a indústria, comércio e sociedade civil, quanto o objeto das ações estruturais. O governo transita entre os dois sistemas, ora agindo como consumidor ora como regulador dos sistemas. Portanto, o governo tem um papel duplicado para fomentar a minimização: criador de políticas públicas sustentáveis (ações estruturantes) e consumidor responsável nas compras governamentais (ações estruturais).

A discussão sobre as abordagens das ações estruturais também pode se dar sobre outras esferas, como a

academia e institutos de pesquisa que produzem tecnologias e inovações que podem ser replicadas pela indústria e a sociedade civil. O mesmo vale para instituições legislativas, além de organizações não governamentais. Contudo, o foco das discussões deste guia está em quem produz (indústria), quem consome (sociedade civil) e quem estrutura e consome (governo), pois estes são setores que lidam diretamente com a geração de resíduos, além do fato de todos serem formados em primeira instância por cidadãos da sociedade civil, consumidores.

## Minimização na Indústria

Minimizar na indústria quer dizer reduzir a saída de materiais residuais para além de seus portões e, conseqüentemente, diminuir o acionamento de outros sistemas como coleta, reciclagem, incineração, etc. O desafio está em melhorar a razão matéria-prima/produto. A seguir são apresentadas algumas abordagens para a indústria.

### P+L

A **Produção mais Limpa**, ou P+L, parte do princípio da prevenção. Quando poluição começou a ser entendida como um problema, surgiram as soluções **fim-de-tubo** (end of pipe). Tais soluções tratavam os resíduos depois de gerados. Mas, mesmo do ponto de vista econômico, ficou mais evidente que tratar resíduos era mais oneroso que prevení-los.

A P+L se consolida nesta perspectiva, que encara o **resíduo como uma ineficiência** de processo. Trata-se de uma estratégia técnica, mas que considera os aspectos econômicos e logicamente os benefícios ambientais de se incrementar o uso de matéria-prima, água e energia nos sistemas produtivos. Enquanto as soluções fim-de-tubo são reativas, as estratégias P+L são pró-ativas e se direcionam de forma ampla, desde o design do produto até correções nos processos produtivos.

Segundo o **Centro Nacional de Tecnologias Limpas** do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Rio Grande do Sul (CNTL/SENAI-RS)<sup>14</sup>, são vários os benefícios socioambientais da abordagem P+L: eliminação/redução de resíduos, produção sem poluição, eficiência energética, saúde e segurança do trabalho e produtos e embalagens ambientalmente adequadas. Muitos desses benefícios também implicam em um melhor desempenho econômico, pois está cada vez mais óbvio que o custo das externalidades dos sistemas produtivos não podem ser negligenciados.

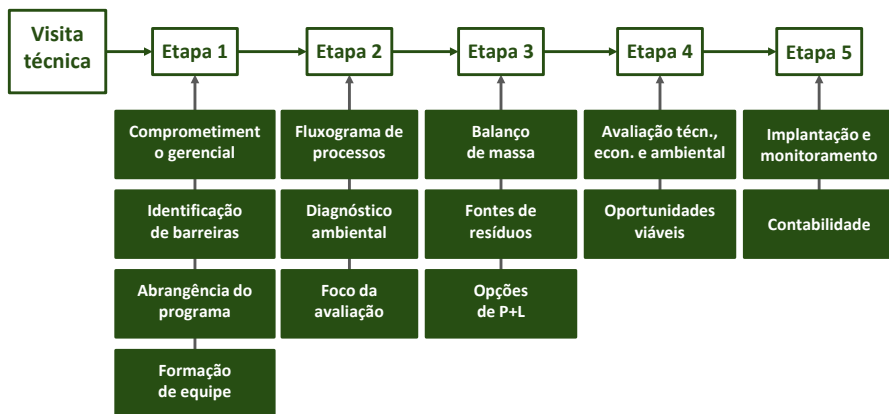
Para a implementação de um programa de P+L, a indústria deve seguir cinco etapas, conforme apresentadas na figura 9. O programa é quantitativo, depende do conhecimento do **fluxograma de processos** e de **balanços de materiais** para identificação da origem dos resíduos e a verificação do grau de eficiência do sistema.

---

14 - Disponível em: [https://www.senairs.org.br/sites/default/files/documents/manual\\_implementacao\\_pmaisl.pdf](https://www.senairs.org.br/sites/default/files/documents/manual_implementacao_pmaisl.pdf)

Figura 9 - Etapas para a implementação de um programa de P+L.

Fonte: CNTL/SENAI-RS



A partir desse diagnóstico, as ações conseguintes podem priorizar a redução na fonte ou a reciclagem interna. Cada caminho depende do sistema produtivo sob análise, mas o modo de medir o avanço será justamente na verificação da minimização da geração de resíduos.

### Simbiose Industrial

A busca pela eficiência nos sistemas de produção passa invariavelmente pelo espelhamento com os sistemas naturais. Nesses sistemas há uma relação desenvolvida entre organismos de espécies diferentes na qual ambos se beneficiam: a **simbiose**. Os líquens são exemplos clássicos de simbiose, onde há uma relação harmônica entre algas e fungos, cada um desempenhando uma função que beneficia o outro.

No setor produtivo, algumas empresas estão se comportando de forma análoga, constituindo uma **simbiose industrial**. Nessa relação, **uma empresa gera resíduos que servem de matéria-prima para outra**. Então, a primeira resolve seu passivo ambiental enquanto a segunda resolve sua necessidade de recurso. Ambas se beneficiam e a minimização da geração de resíduo ocorre porque o material circula dentro das fronteiras do sistema simbiótico.

Para que a simbiose industrial aconteça de maneira efetiva é necessário que um conjunto de empresas se estabeleça em uma mesma área. O transporte de resíduos costuma ser um impeditivo do seu aproveitamento, portanto, é crucial que ele se desloque o mínimo possível. Assim, as empresas constituem **parques ou zonas industriais** e se organizam para estabelecer as relações de trocas de materiais e energia. Alguns insumos são compartilhados: energia elétrica, água e tratamento dos resíduos, como centros de triagem e tratamento de águas residuais. O que torna um parque industrial um **ambiente simbiótico** é a **integração dos sistemas** por meio da eliminação ou redução dessas estruturas para destinação e tratamento de resíduos, pois o objetivo é que esses materiais residuais se tornem insumos e matérias-primas para algumas das empresas ali instaladas.

Nesta perspectiva, os polos industriais têm grande potencial para implementar a simbiose industrial. Alguns parques já

se constituem como exemplos dessa relação. É o caso do **Programa Mineiro de Simbiose Industrial (PMSI)**<sup>15</sup>. Desde 2009 o programa estimula planos de negócios coletivos para indústrias de um mesmo polo industrial. Ao longo dos anos, o PMSI apresenta bons números de uso racional de recursos, como o reuso de 13,7 milhões de m<sup>3</sup> de água, 140 toneladas de resíduos evitadas em aterros sanitários e redução de R\$ 8 milhões em custos operacionais.

O exemplo pioneiro de simbiose industrial é o caso da cidade dinamarquesa **Kalundborg**<sup>16</sup>. Desde os anos 1960, empresas se instalaram na cidade com o apoio do município. Essa relação se manifesta em mais de 30 trocas de materiais, água e energia entre sete empresas e a cidade.

### Minimização na Sociedade civil

Todo e qualquer cidadão do planeta é um agente de consumo. O consumidor é quem aciona toda a cadeia de valor dos sistemas de produção. A demanda por um produto ou serviço provoca a sua produção que, por sua vez, implica na geração do resíduo.

Todo e qualquer cidadão tem um poder em mãos que pode mudar as formas tradicionais de produção e consumo. Um **consumidor consciente** sabe as consequências do seu ato

---

15 - Indústria sustentável em Minas Gerais. Disponível em: <http://revistaecologico.com.br/revista/edicoes-antiores/edicao-105/industria-sustentavel/>

16 - Kalundborg (Dinamarca) – Simbiose industrial. Disponível em: <https://economia.pt/pt/exemplos/kalundborg-symbiosis>

de consumo. Ele é capaz de antever o que acontecerá com o produto no pós-consumo, baseado no conhecimento que tem da gestão e gerenciamento de resíduos sólidos em sua cidade. Ele é capaz de entender a logística necessária para que o produto que consome chegue à gôndola do mercado. Ele é capaz de compreender, de maneira sistêmica, quais materiais constituem o produto e suas origens. Diante disso, ele está apto a fazer melhores escolhas, mais sustentáveis.

Portanto, o cidadão agindo como consumidor consciente é capaz de fomentar sistemas de **Produção e Consumo Sustentáveis** (PCS). Este consumidor pode optar por um produto que consome menos matéria-prima, que é composto por materiais reciclados, que é produzido localmente, que é reutilizável, que é biodegradável, que é reciclável, que reduz emissões, que reduz o consumo de água e energia, que provém de **comércio justo e solidário**<sup>17</sup>, que está inserido no conceito de desenvolvimento sustentável.

Além do ato de consumo, os cidadãos devem adotar **estilos de vida sustentáveis**. Essa nova maneira de ser (para a maioria) no mundo, visa diminuir a pegada socioambiental individual e coletiva. Para tanto, deve-se repensar a alimentação, a mobilidade, a habitação e o lazer. E em cada uma dessas dimensões da vida cotidiana, o consumo consciente é crucial.

---

17 - Consumo responsável. Disponível em: <https://consumoresponsavel.org.br/project/comercio-justo-e-solidario/>

Para a grande maioria da população, uma vida sustentável se traduz em uma vida mais cara, portanto, impraticável. Surge um paradoxo, pois o desenvolvimento sustentável depende invariavelmente da mudança do estilo de vida tradicional baseado na economia fóssil linear. Os hábitos sustentáveis ainda são, na maioria dos casos, mais caros que os tradicionais. A comida orgânica é mais cara, carros híbridos ou elétricos são mais caros, hotéis sustentáveis são mais caros, roupas de algodão orgânico são mais caras, etc. As diferenças de preço costumam ser expressivas, a ponto de os produtos e serviços sustentáveis serem acessíveis para poucos. Assim, a sustentabilidade se torna “manca”, só atingindo as dimensões sociais e ambientais dos sistemas de produção, mas não a dimensão econômica no sistema de consumo.

Nesse contexto, cabe aos agentes reguladores (governo) garantirem o acesso à **informação para a sustentabilidade** a toda a sociedade, para que cada consumidor, de maneira individual e coletiva, possa praticar a transição para estilos de vida sustentáveis. Essa transição deve ser gradual para que seja sustentável de fato. Mudanças de hábito muito radicais, como imposições legais, podem acarretar em quebras bruscas de sistemas de produção, acarretando em novos problemas sociais e econômicos (desemprego).

Nessa transição, o consumo é um dos principais componentes. Um estilo de vida sustentável depende de um



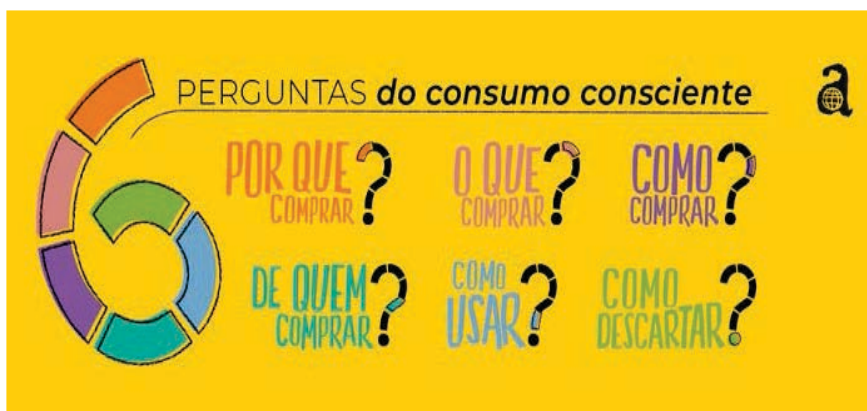
estilo de consumo consciente. O consumidor responsável deve se questionar sobre a razão do consumo. Respondida essa questão, ele deve se questionar sobre o que consumir, como consumir, de quem consumir e como descartar<sup>18</sup>. A figura 10 ilustra uma sequência de seis perguntas propostas pelo **Instituto Akatu**, para que o consumidor reflita antes, durante e depois de consumir. O consumo consciente é a bandeira do instituto, que tem como missão mobilizar a sociedade para o consumo consciente e a transição para estilos sustentáveis de vida. Todas as respostas a essas questões levam à minimização da geração de resíduos sólidos.

Há dois modos interessantes de como consumir que reduzem os resíduos no ato do consumo. Um deles é a troca de consumo de produtos por serviços, uma tendência fortemente alinhada ao desenvolvimento sustentável. A **servitização** do consumo promove a redução da geração de resíduos na medida em que desestimula a posse do produto e fideliza o cliente. O consumidor que opta pelo serviço já não compra lâmpadas, compra iluminação. As lâmpadas queimadas são responsabilidade do fornecedor do serviço. Este não tem interesse que elas queimem antes do fim da vida útil, portanto, busca oferecer um serviço que mantenha o cliente satisfeito, o que implica na redução de lâmpadas queimadas.

---

18 - Consumidor que reflete antes da compra diminui impactos negativos na natureza. Disponível em: <https://www.akatu.org.br/noticia/dia-do-meio-ambiente-consumidor-que-reflete-antes-da-compra-diminui-impactos-negativos-na-natureza/>

Figura 10 - As seis perguntas para um consumo consciente.  
Fonte: Instituto Akatu.



Outro modo é a **compra coletiva**. Consumidores que habitam um mesmo condomínio podem se organizar para comprar produtos comuns à **granel**, diminuindo sobremaneira a quantidade de embalagens. Compras coletivas vão desde produtos alimentícios, como no caso de **Comunidades que Sustentam a Agricultura (CSA)**<sup>19</sup>, até os sites para compras dos mais diversos tipos de produtos e serviços, como material escolar ou produtos de limpeza doméstica.

O consumo coletivo implica em menos embalagens, logo menos resíduos. Mas o consumidor consciente ainda deve estar atento aos processos pré-consumo, como a logística de distribuição, e ao pós-consumo, como o descarte.

19 - Parceria entre agricultores e consumidores para produção sustentável de alimentos. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?65282/CSA-Comunidade-que-Sustenta-a-Agricultura>

## Minimização no Governo

O papel do governo não é exatamente o de minimizar a geração de resíduos, mas de criar as condições necessárias para que tanto os sistemas de produção (indústria) quanto os sistemas de consumo (sociedade civil) possam reduzir.

Nesse sentido, o governo se apresenta como o **sistema de regulação**. O governo estabelece o regramento legal para que a indústria produza de maneira adequada e para que o consumidor tenha mais clareza e transparência no ato da compra. As políticas públicas determinam responsabilidades, obrigações e punições para os cidadãos e empresas. Para tanto, o governo tem que conscientizar e fiscalizar.

Em alguns momentos, o governo também age como consumidor. Aliás, as **compras governamentais** correspondem a mais de **15% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro**<sup>20</sup>. Trata-se de um valor bastante significativo que, por sua vez, implica em um grande volume de produtos e, conseqüentemente, em um grande volume potencial de resíduos.

Diante dessa situação, o governo deve agir como agente minimizador da geração de resíduos sólidos. Para

---

20 - Relatório Rio+20 – o modelo brasileiro. Relatório de sustentabilidade da organização da conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: [http://www.rio20.gov.br/documentos/relatorio-rio-20/1.-relatorio-rio-20/at\\_download/relatorio\\_rio20.pdf](http://www.rio20.gov.br/documentos/relatorio-rio-20/1.-relatorio-rio-20/at_download/relatorio_rio20.pdf)

tanto, o governo deve adotar sistemas de licitações que considerem critérios de sustentabilidade dos produtos que consomem. As **Compras Públicas Sustentáveis** (CPS) já são uma realidade em diversos países e também no Brasil, de maneira descentralizada. Os governos devem equilibrar o preço e a qualidade dos produtos que compram. Com a perspectiva da sustentabilidade, a qualidade extrapola o uso do produto ou serviço, deve considerar a **redução de impactos ambientais** quando da aquisição, uso e **descarte** desses.

As CPS ganharam relevância em âmbito global a partir de 2012, na Conferência da ONU sobre o Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20. Na ocasião, foram lançados o programa da ONU **10 Year Framework Programmes (10YFP)**<sup>21</sup> *on Sustainable Production and Consumption Patterns* e o decreto federal 7746/2012 sobre a adoção de critérios de sustentabilidade nas contratações públicas. O 10YFP lançou seis programas para fazer avançar a Produção e Consumo Sustentáveis no planeta. Entre os seis, há o programa específico para as compras públicas sustentáveis, uma parceria entre vários atores governamentais e não-governamentais, públicos e privados, para promover e acelerar a implementação da sustentabilidade nas compras públicas de maneira

---

21 - Disponível em: <https://www.unenvironment.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/one-planet-network/10yfp-10-year-framework-programmes>

global. Já o **decreto 7746/2012**<sup>22</sup> define oito critérios gerais de sustentabilidade para as compras governamentais. Entre eles, alguns têm relação direta com a minimização da geração de resíduos sólidos: (II) a preferência para materiais, tecnologias e matérias-primas de **origem local**, (III) maior **eficiência** na utilização de recursos naturais como água e energia, (V) maior **vida útil** e menor custo de manutenção do bem e da obra e (VI) uso de **inovações que reduzam** a pressão sobre recursos naturais.

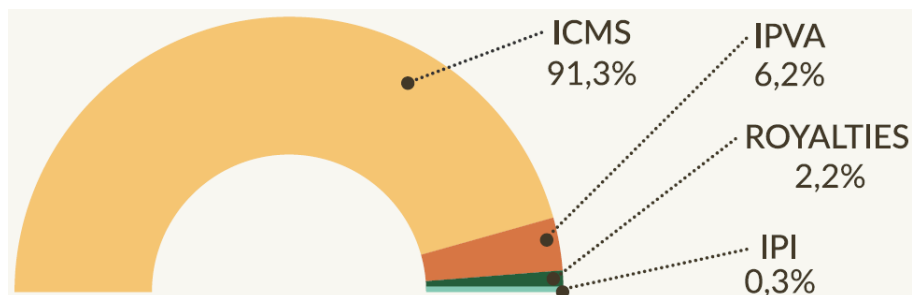
Como sistema de regulação, o governo pode incentivar a redução por meio **da tributação verde**. Há alguns mecanismos tributários que podem estimular práticas de redução da geração de resíduos. Os **incentivos fiscais** podem ser aplicados para setores específicos da gestão de resíduos sólidos. Iniciativas eficientes na conversão de matéria-prima em produtos podem ser isentadas ou ter redução em tributos específicos. Por outro lado, empresas de baixa eficiência, com geração expressiva de resíduos e sem aproveitamento racional, podem ter aplicação de tributos específicos para estimular a busca por melhorias. Este é o caso das **taxas sobre as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)**<sup>23</sup> para setores muito poluidores, baseados em fontes fósseis como o carvão mineral.

22 - Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7746.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7746.htm)

23 - Fundo Monetário Internacional – Monitoramento Fiscal: como mitigar as mudanças climáticas. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/FM/Issues/2019/09/12/fiscal-monitor-october-2019>

Alguns tributos já existentes também podem ser direcionados, como o **ICMS Ecológico**, tributo estadual que pode distribuir parte da arrecadação para municípios com boas práticas para minimização da geração de resíduos. Este é o caso do estado do Amazonas, onde há um projeto para implementação do ICMS verde, que busca recompensar os municípios que promovem o desenvolvimento sustentável por meio de ações de preservação e conservação dos recursos naturais, dentre os quais, ações específicas para gestão e gerenciamento eficientes dos resíduos sólidos<sup>24</sup>. Conforme pode ser visualizado na figura 11, o ICMS no Amazonas é o imposto mais representativo na arrecadação do estado.

Figura 11 - Principais fontes de arrecadação estadual no Amazonas.  
Fonte: IDESAM, 2016.



24 - ICMS Verde: Incentivo para a produção sustentável e redução do desmatamento nos municípios do Amazonas. Disponível em: <http://www.idesam.org.br/publicacao/icms-verde-preliminar.pdf>

## Minimização de Resíduos em um Contexto Amazônico

Uma região com mais de 5 milhões de km<sup>2</sup> cobertos em sua maior parte por florestas densas, com cerca de 25 milhões de habitantes, concentrados em poucos municípios, com a maior concentração de comunidades tradicionais no país como quilombolas, ribeirinhos, extrativistas e indígenas, com uma logística complexa, baseada principalmente em rios. Esta é a Amazônia Legal e parte de suas condições específicas que denotam um equilíbrio tênue entre desenvolvimento socioeconômico e conservação das maiores riquezas naturais do planeta.

Como era de se esperar a gestão de resíduos sólidos na região é, por si só, um desafio amazônico. A maior parte das cidades não têm mais que 20 mil habitantes e muitas possuem territórios bastante extensos, em alguns casos maiores que países, como o município de Altamira, no Pará. Em muitos desses municípios grande parte das populações está nas zonas rurais. Essas condições implicam em geração dispersa e pouco volumosa e locais de difícil acesso. Tais condições inviabilizam a instalação de indústrias de reciclagem e encarecem sobremaneira a logística dos materiais recicláveis até onde essas indústrias estão instaladas. Os aterros também são poucos, concentrados nas capitais e em algumas poucas cidades médias, com vida útil reduzida pela falta de coleta seletiva. A região é pouco industrializada, com alguns polos específicos como a Zona Franca de Manaus (AM), e os polos siderúrgicos de

Marabá (PA) e Açailândia (MA). Contudo, é fonte de produtos de extrativismo muito importantes como minérios, madeira, coco babaçu, além de produtos agrícolas expressivos como a mandioca, o açaí e o óleo de palma.

Nesse contexto a minimização da geração de resíduos se torna a estratégia mais adequada para a região. A redução de resíduos sólidos implica na redução de todos os sistemas de gerenciamento que a região carece e que dificilmente terá no médio prazo. Os poucos resíduos a serem gerados devem ser geridos e aproveitados no local de geração ou o mais próximo dele. Para uma análise mais clara, se faz necessária a divisão pelos grandes tipos de resíduos: orgânicos e recicláveis.

Os orgânicos são a maior fração dos resíduos sólidos também nos municípios da Amazônia Legal. Essa razão vale tanto para os resíduos domésticos quanto para os comerciais e agroindustriais. Os resíduos orgânicos são assim chamados pela presença do elemento carbono em grande concentração, o que os fazem fonte de energia de baixo custo e abundante. Por outro lado, a região tem acesso limitado a energia elétrica. Apesar de concentrar duas das maiores hidroelétricas do mundo (Belo Monte e Tucuruí, ambas no Pará), a região é a que detém o maior número de habitantes sem acesso à eletricidade no país. A geração de eletricidade com sistemas descentralizados a partir do aproveitamento de biomassa residual já é uma realidade na região e pode ser ampliada.



Já o aproveitamento dos resíduos recicláveis, advindos dos ciclos técnicos, é mais complicado na região, como mencionado anteriormente. Não há perspectiva de grandes mudanças devido à instalação de recicladoras pelas questões logísticas. Nesse caso, as mudanças poderiam ser mais estruturantes, no sentido da implementação de uma bioeconomia amazônica que provocasse a substituição radical dos materiais consumidos e processados, para os produtos mais tecnificados à base de materiais de origem biológica. O potencial para bioprodutos amazônicos é grande e requer alto grau de inovação nos processos industriais. Essa revolução poderia ser capitaneada pelos governos locais em parceria sólida com as grandes empresas que exploram os recursos naturais na região e que se beneficiam por isso. Estas também deveriam se responsabilizar por viabilizar sistemas robustos de logística reversa, para que os materiais recicláveis consigam chegar aos centros recicladores.

## CONCLUSÕES

Minimizar a geração de resíduos pode ser uma tarefa simples, desde que os envolvidos estejam conscientes da responsabilidade de cada um ao longo do ciclo de vida de um produto ou serviço.

Tal nível de consciência depende da aliança entre os atores dos sistemas de produção, de consumo e de regulação. O ator chave nesta tríade é o consumidor, pois ele está presente em todos os sistemas, seja no aspecto individual ou no coletivo.

Minimizar resíduos é o primeiro passo a ser tomado. Toda atividade subsequente à geração do material é custosa tanto financeira quanto ambientalmente. A geração do resíduo implica em uma cadeia de processos para mitigar seus impactos que, por sua vez, também causam problemas socioambientais que precisam ser mitigados.

Minimizar tem relação direta com eficiência. A eficiência tem limites (temporários!) tecnológicos e econômicos, mas não pode ter limites culturais. Nesse sentido, a Educação Ambiental (EA) é ferramenta primordial para que a minimização ocorra. Por meio da EA é possível atingir os padrões para estilos de vida sustentáveis, seja para os mais abastados ou para os mais pobres. Aliás, a adoção de

práticas de consumo consciente pode ser uma alternativa promissora para justamente reduzir as desigualdades sociais. E isto pressupõe um cidadão consciente das consequências e do poder de influência das suas escolhas.

A compreensão de que resíduo é matéria-prima mal aproveitada é crucial para que qualquer medida, tanto as estruturantes quanto as estruturais, tenham efeito. Todo material e energia devem ser valorizados como recursos úteis. A valorização dos recursos naturais é imprescindível para que o desenvolvimento das sociedades vá além do crescimento econômico e seja de fato sustentável.

# AMAZÔNIA LEGAL SEM RESÍDUO

Gestão dos resíduos  
sólidos na Amazônia  
Legal



Ministério da Saúde  
Fundação Nacional de Saúde

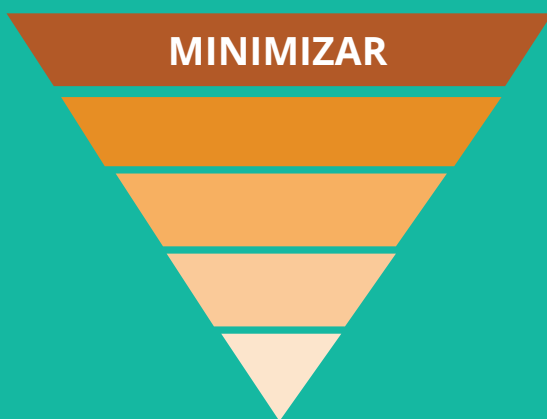


MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÕES





O Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia - **Ibict** - e a Fundação Nacional de Saúde - **Funasa** - oferecem à sociedade brasileira um guia para reduzir a geração de resíduos sólidos. Este guia é produto do projeto **Amazônia Legal sem Resíduo**. O guia propõe uma abordagem sistêmica que considera todo o ciclo de vida dos produtos e permite a proposição de iniciativas estruturantes e estruturais para redução da geração de resíduos sólidos.



Ministério da Saúde  
Fundação Nacional de Saúde



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÕES

