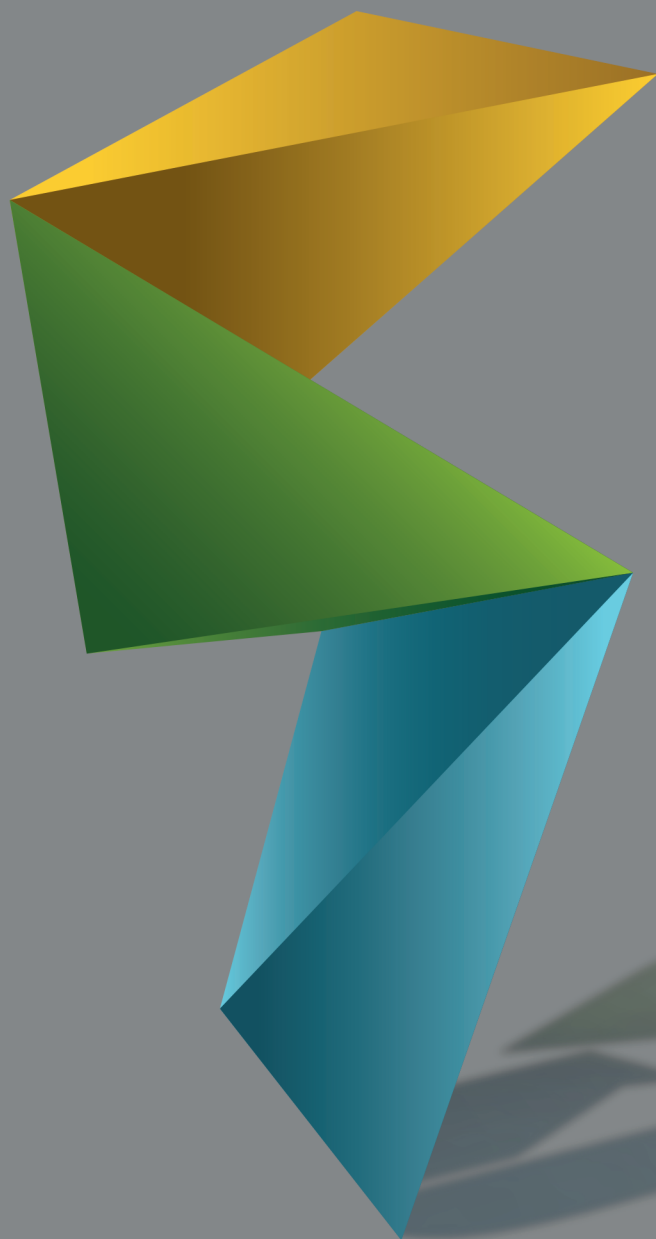




Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria



# VISÃO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Brasília, 2014

**CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI**

*Robson Braga de Andrade*

Presidente

**Diretoria de Relações Institucionais**

*Mônica Messenberg Guimarães*

Diretora

**Diretoria de Desenvolvimento Industrial**

*Carlos Eduardo Abijaodi*

Diretor

**Diretoria de Educação e Tecnologia**

*Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti*

Diretor

**Diretoria de Políticas e Estratégia**

*José Augusto Coelho Fernandes*

Diretor

**Diretoria de Comunicação**

*Carlos Alberto Barreiros*

Diretor

**Diretoria Jurídica**

*Hélio José Ferreira Rocha*

Diretor

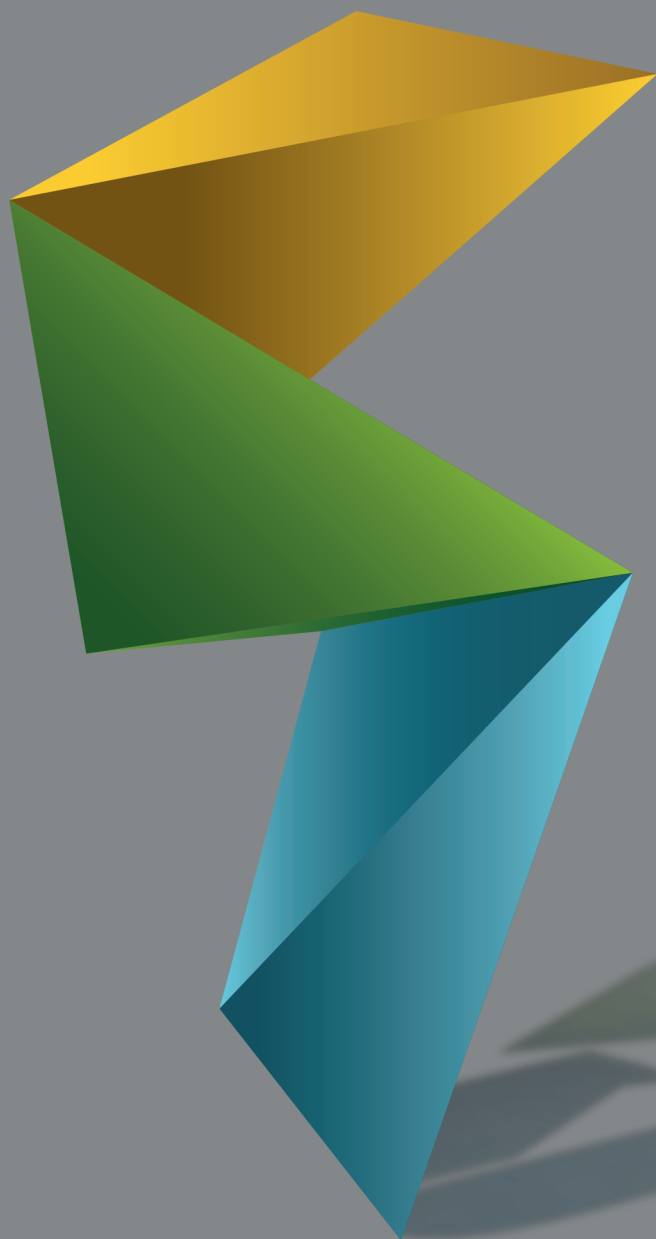
VISÃO DA INDÚSTRIA  
BRASILEIRA SOBRE  
A GESTÃO DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS







Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria



# VISÃO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Brasília, 2014

© 2014. CNI – Confederação Nacional da Indústria.  
Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.  
CNI - Gerência Executiva de Meio Ambiente e Sustentabilidade – GEMAS

CNI - Serviço de Atendimento ao Cliente - SAC  
Confederação Nacional da Indústria

Tels.: (61) 3317-9989 / 3317-9992 - Setor Bancário Norte  
sac@cni.org.br Quadra 1 – Bloco C Edifício Roberto Simonsen  
70040-903 – Brasília – DF Tel.: (61) 3317- 9000  
Fax: (61) 3317- 9994 <http://www.cni.org.br>

INTRODUÇÃO	9
1. CONTEXTO INTERNACIONAL	11
RESÍDUOS DE MINERAÇÃO	14
A CONFERÊNCIA RIO+20	15
OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO DO MILÊNIO	15
A RECICLAGEM E O MERCADO SECUNDÁRIO DE MATERIAIS	16
A MANCHA DE RESÍDUOS DO PACÍFICO E DO ATLÂNTICO	16
PROBLEMAS GLOBAIS: DESAFIOS LOCAIS	16
2. CONTEXTO NACIONAL	17
PANORAMAS REGIONAIS	19
A SIMBIOSE INDUSTRIAL NO BRASIL: COPROCESSAMENTO DE RESÍDUOS	19
A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	20
PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS	23
SISTEMA DE INFORMAÇÃO	23
MECANISMOS DE LOGÍSTICA REVERSA	23
COLETA SELETIVA	24
ACORDOS SETORIAIS	24
INSTRUMENTOS ECONÔMICO/FINANCEIROS	24
POLÍTICAS ESTADUAIS E MUNCIPAIS	24
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	27
PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	30
OPÇÕES TECNOLÓGICAS	33
LOGÍSTICA REVERSA E ANÁLISE DO CICLO DE VIDA	34
PRODUÇÃO MAIS LIMPA	35
LEAN MANUFACTURING	35

<b>3. A VISÃO DA CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA E OS DESAFIOS FUTUROS</b>	<b>36</b>
LOGÍSTICA REVERSA	36
PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS	38
INSTRUMENTOS ECONÔMICOS	38
DESIGN PARA O MEIO AMBIENTE, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO	40
REQUALIFICAÇÃO DE RESÍDUOS	41
VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA DE RESÍDUOS	42
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>44</b>
<b>ANEXO A – RESÍDUOS SÓLIDOS E SETORES DA INDÚSTRIA NACIONAL</b>	<b>47</b>
ABAL - A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA INDÚSTRIA DO ALUMÍNIO	49
ABCP - A INDÚSTRIA DE CIMENTO E A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	61
ABINEE- SETOR ELETROELETRÔNICO: CADA VEZ MAIS PRESENTE	73
ABIQUIM - A INDÚSTRIA QUÍMICA E A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	83
ABIT - INOVAÇÕES E TENDÊNCIAS PARA A SUSTENTABILIDADE NA CADEIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO	97
ANFAVEA - AS SOLUÇÕES DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA PARA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	107
CBIC- A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL E A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	111
AÇO BRASIL - COPRODUTOS E RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DO AÇO	121
IBP - OPORTUNIDADES E DESAFIOS DA GESTÃO DE RESÍDUOS PARA O DESENVOLVIMENTO DO BRASIL: CONTRIBUIÇÃO DO SETOR DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS	133
IBRAM - UMA VISÃO COMENTADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA MINERAÇÃO	147
FNBF - INOVAÇÕES E TENDÊNCIAS PARA A SUSTENTABILIDADE DO SETOR FLORESTAL	161
FNS - GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA	173
FMASE - INOVAÇÕES E TENDÊNCIAS PARA A SUSTENTABILIDADE NO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA	187
<b>ANEXO B – RESUMO DAS INICIATIVAS GLOBAIS À GOVERNANÇA DE RESÍDUOS NAS ORGANIZAÇÕES</b>	<b>199</b>
<b>ANEXO C – LEGISLAÇÕES ESTADUAIS E MUNICIPAIS SOBRE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS</b>	<b>207</b>



VISÃO DA INDÚSTRIA  
BRASILEIRA SOBRE  
A GESTÃO DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS







## INTRODUÇÃO

Competitividade com sustentabilidade, esse é o objetivo central do Mapa Estratégico da Indústria 2013-2022. A sustentabilidade tem uma relação direta com a produtividade e a inovação. Os ganhos de produtividade reduzem o uso de recursos naturais e eliminam desperdícios. A inovação, por sua vez, introduz novos produtos, processos e modelos de negócios que geram menos impacto ambiental e social.

O projeto Encontros CNI Sustentabilidade, lançado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) na Conferência Rio+20, é uma correalização entre a Confederação Nacional da Indústria (CNI), o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) e o Serviço Social da Indústria (Sesi), que vem mobilizar o setor empresarial e incentivar a articulação entre inovação, produtividade e sustentabilidade como eixos promotores da competitividade. Com edições anuais, essa iniciativa traz ao debate tendências, tecnologias inovadoras, oportunidades e desafios para nortear esse caminho.

É preciso estimular a mudança no processo linear de utilização de recursos naturais para processamento e descarte para uma lógica circular, na qual os materiais são constantemente reciclados e reutilizados. A busca por uma solução de longo prazo passa necessariamente por investimentos em educação, pesquisa, desenvolvimento e inovação. É cada vez mais necessário que os produtos e sistemas produtivos sejam projetados dentro de uma lógica de eficiência e reaproveitamento de recursos, desde a prancheta até o relacionamento com o consumidor final. Esse raciocínio abre grandes perspectivas para o uso de novos materiais, processos produtivos e, conseqüentemente, novos negócios.

Com o tema Resíduos Sólidos: Inovações e Tendências para a Sustentabilidade, a 3ª edição do Encontros CNI Sustentabilidade reúne o setor industrial brasileiro para dialogar sobre as oportunidades e os desafios que a gestão de resíduos sólidos traz para o setor industrial e sobre as tendências que têm levado a indústria a repensar processos, produtos e modelos de negócios.

Este documento tem o objetivo de contextualizar a situação atual e tendências associadas à geração e destinação de resíduos sólidos, bem como compartilhar a visão do setor industrial para o aprimoramento da sua gestão e a minimização dos riscos associados.

No primeiro capítulo, as tendências regionais e globais são analisadas com base em documentos de instituições de referência, para construir um panorama das melhores práticas e principais lacunas a serem preenchidas, com destaque para oportunidades criadas com a nova Política Nacional de Resíduos Sólidos e as perspectivas para empresas nacionais.

Na sequência, é apresentada a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que traz as linhas mestras para reduzir os resíduos gerados e para a destinação apropriada daquele que é gerado no País. Aqui é apresentado, também, um levantamento das políticas estaduais e municipais existentes. Esta seção explora as melhores práticas e lacunas no território nacional, fornecendo um guia para oportunidades de ação com maior efetividade para evolução da situação brasileira no que diz respeito à geração e destinação de resíduos.

A gestão de resíduos sólidos é apresentada com uma descrição dos princípios e critérios de boas práticas em gestão integrada de resíduos sólidos, com fundamentação em recomendações e manuais das principais organizações internacionais, com destaque para a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) e para a Organização das Nações Unidas (ONU). São apresentadas também as principais escolhas tecnológicas para processamento e recuperação de resíduos, que podem ser adotadas por empresas em busca de sustentabilidade dos sistemas produtivos.



A visão da CNI descreve a importância estratégica da gestão de resíduos sólidos, sua relação com tecnologias produtivas, com o ciclo de vida dos produtos e suas embalagens, e aborda questões de logística reversa, inovação e sustentabilidade. Apresenta, ainda, os principais desafios para a gestão de resíduos sólidos no Brasil, oferecendo uma pauta para o futuro sob o ponto de vista técnico, econômico e político.

No Anexo A, são apresentados os artigos técnicos de setores estratégicos da economia, com suas perspectivas específicas, desafios enfrentados e avanços obtidos recentemente com relação à gestão de resíduos sólidos.

O Anexo B identifica iniciativas internacionais e nacionais relevantes sobre o tema, que não foram tratadas ao longo do texto principal, com referências para aprofundamento.

O Anexo C oferece uma relação das legislações estaduais e municipais já aprovadas no contexto da nova Política Nacional de Resíduos Sólidos, com destaque ao interesse do setor eletroeletrônico.





# 1. CONTEXTO INTERNACIONAL

Existe uma grande lacuna na disponibilidade de dados consistentes sobre gestão de resíduos sólidos urbanos no mundo. O Banco Mundial, que publicou em 2013 um dos mais completos estudos sobre o tema disponíveis atualmente, intitulado *What a Waste* (World Bank, 2013), afirma que “dados sobre disposição de resíduos são os mais difíceis de coletar”. Apenas alguns poucos países desenvolvidos apresentam estatísticas detalhadas e, ainda assim, a ausência de um padrão único de classificação torna bastante complicado o exercício de comparar números e traçar um panorama global da atividade.

O impacto gerado pelos resíduos sólidos em um mundo cada vez mais urbano cresce de forma acelerada. Resíduos sólidos urbanos contêm significativa parcela de matéria orgânica cuja decomposição anaeróbica gera metano, um gás do efeito estufa. Os efeitos locais dos resíduos que não são adequadamente dispostos contribuem para prejuízos aos cofres públicos, alagamentos, poluição da água e do ar, além de gerar impactos sobre a saúde pública, como doenças respiratórias, proliferação de insetos vetores de doenças. Tendências globais analisadas pelo Banco Mundial indicam que a geração de resíduos no mundo aumenta mais rápido que as taxas de urbanização ou de crescimento do PIB global.

A quantidade de resíduos sólidos gerados por pessoa nas cidades do planeta aumentou de 0,64 kg por dia para mais de 1,2 kg diários, entre 2003 e 2013, segundo números disponíveis no relatório *What a Waste*. Projeções apresentadas pelo relatório indicam que até 2025, 4,3 bilhões de habitantes urbanos irão gerar cerca de 1,42 kg de resíduos sólidos por dia cada, totalizando 2,2 bilhões de toneladas por ano.

**Tabela 1 - Geração de Resíduos Sólidos por País - Dados Atuais e Projeções para 2025.**

PAÍS	NÍVEL DE RENDA	DADOS ATUALMENTE DISPONÍVEIS			PROJEÇÃO 2025			
		POPULAÇÃO URBANA TOTAL	RESÍDUOS GERADOS (KG/HAB/DIA)	RESÍDUOS GERADOS TOTAIS (TONELADAS/DIA)	POPULAÇÃO TOTAL	POPULAÇÃO URBANA	RESÍDUOS GERADOS (KG/HAB/DIA)	RESÍDUOS GERADOS TOTAIS (TONELADAS/DIA)
Uganda	Baixo	3.450.140	0,34	1.179	54.011.000	9.713.000	0,65	6.313
Emirados Árabes Unidos	Alto	2.526.336	1,66	4.192	6.268.000	5.092.000	2	10.184
Reino Unido	Alto	54.411.080	1,79	97.342	65.190.000	59.738.000	1,85	110.515
Estados Unidos	Alto	241.972.393	2,58	624.700	354.930.000	305.091.000	2,3	701.709
Uruguai	Médio Alto	3.025.161	0,11	329	3.548.000	3.333.000	0,6	2.000
Vanatu	Médio Baixo	33.430	3,28	110	328.000	113.000	3	339
Venezuela	Médio Alto	22.342.983	1,14	25.507	35.373.000	34.059.000	1,5	51.089
Vietnam	Baixo	24.001.081	1,46	35.068	106.357.000	40.505.000	1,8	72.909
Zâmbia	Baixo	4.010.708	0,21	842	16.539.000	6.862.000	0,55	3.774
Zimbábue	Baixo	4.478.555	0,53	2.356	15.969.000	7.539.000	0,7	5.277

Fonte: Banco Mundial.



Ainda de acordo com números publicados pelo Banco Mundial, a geração atual de resíduos sólidos no mundo se aproxima de 1,3 bilhões de toneladas por ano. O cenário é mais preocupante para países em desenvolvimento, nos quais se espera que o volume de resíduos sólidos dobre no período. Os custos totais relacionados à gestão de resíduos vão crescer de cerca de US\$205,4 bilhões para cerca de US\$375,5 bilhões em 2025, e os aumentos serão mais acentuados nos países em desenvolvimento.

Figura 1 - Geração e custos de resíduos sólidos urbanos.



Fonte: Banco Mundial, 2013.

Em países com renda mais baixa, o relatório afirma que a gestão de resíduos sólidos é normalmente o maior item dos orçamentos municipais. Em todo o mundo, este serviço é usualmente responsabilidade das municipalidades. A coleta e disposição de resíduos sólidos estão entre os serviços públicos mais básicos e municipalidades que não são capazes de oferecê-lo adequadamente raramente conseguem gerir serviços mais complexos como saúde, educação, fiscalização sanitária, etc. Por esta razão, o fortalecimento da gestão de resíduos sólidos urbanos representa uma oportunidade para fortalecimento dos serviços públicos no nível municipal e, conseqüentemente, um importante vetor de integração de políticas públicas.



Um artigo acadêmico publicado em outubro de 2012, no periódico *Waste Management*, de Guerrero, Maas e Hogland - pesquisadores da Universidade Tecnológica de Eindhoven na Holanda e na Universidade de Lineu, em Kalmar, Suécia-, joga mais luz na questão da disponibilidade de dados. Segundo os autores, um levantamento da bibliografia científica publicada entre 2005 e 2011 relacionada à gestão de resíduos em países em desenvolvimento indica que poucos artigos oferecem informações quantitativas.

De acordo com os pesquisadores Marshall e Farahbakhsh, da Universidade de Guelph, no Canadá, a gestão de resíduos sólidos urbanos é uma questão de crescente preocupação global, com aumento das populações urbanas e mudanças nos padrões de consumo. Questões ambientais e de saúde estão tornando-se urgentes, em particular nos países em desenvolvimento. Nos países industrializados, questões de saúde pública, ambientais, escassez de recursos naturais, mudança climática e debates públicos foram os principais eixos para integração da gestão de resíduos sólidos urbanos, segundo os pesquisadores. Nos países em desenvolvimento, os autores destacam o papel da urbanização tardia e acelerada, desigualdade de renda, crescimento econômico e aspectos culturais e socioeconômicos – políticas, governança e questões institucionais, além de influências internacionais, que complicam o caminho da gestão integrada e sistêmica dos resíduos sólidos urbanos.

Organizações internacionais como a OCDE e a ONU oferecem uma grande quantidade de literatura técnica relacionada à gestão de resíduos, porém em caráter normativo. Estas instituições publicam também estudos de caso com dados muito específicos às situações enquadradas, difíceis de comparar ou extrapolar. O único relatório global que compila e compara dados sobre resíduos no mundo todo é o estudo *What a Waste*, do Banco Mundial, publicado originalmente em 2009 e re-editado com informações atualizadas em 2013.

A OCDE trabalha com a questão de resíduos há vários anos, encorajando a prevenção, a minimização e a gestão ambientalmente adequada de resíduos. Desde 2004, a organização trabalha com uma abordagem integrada de gestão sustentável de materiais, que aborda todo ciclo de vida do produto. Atualmente, o trabalho da OCDE está focado em políticas e instrumentos que podem ser úteis na promoção desta abordagem, contribuindo para implantação da Recomendação do Conselho da OCDE sobre Produtividade de Recursos, adotada em 2008.

A Diretoria Ambiental da OCDE publicou, em setembro de 2004, um relatório do Grupo de Trabalho em Prevenção de Resíduos e Reciclagem e do Grupo de Trabalho em Informações Ambientais e Panoramas, com comparação entre a gestão dos resíduos sólidos urbanos, de origem predominante residencial, comercial e de varrição de logradouros públicos, dos resíduos originários de construções e demolições, e dos resíduos industriais não perigosos. A organização destaca uma virtual ausência de séries históricas relacionadas aos resíduos de construção e demolição e resíduos industriais não perigosos. Em ambos os casos, deve-se considerar o efeito estoque. Os materiais usados em construção e na produção industrial integram em grande parte o produto final. Cedo ou tarde, estes estoques tornam-se resíduos, variando a espera entre alguns meses a anos para bens de consumo, até várias décadas para edificações.

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), atuando por meio do Centro Internacional de Tecnologia Ambiental, lançou, em 2010, a Parceria Global para Gestão de Resíduos. Esta iniciativa envolve organizações internacionais, governos, empresas, instituições de ensino e pesquisa, autoridades locais e organizações não governamentais. O objetivo é a busca de cooperação global entre as partes interessadas, para compartilhar informações, levantar dados e capacitar organizações para conservação e uso eficiente de recursos.



O PNUD gerencia um portfólio de projetos de gestão de resíduos perigosos de US\$230 milhões, incluindo co-financiamento. Trabalhando em articulação com a Parceria para Ação com Equipamentos de Computação (PACE, em inglês, parte da Convenção Basiléia que controla o movimento internacional de resíduos perigosos), o programa oferece apoio para países em desenvolvimento na gestão de resíduos eletrônicos de maneira ambientalmente adequada. Respondendo às demandas de cada país, mantém 22 escritórios engajados em projetos relacionados a resíduos não perigosos.

Resíduos agrícolas perigosos, como pesticidas e suas embalagens, EPIs usados, solo contaminado, etc, devem ser manuseados com cuidado. O PNUD assiste países em desenvolvimento no gerenciamento de maneira adequada dos resíduos relacionados a pesticidas obsoletos e PCBs (produtos químicos usados em equipamentos elétricos como transformadores), com iniciativas na China, Geórgia, Honduras, Nigéria e Vietnã, e aqueles relacionados a poluentes orgânicos persistentes (POPs), com programas em andamento na China, Gana, Cazaquistão, Quirguistão, Letônia, México, Marrocos, Ruanda, Eslováquia, Uruguai e Vietnã.

Existe, ainda, o resíduo radioativo, presente em equipamentos de diagnóstico e radioterapia, com potencial para causar desastres ambientais mesmo em pequenas quantidades. O PNUD atua em parceria com a Organização Mundial da Saúde (OMS) e outras partes interessadas, em programas de gestão de resíduos de serviços de saúde na Argentina, Índia, Letônia, Líbano, Filipinas, Senegal e Vietnã.

Resíduos pós consumo de eletroeletrônicos domésticos e outros resíduos como baterias, celulares, etc, contêm materiais preciosos que podem gerar recursos de valor para reciclagem, como cobre, prata, ouro e terras raras. Segundo o PNUD, a gestão destes resíduos em países em desenvolvimento é precária. A prevalência do setor informal favorece operações inseguras e insustentáveis, expondo pessoas a materiais perigosos. Em parceria com a Convenção Basiléia/PACE, o programa realiza pesquisas em Burkina Fasso, Jordânia, El Salvador e Sérvia, para propor ações adequadas de gestão de resíduos eletrônicos.

Há também resíduos que representam um risco para a camada de ozônio. Apesar do sucesso do Protocolo de Montreal em reduzir o uso destes materiais, existe uma quantidade significativa em equipamentos de refrigeração obsoletos e materiais de isolamento térmico. Sem medidas adequadas, esses materiais possuem grande potencial para contribuir com o aquecimento global e, por essa razão, devem ser geridos com cuidado. O PNUD trabalha em parceria com o Protocolo de Montreal e o Global Environment Facility (GEF) para implantar projetos piloto no Brasil, Cuba, Colômbia, Geórgia, Gana e Índia.

## Resíduos de Mineração

Segundo a Comissão Europeia, resíduos de mineração constituem uma das maiores fontes de resíduos na Europa. Envolve materiais removidos para acessar o minério, como solo, rochas e resíduos do processamento do minério. Entretanto, existem resíduos, em particular na mineração de metais não ferrosos, que podem conter grandes quantidades de materiais perigosos. A extração e o processamento do minério tende a tornar metais mais quimicamente reativos, o que pode gerar efluentes tóxicos.

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA - Environment Protect Agency) classifica todos os resíduos de mineração de minerais metálicos e fosfato, além de outros 20 resíduos específicos de processamento de minerais, como "Resíduos Especiais" tratados como resíduos perigosos pela Administração Federal. O refino de minerais gera grandes quantidades de resíduos tóxicos, segundo a EPA.



## A Conferência Rio+20

Um dos principais resultados da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - Rio + 20, realizada em junho de 2012, na cidade do Rio de Janeiro, foi o início do processo de construção de um conjunto de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável para substituir os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, que finalizam em 2015. A estrutura de governança, os pré-requisitos e outras orientações para a construção desses objetivos foram acordados no documento final da conferência “O Futuro que Queremos”. Os objetivos farão parte da Agenda Global de Desenvolvimento Pós-2015, que vai suceder a Declaração do Milênio, e deverão ser aprovados em setembro de 2014, na 68ª reunião anual da Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas.

O projeto Encontros CNI Sustentabilidade é um desdobramento concreto da articulação e mobilização do setor industrial durante a Conferência Rio+20, quando a Confederação Nacional da Indústria realizou o Encontro da Indústria para Sustentabilidade, com mais de 1000 representantes da indústria brasileira reunidos, em conjunto com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai), o Serviço Social da Indústria (Sesi) e 16 setores estratégicos da indústria nacional.

A proposta de promover diálogo sobre tendências, tecnologias, oportunidades e desafios para a indústria na busca da competitividade com sustentabilidade, em alinhamento com o Mapa Estratégico da Indústria 2013-2022, dinamiza a interação entre os eixos de competitividade, sustentabilidade e inovação. Debates, análises comparativas e painéis com especialistas enriquecem o diálogo sobre políticas públicas, gestão corporativa e os caminhos futuros para a sociedade em busca de uma integração harmônica entre sistema produtivo e meio ambiente.

No documento “O Futuro que Queremos”, o tema de resíduos é abordado em conjunto com o manuseio de produtos químicos nos itens 213 a 223. A necessidade de gestão ao longo do ciclo de vida dos materiais e a questão da capacitação dos países em desenvolvimento recebe destaque, com foco no fortalecimento de parcerias, por meio de assistência técnica e estruturas de governança melhoradas.

Priorizar a redução dos resíduos gerados, por meio de parcerias público-privadas entre a indústria, governos, instituições de ensino e pesquisa e outras partes interessadas não governamentais fortalece a capacidade de gestão ambientalmente adequada de resíduos. É preciso abordar os produtos ao longo de todo seu ciclo de vida, desde um projeto que favoreça o reuso e reciclagem dos materiais, passando por políticas que favoreçam a eficiência no uso de recursos e a gestão adequada de resíduos, e aumento na recuperação energética. Resíduos sólidos como eletrônicos e plásticos representam um desafio específico que deve ser abordado por todas as partes interessadas para desenvolver um sistema eficiente de gestão de resíduos.

Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, adotados pela Organização das Nações Unidas na Cúpula do Milênio, realizada no ano 2000, abordam a questão da pobreza e da fome, de sustentabilidade ambiental e de uma parceria global para o desenvolvimento, que estão diretamente relacionados à gestão de resíduos e às relações de produção e consumo no paradigma industrial.

## Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

O uso eficiente de recursos, reduzindo o desgaste das reservas naturais e a geração de resíduos que geram graves problemas de saúde é um desafio e uma oportunidade para construir novas relações de produção e consumo, mais sustentáveis.



O Objetivo 7 – Garantir a Sustentabilidade Ambiental possui metas que estão em sintonia com os desafios abordados pela gestão de resíduos:

- Integrar os princípios de Desenvolvimento Sustentável nas políticas e programas nacionais e reverter a perda de recursos ambientais;
- Reduzir a perda de diversidade biológica e alcançar, até 2010, uma redução significativa na taxa de perda;
- Até 2020, ter alcançado uma melhora significativa nas vidas de pelo menos 100 milhões de habitantes de bairros degradados.

## A Reciclagem e o mercado secundário de materiais

Com a evolução da reciclagem de materiais, principalmente o alumínio, o plástico PET e O papel, o gestor de resíduos sólidos deve considerar também as variações nos mercados secundários de materiais. De acordo com o estudo What a Waste, do Banco Mundial, enquanto várias municipalidades americanas e europeias começaram esforços de reciclagem locais, vendendo os materiais disponíveis para empresas próximas, hoje este mercado é global. A organização destaca a importação do papel da China, por exemplo, que compra grandes quantidades do resíduos em Nova Iorque e Buenos Aires, impactando os preços locais.

## A Mancha de resíduos do Pacífico e do Atlântico

Os giros oceânicos do Pacífico e do Atlântico são correntes circulares formadas pelo padrão global de ventos e pelo movimento de rotação da Terra. Segundo a Sociedade Geográfica Nacional dos Estados Unidos, a área no centro do giro tende a ser muito calma e estável, enquanto o movimento circular aspira os resíduos, que não conseguem escapar e se acumulam. A maior parte dos resíduos presentes nos oceanos são constituídos por materiais não biodegradáveis de pequeno tamanho, invisíveis a olho nu.

## Problemas globais, desafios locais

Segundo dados do documento What a Waste (World Bank, 2013), espera-se que a população urbana supere, em 2050, a população mundial total do ano 2000. O rápido crescimento econômico e a expansão da sociedade de consumo, com a emergência de novas classes médias nos países em desenvolvimento, exige uma mudança de paradigma na busca pela sustentabilidade do sistema produtivo humano.

O desenvolvimento econômico global coloca em destaque a questão dos resíduos, que crescem exponencialmente com a mudança nos padrões de consumo. Políticas de desenvolvimento industrial acelerado adotadas pelos países em desenvolvimento, sem adequada atenção à gestão de resíduos, permitem acumulação de grande passivo ambiental e social. No entanto, os resíduos representam também uma oportunidade de investimento e desenvolvimento de tecnologias para redução em sua geração e reaproveitamento dos recursos naturais presentes. Ao reverter a lógica linear de exploração de reservas finitas de recursos e acumulação indefinida de resíduos, em favor de um novo arranjo circular, onde os materiais fluem em um ciclo contínuo, promove-se a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

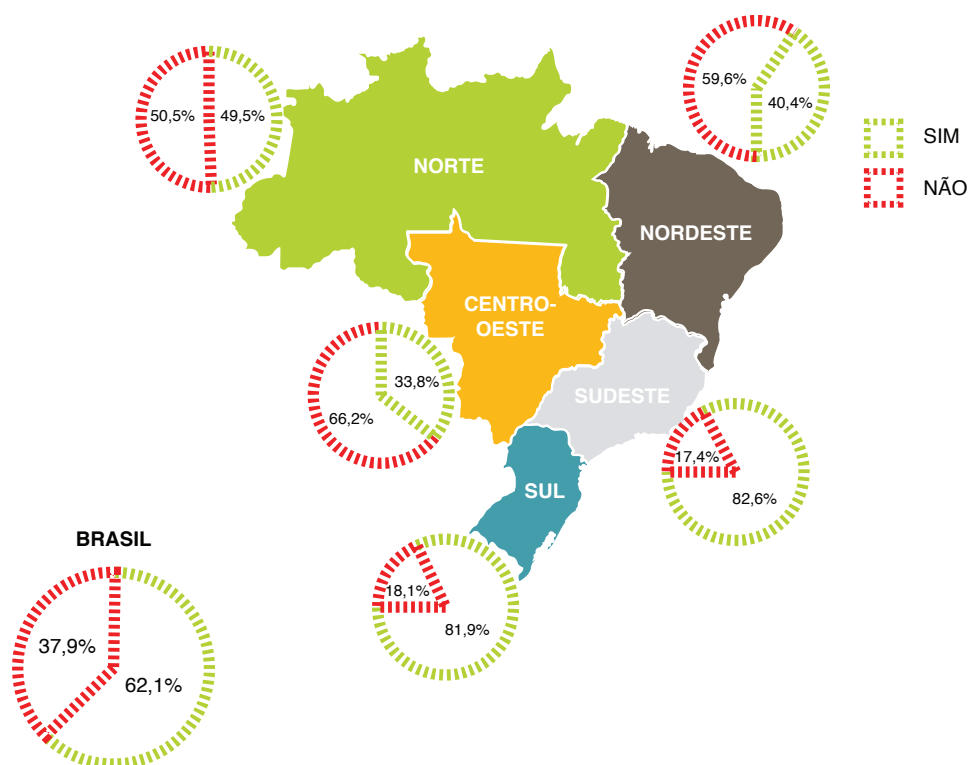


## 2 . CONTEXTO NACIONAL

A limpeza urbana no Brasil constitui um mercado de R\$24,24 bilhões e gera cerca de 333 mil empregos, segundo o mais recente levantamento nacional realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPEb, 2014). De acordo com os números levantados pela instituição, em 2013 foram gerados cerca de 76,387 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos no país. Deste total, cerca de 58% receberam destinação considerada adequada.

O estudo da ABRELPE foi realizado com dados da Pesquisa Nacional de Amostragem por Domicílios (PNAD), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e pesquisa direta por aplicação de questionários, abrangendo 401 municípios e 51,3% da população urbana nacional. O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), instrumento previsto na Política Nacional de Saneamento, e gerenciado pelo Ministério das Cidades, publica um diagnóstico anual do manejo de resíduos sólidos. A edição mais recente disponível, de 2012, abrange 3.043 municípios, ou 54,6% do total do país, e 81,1% da população urbana nacional, ou 132,8 milhões de pessoas. Esse diagnóstico aponta um déficit de atendimento quase 2,8 milhões de habitantes, dos quais 63,7% estão nas regiões Norte e Nordeste.

Figura 1 - Iniciativas de Coleta Seletiva nos Municípios em 2013 - regiões e Brasil.



Fonte: ABRELPEb, 2014.





Foi constatado pela ABRELPE que pouco mais de 62% dos municípios brasileiros apresentam qualquer iniciativa de coleta seletiva, mas este dado deve ser considerado levando-se em conta que muitas vezes trata-se apenas de disponibilização de pontos de coleta, ou convênios com cooperativas de catadores, e que nem sempre abrangem toda área ou população dos municípios. Segundo estimativas do SNIS, 20% dos municípios registram serviço de coleta seletiva, 35% não apresentam qualquer iniciativa e para 45% dos inexistem dados. Com relação ao volume de resíduos, o SNIS estima que apenas 3,1% do total de resíduos sólidos urbanos são coletados de maneira seletiva.

Os dados compilados pela ABRELPE categorizam os resíduos em três diferentes classes: Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e Resíduos de Serviços de Saúde (RSS). A geração de Resíduos de Construção e Demolição chegou, em 2012, a aproximadamente 35 milhões de toneladas, enquanto os Resíduos de Serviços de Saúde totalizaram cerca de 245 mil toneladas. Quanto ao total de Resíduos de Construção e Demolição, deve ser notado que estão contabilizados apenas os resíduos lançados nos logradouros públicos, coletados pelos municípios.

A legislação brasileira responsabiliza os geradores de Resíduos de Serviços de Saúde pela sua disposição final, resultando em maior controle e no mais alto índice de adequação. Dados levantados pela ABRELPE indicam que, em 2013, 44% destes resíduos foram incinerados, 20,5% foram para autoclave, 2,4% para micro ondas, e 33,1% para outras destinações.

No que diz respeito aos Resíduos de Construção e Demolição, a nova política nacional responsabiliza os geradores pela disposição. Apenas os resíduos depositados em áreas públicas e oriundos de obras públicas apresentam dados estatísticos compilados a seu respeito. Em 2013, foram coletados pelo poder público 117 mil toneladas diárias de RCD no país, um aumento de 4,6% em relação a 2012.

O Instituto de Pesquisa Economia Aplicada (IPEA) publicou, em 2013, o Diagnóstico dos Resíduos Sólidos do Setor Agrossilvopastoril, considerado nos segmentos de agrotóxicos, fertilizantes, insumos farmacêuticos veterinários, além dos resíduos sólidos domésticos. O relatório de pesquisa informa que a legislação referente aos agrotóxicos é efetiva e a coleta, o transporte, o armazenamento e a disposição final de embalagens vazias são adequados. Este caso representa um estudo de campo sobre a responsabilidade compartilhada, atribuída a todos os agentes envolvidos no ciclo de vida da embalagem. Não existe, no entanto, legislação específica para fertilizantes, que são enquadrados na Política Nacional de Resíduos Sólidos sem distinção.

Em 2013, os municípios brasileiros gastaram, em média, R\$ 114,84 por habitante na coleta de resíduos sólidos urbanos e demais atividades de limpeza, segundo a ABRELPE. O Diagnóstico do SNIS, que trabalha com uma amostra diferente da ABRELPE, mais abrangente, estima este valor em R\$ 100,00 por habitante/ano. De maneira geral, os serviços de coleta são parciais, abrangendo apenas parte da área e população totais dos municípios, o que dificulta a compilação de dados confiáveis a respeito de quantidades totais.

Além do enorme desafio logístico representado pelos resíduos sólidos, existe, também, um grande contingente de recursos humanos que carecem de investimento em qualificação e preparo técnico para adotar e criar novas soluções onde elas são mais necessárias: no chão de fábrica e nas ruas das cidades. Somente entre catadores de resíduos, o estudo *What a Waste*, do Banco Mundial, estima em 2 milhões o número de pessoas diretamente envolvidas com a atividade. Ao investir na capacitação dessa mão de obra, que lida diretamente com o problema, surgem oportunidades de desenvolvimento de soluções de alta efetividade e baixo custo, que agregam valor às cadeias produtivas.





## Panoramas regionais

Segundo os dados nacionais, levantados pela ABRELPE e pelo IBGE, a abrangência da coleta de resíduos sólidos urbanos no Brasil varia conforme a região. Com uma média nacional de 90,17%, chega a até 96,87% na região Sudeste, 92,54% na região Sul, 92,11% na Centro-Oeste, 84,22% na Norte e 77,43% na Nordeste. No país todo, 62% dos municípios apresentam alguma iniciativa de coleta seletiva, com a região Sudeste novamente na liderança com 80,5% dos municípios realizando alguma iniciativa de coleta seletiva, seguida de perto pela região Sul, com 79,5%, região Norte com 47,7%, região Nordeste com 37,8% e Centroeste com 31,8%.

**Tabela 2 - Abrangência da coleta de resíduos sólidos urbanos no Brasil.**

REGIÃO	MUNICÍPIOS	RESÍDUOS (T/DIA)	PROPORÇÃO COLETADA	Proporção da coleta disposta em Lixões/Aterros precários	Dispêncio por habitante por mês	Postos de Trabalho	Movimento econômico
Norte	450	15.159	80,3%	65% (27.126 t/dia)	R\$8,06	23.399	R\$ 1,7 bi
Nordeste	1.794	53.465	78,2%	65% (27.126 t/dia)	R\$ 8,11	86.314	R\$ 5,6 bi
Centro-Oeste	467	16.636	93%	70% (10.834 t/dia)	R\$6,30	30.990	R\$ 1,1 bi
Sudeste	1.668	102.088	97,1%	28% (27.475)	R\$12,11	152.991	R\$ 13 bi
Sul	1.191	21.922	94.1%	30% (6.094 t/dia)	R\$7,56	39.083	R\$ 2,80 bi

Fonte: ABRELPE

## A simbiose industrial no Brasil e o coprocessamento

Merece destaque a iniciativa da simbiose industrial baseada em um programa britânico. Estudado e praticado na América do Norte e Europa desde a década de 1970, a proposta de utilizar os resíduos e subprodutos de um setor industrial como insumo para outras cadeias produtivas alinha incentivos econômicos com ambientais. Empresas podem reduzir custos e passivos ambientais ao mesmo tempo em que geram receitas, processo que pode ser fortalecido por meio de coordenação e compartilhamento de conhecimentos e melhores práticas.

A Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG) atua desde 2009 por meio do Programa Mineiro de Simbiose Industrial, conectando empresas e criando oportunidades para aumento de eficiência no uso de recursos naturais no estado. Nestes cinco anos, a iniciativa reporta uma redução de 139.793 toneladas de resíduos dispostos em aterros, 194.815 toneladas de recursos naturais economizados, 87.476 toneladas de emissões de carbono evitadas, retulização de 13.650.000 metros cúbicos de água e redução de custos de R\$8.768.683,00 para as empresas participantes.

O coprocessamento em fornos de clínquer na indústria cimenteira é outra prática para aproveitamento de resíduos em larga escala. Os fornos utilizados para produção de cimento trabalham com temperaturas elevadas e longos ciclos produtivos, o que favorece o processamento de resíduos como pneus inservíveis e escória de alto forno, por exemplo. Em 2012, foram 58 milhões de pneus e um total de 1,2 milhões de toneladas de resíduos coprocessados pela indústria de cimento, em 37 plantas licenciadas para a prática em todo território nacional. O nível atual de substituição de matérias primas por resíduos na indústria cimenteira brasileira, em 9% atualmente, indica o potencial de crescimento para a prática.

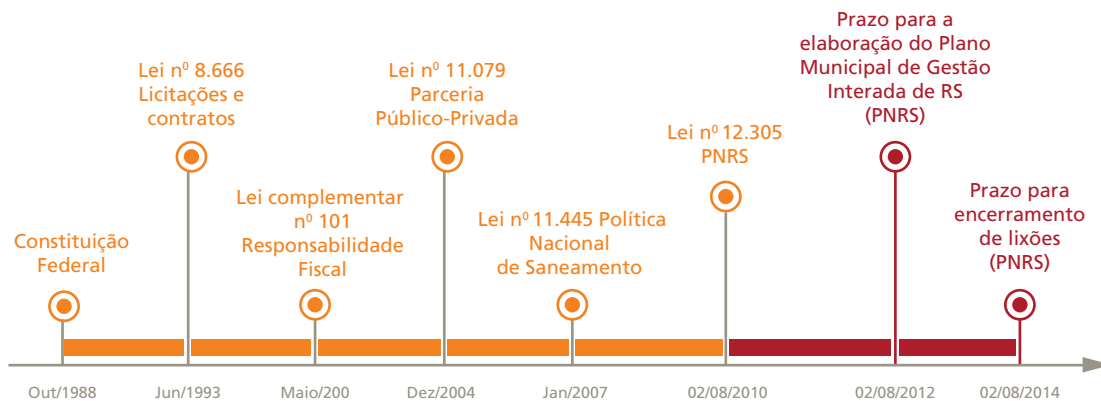


## A Política Nacional de Resíduos Sólidos

Com a sanção da Lei 12.305, no dia 2 de Agosto de 2010, o Brasil instituiu sua primeira Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). O Projeto de Lei 354, proposto pelo Senado Federal em 1989, somente avançou em 2006 e com a aprovação de substitutivo em Comissão Especial. No ano seguinte, em 2007, foi apresentada a Proposta do Executivo, na forma do Projeto de Lei 1997/2007. Em 2008, foi criado um Grupo de Trabalho e, dois anos depois, o texto foi aprovado pelo Congresso e sancionado pela presidência.

A linha do tempo apresentada na Figura 2 marca os principais avanços na legislação brasileira referente à governança regional e responsabilidades referentes ao saneamento e aos resíduos sólidos no Brasil. Na última década, entre 2004 e 2014, importantes marcos legais foram atingidos, fortalecendo a gestão ambiental no país e traçando os caminhos para a construção de um sistema integrado de gestão de resíduos.

Figura 2 - Linha do Tempo com os Principais Marcos Legais.



Fonte: PwC, 2011.

A aprovação de uma política nacional de resíduos sólidos é um passo importante para a construção de uma abordagem integrada e faz parte de um processo histórico de construção de competências locais. Faz parte deste processo o Estatuto da Cidade, que, ao regulamentar os artigos 182 e 183 da Constituição Brasileira, obrigou os principais municípios do país a criar seus planos diretores. O exercício de planejamento é fundamental para as autoridades locais conhecerem e adaptarem as soluções disponíveis às suas comunidades. Com a Lei Federal do Saneamento Básico, em 2007, e da Política Nacional de Resíduos Sólidos, em 2010, o Governo Federal continua o fortalecimento da gestão ambiental em todos os níveis do governo.

A nova legislação instituiu princípios, diretrizes, objetivos e responsabilidades na gestão e no gerenciamento de resíduos para os setores públicos e privados. Estabeleceu princípios como o poluidor-pagador e o protetor-recebedor; a cooperação entre os diferentes níveis de governo, agentes do setor privado e outros segmentos da sociedade; o respeito à diversidade regional; o controle social; e a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Apoiada no princípio da Responsabilidade Compartilhada, todos os entes de uma cadeia devem cumprir seu papel para que os demais também possam fazer o mesmo. Para os resíduos sólidos urbanos, cabe ao Poder Público organizar e prestar os serviços de coleta e destinação final, enquanto ao consumidor pessoa física cabe disponibilizar ou devolver seus resíduos para coleta. Às empresas fabricantes, aos importadores, aos distribuidores e aos comerciantes cabe investir no desenvolvimento de produtos mais aptos à reutilização e reciclagem, na redução na geração de resíduos e na disponibilização de informações que favoreçam a reciclagem de seus produtos e minimizem a geração



de resíduos. Neste caso, de logística reversa, a PNRS estabelece que os consumidores devam efetuar a devolução dos materiais aos comerciantes e distribuidores, e estes devem encaminhar aos fabricantes, que assumem a responsabilidade pela destinação ambientalmente adequada dos produtos e embalagens encaminhados.

Figura 3 - Ciclo do resíduo à luz da logística reversa.



Fonte: <http://embalagensustentavel.com.br/2010/01/09/logistica-reversa/>

Outros pontos relevantes da Política Nacional de Resíduos Sólidos e de sua regulamentação são a adequação das políticas estaduais e municipais, a remuneração do poder público pelo desempenho de atividades que sejam responsabilidades de outras partes, a exigência de planos específicos para resíduos classificados como perigosos e a proibição de importação de resíduos sólidos e rejeitos.

A Constituição Federal brasileira já estabelecia que o município se responsabilizasse pela limpeza urbana, coleta e destinação dos resíduos sólidos urbanos. Com a promulgação da PNRS, temos uma regulamentação sólida e detalhada deste dever, com princípios e diretrizes que vêm promover boas práticas de gestão. O conhecido lixão, onde os resíduos sólidos urbanos são lançados sem qualquer tratamento e proteção, deve agora ser erradicado de todo o território nacional.

A nova lei requer também que os municípios estabeleçam sistemas de coleta seletiva, separando os resíduos recicláveis do material orgânico, e buscando reduzir o decarte final de materiais úteis. Reduz-se, assim, o volume de materiais a serem dispostos em aterros, e cria-se um novo recurso econômico na forma dos materiais recicláveis, que se tornam matérias primas com valor econômico.

No fundamento da nova política, encontra-se o conceito de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos. Foi estabelecido um prazo para que os governos estaduais e municipais elaborem planos de resíduos, incluindo diagnóstico da situação, metas de redução e reciclagem, fim dos lixões e coordenação com



municípios vizinhos - condição legal para acesso a recursos da União em projetos de saneamento em resíduos sólidos. No âmbito desse plano, os municípios devem identificar os principais geradores de resíduos e criar indicadores para acompanhar o desempenho do poder público.

Existe a possibilidade de planos simplificados para municípios com menos de 20 mil habitantes. Serão priorizados os municípios que instituírem sistemas de coleta seletiva com participação de catadores, organizados em cooperativas e associações. A PNRS estabelece que o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) deve ser observado para a elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos pelos demais agentes responsáveis, que devem disponibilizar ao órgão municipal competente, ao órgão licenciador do SISNAMA e às demais autoridades competentes, anualmente, informações completas e atualizadas sobre a implantação do seu Plano de Gerenciamento, de acordo com as regras estabelecidas pelo órgão coordenador do SINIR, por meio eletrônico.

A lei exige também um plano nacional do Governo Federal, que abranja duas décadas e seja atualizado a cada quatro anos, sob coordenação pelo Ministério do Meio Ambiente, e que inclua metas para evolução do cenário nacional, bem como regras para acesso a recursos federais e os meios para fiscalização. Este plano deve ser realizado com participação popular.

No que se refere ao setor produtivo, a nova política traz para o cenário nacional os conceitos de responsabilidade compartilhada e logística reversa. Os acordos setoriais foram eleitos como principal instrumento para estabelecimento de sistemas que permitam o reaproveitamento ou a reciclagem de produtos e embalagens descartados no pós consumo. Muitos desses produtos já são objeto da logística reversa, como as embalagens de agrotóxicos, pneus, pilhas e baterias, óleos lubrificantes usados e suas embalagens, além do sistema tradicional de coleta de recicláveis da fração seca do lixo doméstico.

Figura 4 - Logística Reversa.



Fonte: [http://www.plastiweber.com.br/files/imagens/logisticareversa1\\_gif1.gif](http://www.plastiweber.com.br/files/imagens/logisticareversa1_gif1.gif)



De acordo com o CEMPRE, atualmente apenas 13% dos resíduos urbanos são reciclados e, segundo estudo do IPEA, o país perde anualmente R\$ 8 bilhões enterrando materiais recicláveis. O diagnóstico publicado pelo Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) estima que apenas 3,1% dos resíduos sólidos urbanos são recolhidos por coleta seletiva. Existe, claramente, um grande potencial de ganhos econômicos com a reciclagem, para não mencionar a os aspectos sociais e ambientais que podem ser trabalhados com a inclusão dos catadores e a diminuição na pressão sobre aterros sanitários.

Os instrumentos de implantação da PNRS são importantes para a construção de uma base que futuramente poderá contribuir com modelos econômicos mais sustentáveis que valorizem resíduos, potencializando a sua utilização em novos processos produtivos.

Entre os instrumentos da PNRS que são importantes para a sua implantação citam-se: os planos de gestão de resíduos; o sistema de informação; os mecanismos de logística reversa; a coleta seletiva; os acordos setoriais; e os instrumentos econômicos e financeiros.

### **Plano de Gestão de Resíduos**

No contexto dos Planos de Gestão de Resíduos, que inclui o Plano Nacional, os planos estaduais, os planos microrregionais/metropolitanos, os planos municipais e intermunicipais, e os planos de gerenciamento, cada agente relevante deve considerar seu papel e posição na cadeia de valores. A legislação exige um diagnóstico da situação e levantamento de ações preventivas e corretivas, além da criação de metas e procedimentos para minimizar a quantidade de resíduos, reutilizar e reciclar o que for possível. Incluem-se aqui também as ações de logística reversa e de saneamento de passivos ambientais, de maneira integrada aos demais planos no contexto e ao sistema de licenciamento ambiental. A legislação prevê planos simplificados para micro e pequenas empresas.

Os municípios devem criar um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, englobando planejamento e coordenação da coleta, transporte, armazenamento temporário, tratamento e disposição final. Esse plano deve considerar os aspectos ambientais, econômicos, políticos, culturais e sociais envolvidos.

### **Sistema de Informação**

Parte fundamental do esforço de gerenciamento integrado dos resíduos sólidos no Brasil, os sistemas de informação estaduais e o Nacional são ferramentas importantes de todas as etapas do processo. O uso de indicadores estruturados permite um diagnóstico efetivo, e as métricas para acompanhamento de metas devem ser rastreadas em séries históricas, permitindo avaliação da performance da gestão - outra exigência da lei. reados em séries históricas, permitindo avaliação da performance da gestão, outra exigência da lei.

### **Mecanismos de Logística Reversa**

Com o princípio da responsabilidade compartilhada adotado pela legislação, as empresas cujos produtos geram resíduos sólidos devem oferecer mecanismos e meios para o retorno dos produtos pós-consumo. Estas medidas são especialmente relevantes para produtos eletrônicos e auxiliares. Estes produtos frequentemente contêm metais preciosos e outros materiais, e sua quantidade vem aumentando aceleradamente com a evolução dos padrões de consumo e elevação da renda média da população.



## **Coleta Seletiva**

Esta prática é condição indispensável para iniciativas de reuso e reciclagem de materiais descartados como resíduos sólidos. A separação já nas residências depende de esforço de educação da população, e traz grandes ganhos de eficiência ao processo logístico subsequente, pois permite o transporte separado e processamento facilitado de materiais úteis. Sem a contaminação com matéria orgânica, os materiais recicláveis são mais fácil e rapidamente manuseados e encaminhados para processamento, como matéria prima recuperada. Algumas formas de contaminação por matéria orgânica podem inclusive inviabilizar a reciclagem de materiais como papel ou alguns plásticos.

## **Acordos Setoriais**

As particularidades de cada cadeia produtiva exigem a adaptação do sistema de gerenciamento de resíduos. A Lei Federal traça diretrizes para a responsabilidade compartilhada, a logística reversa e outros instrumentos relevantes, que podem ser especificados por legislação estadual e municipal para se adaptar às condições regionais. O acordo setorial reflete esta adaptabilidade sistêmica de maneira transversal aos setores da economia, evitando fragmentação de práticas por meio da negociação entre a indústria, o comércio, os prestadores de serviço, como transportadoras, e os consumidores.

## **Instrumentos Econômicos e Financeiros**

Os investimentos necessários para a criação de um sistema integrado de gestão de resíduos e para a eliminação do passivo ambiental já acumulado exige a criação de mecanismos econômicos e financeiros. A legislação prevê facilidade para recebimento de recursos federais por governos estaduais e municipais que se adequem às exigências da política nacional, e sanções àqueles que falharem. Existe também a possibilidade de financiamento público e de apoio dos governos aos empresários, acelerando a adaptação.

Considerando as externalidades positivas da gestão adequada de resíduos sólidos, a legislação coloca também o incentivo econômico e financeiro na forma de desoneração do setor produtivo para as empresas que apliquem adequadamente os princípios da PNRS. Paralelamente, estabelece incentivos para prefeituras e estados que integrem iniciativas de coleta seletiva com o movimento de catadores local, que devem estar organizados em forma de cooperativa ou associação, o que reforça o caráter de resgate social da legislação.

## **Políticas Estaduais e Municipais**

O sucesso e disseminação da PNRS requer que estados e municípios cumpram com as suas responsabilidades com a gestão de seus resíduos e que instrumentos instituídos pela PNRS trabalhem de forma integrada. Faz-se necessário o levantamento de legislações estaduais para que contextos e cenários possam ser analisados com o objetivo de monitorar avanços na disseminação da gestão de resíduos sólidos, com vistas a contribuir com resultados mais efetivos na minimização de usos de recursos naturais e de impactos ambientais.

O Quadro 1 identifica algumas leis estaduais e municipais já aprovadas e os instrumentos especificados e citados pelas legislações ou projetos de leis com foco nos instrumentos, que são fundamentais para a indústria e imprescindíveis para a economia sustentável.



**Quadro 1: Exemplos de legislação Estaduais e Municipais em atendimento à PNRS.**

Região	Estado	Nº Lei	Data	Disposição	Plano de Gestão de resíduos (setor público e produtivo)	Sistema de informação	Mecanismos de logística reversa	Coleta seletiva	Acordos setoriais	Instrumentos econômicos/financeiros
Sul	Rio Grande do Sul	9921	27/06/93	Dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos, nos termos do artigo 247, parágrafo 3º da Constituição do Estado e dá outras providências.	X			X		
Nordeste	Ceará	13.103	24/01/01	Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências	X		X		X	X
Sul	Santa Catarina	13.557	2005	Lei institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos	X					X
Sudeste	São Paulo	12300	16/03/06	Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes	X				X	X
Nordeste	Pernambuco	14.236	13/12/10	Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências	X	X	X			X
Nordeste	Bahia	12.932	07/01/14	Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências	X	X	X	X	X	X
Sul	Rio Grande do Sul	14.528	16/04/14	Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências.	X	X	X	X	X	X
Sudeste	Rio de Janeiro	6805	18/06/14	Inclui artigos na Lei nº 4.191, de 30 de setembro de 2003 - Política Estadual de Resíduos Sólidos, instituindo a obrigatoriedade da implementação de sistemas de logística reversa para resíduos eletroeletrônicos, agrotóxicos, pneus e óleos lubrificantes.			X	X	X	X
Sul	Paraná	Projeto de Lei 218	2014	Dispõe sobre o tratamento e destinação final diferenciada de resíduos especiais que especifica e dá outras providências	X		X			

Fonte: CNI.



As legislações estaduais mais recentes demonstram a absorção dos instrumentos instituídos pela PNRS. Desta forma, o poder público local precisa passar por transformações importantes para que compreendam de forma sistêmica os conceitos presentes na PNRS, permitindo a sua aplicação efetiva na elaboração dos planos municipais de Gestão de Resíduos Sólidos e dos planos de Gerenciamento de Resíduos do setor privado.

As dificuldades dos municípios de pequeno e médio porte em implantar modelos de gestão de resíduos sustentáveis são reconhecidas pela PNRS, uma vez que essa estimula a formação de consórcios municipais, microrregionais e metropolitanos (PwC, 2011). A Lei 11.107/2005, (Lei Federal dos Consórcios Públicos) regulamenta o Art. 241 da Constituição Federal e estabelece as normas gerais de contratação de consórcios públicos. Este instrumento legal dá forma à prestação regionalizada de serviços públicos instituída pela Lei Federal de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007), que é incentivada e priorizada pela Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) (MMA,2011).

Os resíduos sólidos urbanos gerados em uma municipalidade variam em composição refletindo o estilo de vida e o padrão socioeconômico da população, bem como a disponibilidade de recursos naturais e exigências ambientais. A principal diferença que se pode notar entre os resíduos de nações desenvolvidas e daquelas em desenvolvimento é a proporção de matéria orgânica, que diminui com o desenvolvimento econômico. Resíduos de regiões frias ou sujeitas a grande variação de temperatura apresentam cinzas produzidas pela queima de lenha nas residências, como uma fração importante dos resíduos sólidos urbanos, que pode aumentar significativamente no inverno.

Um sistema robusto de gestão de resíduos não deve ser negligenciado na busca pelo desenvolvimento industrial acelerado. A geração de resíduos tende a crescer rapidamente com o desenvolvimento industrial e a deterioração de condições ambientais impõe um custo excessivo de recuperação. Uma estratégia de desenvolvimento que inclui boas práticas de gestão de resíduos elimina a geração desse passivo ambiental.

Um sistema municipal de gestão de resíduos deve incluir as seguintes atividades:

- Definição de políticas;
- Desenvolvimento e aplicação de regulamentos;
- Planejamento e avaliação das atividades de gestão de resíduos sólidos municipais por projetistas de sistemas, usuários e outras partes interessadas;
- Estudos de caracterização de resíduos para ajustar os sistemas para os tipos de resíduos gerados;
- Manipulação física dos resíduos e materiais recuperáveis, incluindo a separação, coleta, compostagem, incineração e deposição em aterro;
- Estímulo ao comércio de materiais recuperados ou reciclados visando a fabricação em pequena escala industrial, comercial;
- Estabelecimento de programas de formação para os trabalhadores da gestão de resíduos sólidos municipais;
- Realização de informação pública e programas de educação;
- Identificação de mecanismos financeiros e sistemas de recuperação de custos;
- Estabelecer os preços dos serviços e criação de incentivos;
- Gestão das unidades administrativas e operacionais do setor público; e
- Incorporação de empresas do setor privado, incluindo coletores de setor informal, processadores e empresários.

Os avanços recentes na legislação brasileira traçam o caminho para a construção de um sistema de gestão integrada de resíduos sólidos que minimize a geração e maximize o reaproveitamento de recursos úteis. A lógica atual de descarte transforma esses recursos em passivos ambientais e sociais, que se agravam conforme avança o desenvolvimento econômico e industrial do país. Um sistema integrado





de gestão, com responsabilidades estabelecidas para cada agente envolvido nas relações de produção e consumo, contribui para maior eficiência no uso dos recursos naturais, cria oportunidades de investimento e crescimento para organizações sintonizadas com as novas demandas da sociedade, e favorece a busca de soluções para a eliminação dos passivos ambientais e sociais acumulados.

## Gestão de resíduos sólidos

A geração de resíduos passa a ser uma preocupação a partir do estabelecimento de sociedades não nômades por volta do ano 10.000ac (Worrell e Vesilind, 2012, apud. Marshall e Farahbakhsh, 2013). Ao longo do desenvolvimento da raça humana, a gestão de resíduos passa por uma grande transformação, pois evolui da simples atividade de enterrar ou mesmo deixar a céu aberto, que causam impactos ambientais e à saúde, para sistemas mais complexos (Seadon, 2006). Historicamente, os propulsores do desenvolvimento e da implantação de sistemas de gestão de resíduos têm sido a preocupação com a saúde pública, a segurança, a escassez de recursos e a estética em espaços urbanos (Louis, 2004; Melosi, 1981; Ponting, 1991; Wilson, 2007; Worrell e Vesilind, 2012, apud. Marshall e Farahbakhsh, 2013).

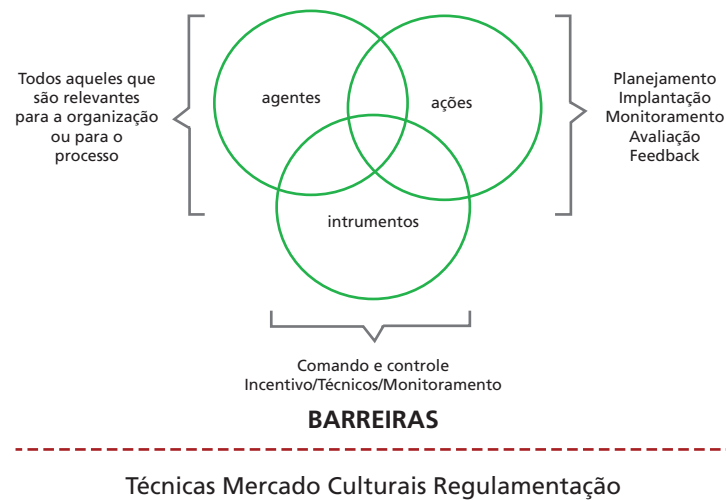
Com o aumento do consumo e da crise ambiental, as principais justificativas para a gestão de resíduos estão no seu nível de geração em centros urbanos, o passo de uso de recursos naturais do planeta e os desafios climáticos que colocam em risco o bem estar e a capacidade de sobrevivência do ser humano. Consequentemente, os fatores que propulsionam a gestão de resíduos sólidos passam a incluir, além da saúde pública, do meio ambiente e da escassez de recursos, a conscientização pública e o valor dos resíduos (Marshall e Farahbakhsh, 2013). Os dois últimos estão diretamente ligados aos modelos de consumo e de produção.

Nesse contexto, a base conceitual considera que todos os aspectos da gestão de resíduos, tanto técnicos como não técnicos, devem ser considerados, dependendo, portanto, da capacidade técnica de gestores, do reconhecimento do papel fundamental da comunidade, da influência de ecossistemas locais e globais e da cadeia de valor dos resíduos.

A integração desses fatores implica na integração de agentes (setor produtivo, setor público, pesquisa e terceiro setor), instrumentos (legais, econômicos e técnicos) e ações necessárias que permeiam as várias fases do ciclo de vida do resíduo (valorização dos resíduos, estruturação da produção, coordenação do governo, conscientização do consumo, normatização técnica, planejamento e operação).



Figura 5 - Integração de agentes, ações e instrumentos na gestão de resíduos sólidos.



Fonte: Adaptado de Blumenschein, 2004.

A gestão de resíduos sólidos requer um sistema que integre os diversos fatores tais como: a geração dos resíduos; sua forma de geração; sistemas de coleta e de disposição; utilização e destinação final. A gestão integrada de resíduos deve considerar também a aplicação apropriada de tecnologias e condições de trabalho, e a definição de uma relação entre comunidade e o poder público (WB, 2013), visando consolidar padrões sustentáveis.

Os resíduos sólidos urbanos gerados em uma cidade podem ter origem no mundo todo. Uma grande parcela desses resíduos é composta por matéria orgânica, que possuem soluções conhecidas, mas existem resíduos industrializados, na forma de embalagens, produtos eletrônicos, etc, gerados por uma sociedade tecnológica, que apresentam um desafio maior a ser superado.

A tarefa de recolher e dispor de resíduos sólidos de forma mais eficiente, socialmente e ambientalmente responsável, é também uma grande oportunidade de desenvolvimento da competitividade industrial. Além dos recursos naturais presentes nos resíduos sólidos descartados, que poderiam ser aproveitados em novos ciclos produtivos, o investimento na capacidade de gestão gera oportunidades de emprego e demanda por pesquisa e desenvolvimento de tecnologias mais limpas e eficientes.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos representa um marco para a consolidação de padrões de consumo e produção em sinergia com algumas das dimensões da sustentabilidade. Sustentabilidade essa entendida como função de um conjunto de dimensões que preconizam a minimização de usos de recursos naturais, a responsabilidade compartilhada na gestão de resíduos, a inclusão social, entre outros, trabalhados de maneira integrada para consolidar mudanças na estrutura de produção que potencializarão mudanças no consumo, e vice-versa.

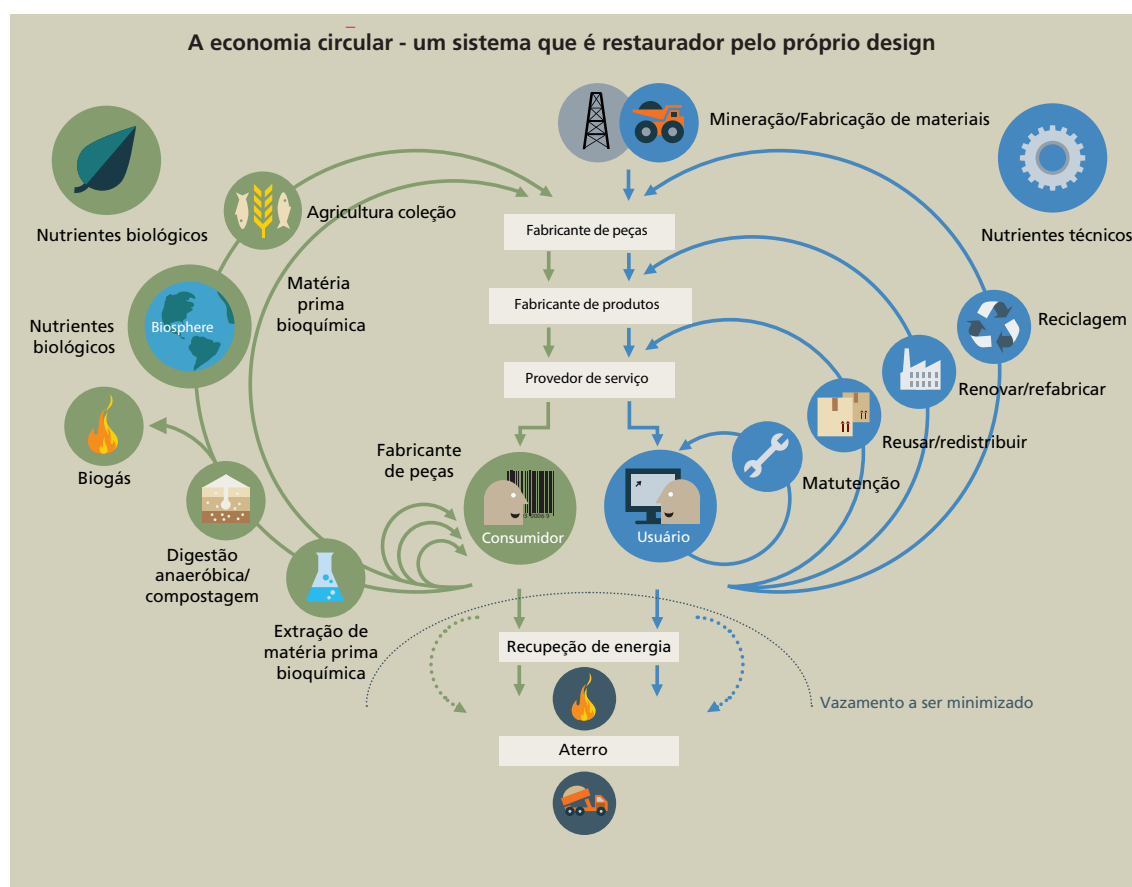
As mudanças necessárias fundamentam-se nos princípios e conceitos da economia circular, que parte do princípio de que produtos não se tornam resíduos rapidamente, mas são reusados extraindo o máximo de valor possível antes de serem retornados ao meio ambiente de maneira segura e produtiva. Nesse contexto, a economia circular gera riquezas e crescimento e requer inovações no design de produtos e de lideranças de negócios (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Historicamente, a partir da revolução industrial consolidou-se um padrão de produção "linear" onde a partir da extração de matéria primas produtos são produzidos e posteriormente descartados como



resíduos. Ao considerar a dimensão da crise ambiental, é necessário que modelos que valorizem os resíduos como matéria prima sejam implantados. Para que esses modelos tenham sucesso, contribuindo com a sustentabilidade do planeta, são imprescindíveis sistemas e tecnologias de informação, que permitam rastrear materiais ao longo do seu ciclo de vida, e novos padrões de consumo que passam a optar pelo acesso no lugar da propriedade de produtos (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Figura 6 - A economia circular - um sistema que é restaurador pelo próprio design.



Fonte: Equipe de Economia Circular da Fundação Elen MacArthur.

No processo de criação e aprovação de leis estaduais e municipais de resíduos sólidos, consequência direta da PNRS, a sociedade brasileira dá os primeiros passos para a construção de uma abordagem integrada para a gestão de resíduos.

Uma abordagem integrada é um importante elemento das boas práticas em gestão de resíduos, como apresentado pela OCDE (2007), porque:

- Certos problemas são mais facilmente resolvidos em combinação com outros aspectos do sistema que sozinhos. Além disso, o desenvolvimento de novos ou melhores procedimentos de manuseio em uma área podem prejudicar atividades em outra área, a não ser que as mudanças sejam coordenadas.
- A integração permite que a capacidade ou os recursos usados sejam otimizados e, assim, completamente utilizados; existem economias de escala para equipamentos ou infraestrutura de gestão que podem ser obtidos apenas quando todo o resíduo de uma região é gerido como parte de um só sistema.



- Uma abordagem integrada permite a participação de agentes dos setores público, privado e informal, em papéis apropriados.
- Algumas práticas de gestão de resíduos são mais caras que outras, e abordagens integradas facilitam a identificação e seleção de soluções de baixo custo, um requerimento da PNRS. Algumas atividades de gestão de resíduos não podem ser cobradas, outras serão sempre despesas, enquanto outras podem gerar renda. Um sistema integrado pode resultar em uma gama de práticas que se complementam.
- A falha em integrar o sistema de gestão de resíduos pode levar a separação de práticas que produzem renda, tratadas como lucrativas, enquanto outras atividades relacionadas à manutenção de saúde e segurança públicas recebem recursos inadequados ou insuficientes.

Sistemas de gestão são adaptados para objetivos específicos de comunidades, incorporando as expectativas e necessidades das partes interessadas; o contexto local (da técnica, tais como as características dos resíduos ao desenvolvimento cultural, político, social, ambiental, econômico e institucional); e a combinação ideal de disposição, métodos adequados de prevenção, redução, valorização e destinação final. (Kollikkathara et al, 2009;. McDougall et al, 2001;. Van de Klundert e Anschutz, 2001).

Existe um consenso entre estudiosos, gestores e organizações internacionais sobre a chamada Hierarquia da Gestão de Resíduos. Essa lista de prioridades estabelece quais atividades devem ser preconizadas e abordadas com antecedência na resolução do problema dos resíduos.

A hierarquia da gestão de resíduos, segundo a OCDE (2007), é:

- Prevenir a produção de resíduos, ou reduzir a quantidade gerada;
- Reduzir a toxicidade ou impactos negativos do resíduo que é gerado;
- Reutilizar os materiais recuperados;
- Reciclar, compostar, ou recuperar materiais para uso como matérias primas e insumos de novos produtos;
- Recuperar a energia por incineração, biodigestão, ou processos similares;
- Reduzir o volume dos resíduos antes da disposição final; e
- Dispor dos resíduos sólidos de maneira ambientalmente adequada, geralmente em aterros sanitários.

Estabelece-se, assim, um compromisso, em primeiro lugar, com a menor geração de resíduos. Não devem ser abordados, de maneira linear, os itens da hierarquia, como uma lista. Todos os aspectos devem ser abordados conforme as necessidades locais de cada comunidade. Porém, ao priorizar-se a redução da quantidade de resíduos e de seu potencial de impacto negativo, já se contribui indiretamente com o objetivo final - de se criar um sistema produtivo sustentável.

## Plano de gestão de resíduos sólidos

Aos geradores de resíduos sólidos, cabe cumprir com a sua responsabilidade na gestão municipal de resíduos. De acordo com o parágrafo 1 do artigo 21 da PNRS, os geradores de resíduos deverão atender o que está disposto "(...) [N]o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos do respectivo Município, sem prejuízo das normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa". A responsabilidade de elaborar, implantar e operacionalizar o plano de gerenciamento de resíduos deverá ser cumprida pelo gerador mesmo que não haja um plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, como promulgado pelo parágrafo 2 do artigo 21 da referida política.

Cabe ao município definir, em seu plano de gestão de resíduos, o limite entre pequenos geradores, atendidos pelos serviços públicos de manejo de resíduos, e os grandes geradores, responsáveis diretos pelo gerenciamento e, possivelmente, pela elaboração e implantação de plano específico.



Além disso, ainda segundo a PNRS, no parágrafo 3 do artigo 21, os planos municipais devem estabelecer regulamentos para os geradores de resíduos sobre:

I - normas sobre a exigibilidade e o conteúdo do plano de gerenciamento de resíduos sólidos relativo à atuação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

II - critérios e procedimentos simplificados para apresentação dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos para microempresas e empresas de pequeno porte, assim consideradas as definidas nos incisos I e II do art. 3º da Lei Complementar n. 123, de 14 de dezembro de 2006, desde que as atividades por elas desenvolvidas não gerem resíduos perigosos.

Entre os geradores com a responsabilidade de elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos citam-se:

- Geradores de resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, excetuados os resíduos sólidos urbanos domiciliares e de limpeza urbana, originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana.
- Geradores de resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais.
- Geradores de resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS.
- Geradores de resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis.
- Estabelecimentos comerciais que gerem resíduos perigosos, ou mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, que não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal.
- Os responsáveis pelos terminais e outras instalações referidas na alínea “j” do inciso I do art. 13 da Lei 12.305/2010 (as empresas de transporte) e, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e, se couber, do SNVS;
- Os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo órgão competente do Sisnama, do SNVS ou do Suasa.

Importante ressaltar que, de acordo ainda com a PNRS, o plano de gerenciamento de resíduos sólidos faz parte do licenciamento de empreendimentos e atividades junto aos órgãos competentes, de acordo com o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama). No entanto, caso o empreendimento ou a atividade não sejam sujeitos a licenciamento ambiental, o plano de resíduos deverá ser aprovado pelo município de acordo com as suas regras específicas. Cabe, ainda, salientar que no processo de licenciamento junto a órgãos do Sisnama, a disposição final de resíduos deve obedecer às regras municipais.

O plano de gestão de resíduos de responsabilidade dos geradores deve ter um técnico habilitado que tem como responsabilidade a elaboração, a implementação, a operacionalização e o monitoramento de todas as suas etapas, incluindo o controle da disposição final dos resíduos ambientalmente adequada. No Quadro 2, identifica-se o conteúdo mínimo do plano de gerenciamento de resíduos sólidos a ser elaborado pelos geradores, de acordo com o artigo 21 da PNRS e com algumas legislações estaduais.



## Quadro 2: Conteúdo Mínimo do plano de gerenciamento de resíduos sólidos.

Descrição do empreendimento ou atividade;
Identificação e informações do fabricante ou importador dos respectivos produtos.
Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;
Observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos: a) explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos; b) definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador – segregação, coleta, acondicionamento, triagem, roteiros, frequência, transporte, destinação, tratamento, quantificação;
Objetivos e metas quanto ao destino final de resíduos especiais, com previsão de manejo e tratamento dos mesmos.
Definição de indicadores de desempenho operacional e ambiental.
Identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores, considerando forma de prevenção de potenciais riscos;
Ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes. Elaboração de planos emergenciais e contingenciais;
Plano de capacitação para implementação do PGR proposto;
Metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, à reutilização e reciclagem;
Se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do art. 31 da PNRS;
Medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;
Periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do Sisnama.

Fonte: Política Nacional de Resíduos Sólidos, Projeto de Lei 218/2014 (Paraná) e Lei 12.932 2014 (Bahia).



## Opções tecnológicas

As opções tecnológicas podem ser identificadas considerando as formas hierárquicas de disposição e os principais componentes da gestão de resíduos, conforme apresentado no Quadro 3.

**Quadro 3: Opções tecnológicas para gestão de resíduos**

Redução de resíduos	Desenvolvimento Integrado de Produto, visando à durabilidade e o reuso, fortalecendo a redução do consumo.
Coleta de resíduos	Use de combustíveis não fósseis (biocombustíveis e gás natural).
Recuperação de materiais e reciclagem	Instalação de plantas de recuperação de materiais visando processar materiais separados ou resíduos mistos. Ações de separação dos resíduos na sua fonte geradora são mais efetivas, pois evitam contaminações e misturas indesejadas.  Pode ser usada uma combinação de opções de classificação manual e mecânica. Os catadores são agentes importantes neste processo.
Compostagem / Biodigestão	Programas de compostagem com fontes de resíduos orgânicos separadas, como acontece com materiais recicláveis. Resíduos segregados seletivamente reduzem a contaminação associada à recuperação de resíduos misturados.  Compostagem do material orgânico visando produzir fertilizante e evitar a deposição em aterro. Composto acabado aplicado a solos também é um importante método para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, reduzindo os requisitos de nitrogênio e emissões de GEE associadas.
Incineração / resíduos para gerar energia / Combustível Derivado de Resíduo - CDR	Uso de resíduos / CDRs para geração de energia térmica em processos industriais, como substituto de combustíveis fósseis.
Aterros	Captura do metano gerado em locais de disposição e uso como energia renovável.

A construção de sistemas integrados de gestão de resíduos para as cidades brasileiras depende da ação coordenada de todos os agentes e partes interessadas. O agente público cumpre seu papel com a regulamentação da PNRS e subsequente aprovação de detalhamentos estaduais e municipais, que adaptam as regras para as situações específicas de cada comunidade. É preciso adaptar o sistema de gestão a fatores técnicos como: composição dos resíduos; forma de coleta; fatores ambientais locais; como relevo e clima; e fatores não técnicos, como a cultura, partes interessadas envolvidas, níveis de renda e consumo, desenvolvimento industrial local, etc.

Cabe ao poder público local e aos agentes do setor privado e não governamental criar seus planos de gestão de resíduos, adequados à Política Nacional de Resíduos Sólidos, e às políticas Estadual e Municipal, se houverem. A integração dos diversos processos, de geração, coleta, armazenamento, processamento, reuso e recuperação, reciclagem e disposição final, depende do diálogo e da ação coordenada entre os agentes. As partes interessadas envolvidas devem construir uma visão inte-



grada, antes de tudo, pois nem mesmo o mais perfeito plano será corretamente implantado sem o engajamento de todos, desde a linha de frente até os gabinetes e laboratórios.

As bases conceituais adotadas pelas principais organizações internacionais para a gestão de resíduos sólidos apontam para a importância da construção de um sistema integrado de gestão de resíduos. De acordo com a posição desenvolvida nos capítulos anteriores, as soluções para os passivos ambientais e sociais acumulados com a disposição inadequada de resíduos sólidos, e consequente desperdício de recursos naturais, passam pela construção de sistemas colaborativos, nos quais todos os agentes conhecem e assumem suas responsabilidades nas relações de produção e consumo e agem para minimizar seus impactos, ao mesmo tempo em que buscam maximizar a eficiência no uso de recursos naturais escassos e finitos.

## Logística reversa e Análise de Ciclo de Vida

Políticas de logística reversa fazem parte do contexto de responsabilidade compartilhada, um dos princípios adotados para nortear a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Surgida no início da década de 1990, na Alemanha, em resposta à crescente escassez de espaço para disposição de embalagens, a logística reversa se caracteriza pela responsabilização de empresas, fabricantes, distribuidoras e comerciantes pela disposição das embalagens de seus produtos. Combinada com incentivos econômicos que estimulem as empresas a investir nestes sistemas, essas políticas se justificam pelas externalidades positivas e pela mitigação de externalidades negativas geradas.

Esse conceito não se restringe à adaptação das cadeias de suprimentos existentes, mas integra todo o ciclo de vida dos produtos, favorecendo um design sustentável que leve em consideração a eficiência no uso dos recursos naturais utilizados e a facilidade de transporte, processamento e disposição dos resíduos gerados pelas relações de produção e consumo estabelecidas em torno dos produtos.

O conceito se estabelece também nos Estados Unidos, na mesma época, além da França e Espanha, por meio das Organizações de Responsabilidade do Produtor, que são financiadas parcialmente pelas empresas industriais. Em 1993, o Conselho Presidencial sobre Desenvolvimento Sustentável dos EUA passa a promover o conceito de Responsabilidade Estendida do Produto, em contraposição à Responsabilidade Estendida ao Produtor. A diferença é marcada pelo compartilhamento, no caso da última, da responsabilidade pelos consumidores e pelo poder público, e não só pela empresa produtora. A PNRS adota a Responsabilidade Compartilhada, uma aplicação desta visão de governança integrada pelas partes interessadas.

No Brasil, a Lei Federal 7.902, de 1989, estabelece que embalagens de agrotóxicos devem ser projetadas para facilitar sua reutilização e reciclagem, além dos primeiros mecanismos de logística reversa instituídos no país. A partir de então, os comerciantes deveriam receber as embalagens usadas e encaminhar para os fabricantes, que se responsabilizam pela destinação apropriada. Em 1999, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) estabelece, por meio de resoluções, a responsabilidade dos fabricantes e comerciantes pela coleta e disposição de pilhas e baterias (Resolução 257) e de pneus inservíveis (Resolução 258). Em 2005, a Resolução 362 ampliou a responsabilidade também para o setor de óleos lubrificantes. Recentemente novas resoluções do Conselho foram elaboradas para pilhas e baterias (Resolução 401/2008) e para pneus (Resolução 416/2009).

A Lei n. 12.305, de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelece a logística reversa como instrumento legal, caracterizado pelo “conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para





reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada”. O acordo setorial, estabelecido também como instrumento legal dessa lei, estabelece as condições para a criação e a expansão de mecanismos de logística reversa no país.

## Produção Mais Limpa

O conceito, desenvolvido durante a preparação para a conferência Rio + 20, pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO na sigla em inglês, sem tradução), busca reduzir o impacto ambiental da indústria. Já em 1991, o PNUD definiu Produção Mais Limpa como “A contínua aplicação de estratégias ambientais preventivas integradas em processos, produtos e serviços para aumentar a eficiência e reduzir riscos aos humanos e ao meio ambiente”.

A Produção Mais limpa representa um esforço integrado para a gestão de resíduos, de maneira a compreender sua geração como ineficiência do processo, e considerando desde o design do produto e do sistema produtivo para a mais completa redução ou possível eliminação da geração de resíduos.

Desde 1995, a UNIDO, em parceria com o PNUD, opera com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre, um Centro Nacional de Tecnologias Limpas.

## Lean Manufacturing

Os conceitos de *Lean Manufacturing* e *Lean Enterprise* derivam de estudos acadêmicos realizados ao longo da década de 1990 sobre o Sistema Toyota de Produção, desenvolvido pela corporação japonesa. Com esta abordagem ao sistema produtivo, a Toyota desafiou práticas aceitas de produção em massa e mudou o balanço entre produtividade e qualidade que se aceitava como natural.

Fundamentado na técnica *Just-in-Time* de gestão de estoques, a *Lean Manufacturing* propõe um sistema produtivo desprovido de excessos, por meio da identificação de desperdícios, aumentando a qualidade do produto e reduzindo tempo e custos de produção. Ao conseguir um fluxo constante no sistema produtivo, problemas de qualidade que já existiam ficam expostos e a redução de desperdício ocorre naturalmente em consequência.



### 3. A VISÃO DA CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA E OS DESAFIOS FUTUROS

A gestão de resíduos sólidos é uma das estratégias para a busca da sustentabilidade no meio industrial. O desafio vai muito além do controle dos processos produtivos, uso de matérias primas e insumos de qualidade, e emprego de tecnologia avançada; requer um repensar geral sobre as atividades da empresa, seus objetivos e metas. No mundo atual, do avanço científico e da busca incessante pela inovação, as indústrias devem se preocupar com os impactos gerados por seus produtos e serviços disponibilizados no mercado. Uma indústria competitiva, que busca um caminho para ser sustentável, deve usar a gestão de seus resíduos como forma de antever problemas, demonstrar sua responsabilidade ambiental e como instrumento de inovação para produtos e processos.

No âmbito internacional, muito se discute sobre logística reversa, responsabilidade compartilhada ou estendida, simbiose industrial, reciclagem e recuperação energética de resíduos. O estágio de desenvolvimento na gestão de resíduos é muito díspare entre países, setores e porte das empresas. No momento atual, o foco da atuação empresarial está em pensar no ciclo de vida do produto e de embalagens, visando produzir o menor impacto ambiental possível, reduzir os custos nas cadeias de produção e atender as exigências legais impostas à performance dos seus produtos e ao seu destino final.

Nas últimas duas décadas, para a redução de resíduos se privilegiou a eficiência dos processos de fabricação e o uso de equipamentos e máquinas mais modernas. O reaproveitamento e a reciclagem de resíduos se tornaram uma obsessão das empresas visando descartar o mínimo possível, visto que todo esse processo representa perdas de recursos com custos financeiros elevados. O uso de metodologias de prevenção da poluição, como a ecoeficiência e a Produção mais Limpa, ganharam espaço e foram muito empregadas pelas empresas de médio e grande porte. O novo foco de atuação das empresas vem com a responsabilidade pós consumo de produtos e embalagens, preconizada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

A PNRS possui uma série de instrumentos fundamentais para sua efetiva implementação. Dentre as que merecem destaque para o setor industrial estão a educação ambiental, a logística reversa e os acordos setoriais, os planos de resíduos, a coleta seletiva, os instrumentos econômicos, os sistemas de informação e o uso de tecnologias inovadoras para gestão dos resíduos. Para a indústria, aqueles que merecem maior atenção estão voltados às obrigações que a nova lei trouxe para as empresas.

#### Logística reversa

A primeira obrigação a ser citada é a logística reversa, que trata do retorno de produtos e embalagens aos ciclos produtivos. Ela tem impacto nas estratégias das empresas e, atualmente, é objeto de negociação entre o setor privado e o Governo Federal. O modelo escolhido para regulamentar a logística reversa foi o dos Acordos Setoriais, instrumento voluntário por meio do qual agentes discutem e estabelecem formas para promoção da logística reversa. Esse modelo é complexo e desafiador, uma vez que há diversos interesses conflitantes entre os setores afetados e cada qual tem suas responsabilidades, seja o Poder Público, o consumidor, o comércio e a indústria fabricante ou importador.

Entretanto, as responsabilidades estabelecidas na legislação são de caráter geral e cada cadeia produtiva tem sua peculiaridade, exigindo, assim, adaptações e interpretações diferentes dadas pelos diversos atores envolvidos. Existem pontos que precisam ser negociados entre as partes para que



todos os detalhes do sistema de logística reversa possam ser acordados. Dentre os pontos mais importantes, está a relação entre comércio, indústria, importador e o papel de cada participante.

Na indústria, por exemplo, há o fabricante e importador de embalagens, e o envazador ou produtor de bens sujeitos à logística reversa. O mesmo ocorre com o comércio, onde há o papel dos atacadistas de grande ou pequeno porte, redes de comércio varejistas, que também variam de tamanho e capacidade de investimento, e os pequenos estabelecimentos comerciais. Desta forma, para cada agente será exigido um maior ou menor grau de investimento.

Toda essa complexa teia de relacionamentos privados entre fabricantes, importadores e comércio precisa ser entendida e adaptada para se estabelecer o fluxo reverso de embalagens e produtos descartados no pós-consumo. É preciso que cada ator envolvido no acordo setorial desempenhe seu papel conforme as responsabilidades previstas na legislação. Empresas de grande porte possuem maior capacidade de contribuir com o modelo adotado, comparativamente às micro e pequenas empresas. Esse aspecto é fundamental para que haja equilíbrio na participação de cada participante.

Aliada a essa dificuldade, é importante considerar que em um país com as dimensões do Brasil, os investimentos financeiros, de recursos humanos e de criação de infraestrutura para a implantação da logística reversa são significativos e devem levar um tempo considerável para serem plenamente estabelecidos. Além disso, é fundamental que as diversas leis estaduais e municipais guardem relação com a PNRS, respeitando sua estrutura e os acordos setoriais em negociação em nível nacional.

O Governo Federal elegeu cinco Acordos Setoriais para serem firmados inicialmente, dentre eles: embalagens em geral contidas na fração seca dos resíduos domésticos; lâmpadas contendo mercúrio; produtos eletroeletrônicos e seus componentes; embalagens de óleos lubrificantes usados; e medicamentos vencidos ou fora de uso. Apenas o acordo setorial de embalagens de óleos lubrificantes usados foi concluído até o momento. Os demais estão em estado avançado de negociação.

No entanto, eles apresentam desafios que vão muito além da esfera ambiental, englobando aspectos econômicos, sociais, administrativos, fiscais e tributários. Esses desafios são parte integrante de ações que devem ser resolvidas para que os acordos firmados obtenham resultados satisfatórios, e envolvam, em maior ou menor grau, o controle dos importados, o combate à pirataria, a desburocratização dos processos administrativos ambientais e fiscais, e a criação de instrumentos econômicos e financeiros para estímulo à reciclagem e para redução desses novos custos nas cadeias produtivas.

Os sistemas de logística reversa devem buscar incessantemente a redução dos seus impactos ambientais, sua sustentabilidade financeira e a inclusão social. Independentemente desses fatores, será fundamental que os órgãos públicos competentes sejam capazes de acompanhar o cumprimento dos acordos setoriais, tendo em vista que muitas empresas não serão aderentes a eles num primeiro momento. É importante que todas as empresas cumpram com sua obrigação legal e que não existam condições de desequilíbrio entre aquelas que estão no acordo e as que não estão.

O acordo setorial para embalagens em geral contidas na fração seca dos resíduos domésticos envolve todos os setores fabricantes de embalagens e as indústrias envazadoras de produtos de consumo domésticos, como as indústrias de alimentos, bebidas, cosméticos, produtos de limpeza, dentre outros. Merece uma menção especial o papel da coleta seletiva municipal para a efetivação desse sistema de logística reversa. É fundamental que os municípios implantem a coleta seletiva de resíduos para que o acordo setorial seja efetivado. Os catadores têm papel decisivo na logística reversa das embalagens, podendo exercer a coleta e separação desses materiais. Uma das propostas de acordo setorial prevê investimentos na capacitação de catadores, formação de cooperativas, aparelhamento e financiamento para torná-los agentes ativos no mercado de recicláveis. A meta é formar empreendedores com capacidade de gestão para o desafio de aproveitar todos os materiais recicláveis disponíveis.



Outro reflexo importante da logística reversa, que ocorreu em alguns países europeus e que merece atenção por parte das indústrias brasileiras, é a mudança nas relações de produção e consumo em que os produtos não são mais vendidos, mas sim o serviço que eles prestam. Isto é conhecido como uma das formas de desmaterialização de produtos, na qual a titularidade do produto é da empresa que o fabricou ou importou e o consumidor paga pelo serviço que esse bem lhe presta. Essa relação faz com que as empresas, no ato de concepção de seus produtos, utilizem o Design para o Meio Ambiente (Design for Environment) para propiciar uma otimização do seu aproveitamento ou reciclagem, após sua devolução pelo consumidor. Em determinado momento, o produto usado pode ser trocado por um novo e o velho retorna ao ciclo produtivo para ser reaproveitado e reciclado, configurando uma forma de economia circular. Esse novo modo de relação é uma tendência que demandará atenção por parte das empresas e exigirá estudos e debates sobre a sua aplicação no Brasil.

## Planos de gerenciamento de resíduos

Um segundo instrumento importante para a indústria é o plano de gerenciamento de resíduos sólidos. Nele são identificadas todas as ações e resultados do gerenciamento dos resíduos pelas empresas. Todavia, há possibilidade de múltiplas interpretações quanto ao seu correto conteúdo e, assim, torna-se necessária elaboração de um termo de referência nacional.

Como os planos fazem parte do licenciamento ambiental e de suas renovações, é necessário que haja uma regulamentação sobre seu conteúdo. Adicionalmente, também é necessário o estabelecimento dos planos simplificados para micro e pequenas empresas e para as regras de dispensa prevista na PNRS. A harmonização do conteúdo dos planos e a definição das regras para simplificação e dispensa são fundamentais para segurança jurídica das empresas e para a adequação aos requisitos estabelecidos pela política nacional.

A CNI apresentou propostas para o Comitê Interministerial que coordena a implementação dos instrumentos da PNRS, à exceção da logística reversa, visando criar um termo de referência para os planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e regras de simplificação e dispensa para as micro e pequenas empresas. É preciso que essas regras sejam publicadas a fim de auxiliar as empresas para a correta elaboração dos planos e facilitar o atendimento da lei. Nesse aspecto, o apoio dos agentes públicos competentes é fundamental para concretizar essa regulamentação.

## Instrumentos econômicos

Os instrumentos econômicos e financeiros estabelecidos na legislação são componentes indispensáveis para a efetividade dos demais instrumentos estabelecidos na legislação. É necessário modificar a incidência de impostos e contribuições sobre a cadeia da reciclagem e também sobre as empresas obrigadas a implantar a logística reversa. Todo o investimento na estruturação para separação, coleta, armazenamento, transporte e destinação de resíduos deve ser desonerado. A tributação atual encarece o sistema de logística reversa e, desta forma, pode impactar os preços de novos produtos, corroendo a competitividade dos setores envolvidos e criando desequilíbrios concorrenciais.

A experiência internacional mostra a necessidade de se estabelecer mecanismos fiscais para incentivar a recuperação, reciclagem e o uso dos materiais reciclados. O fomento às cadeias de reciclagem é uma forma para promover o uso de materiais mais sustentáveis na cadeia produtiva e, no Brasil, país que tem uma grande carga tributária, não poderia ser diferente.



A CNI estudou o modelo de incidência de impostos no Brasil e, na maioria das vezes, ela é maior para o material reciclado, comparado a um material não reciclado. Todo o trabalho da logística reversa pode não obter sucesso se a lógica da tributação brasileira não for alterada para os resíduos sólidos recuperados. Adicionalmente, o estudo mostra que todas as cadeias devem ser estimuladas. Isto significa que a coleta, o comércio de materiais recicláveis, a indústria recicladora e as empresas que irão adquirir os materiais reciclados devem ser objeto de incentivos em graus diferenciados, a fim de promover o estímulo à reciclagem de forma equilibrada e duradoura.

Da mesma forma, é necessário reduzir os impactos para os setores cuja logística reversa seja onerosa, como é o caso de lâmpadas, pneus, embalagens de agrotóxicos e seus resíduos, pilhas e baterias, óleos lubrificantes e suas embalagens, medicamentos e produtos eletroeletrônicos. Para esses produtos, o gasto com a logística reversa supera os ganhos advindos da reciclagem de seus componentes. Portanto, é preciso estabelecer formas de se reduzir ou mesmo de impedir que os novos custos incidentes sobre os produtos sejam tributados.

A tributação do ICMS de competência estadual é a que mais pesa para a cadeia da reciclagem, conforme pode ser verificado no levantamento do estudo elaborado para a CNI. Resolver esse problema será um grande desafio devido à necessidade de harmonização das fazendas estaduais no Conselho de Política Fazendária (CONFAZ). Os interesses dos estados são comumente divergentes e será necessário trabalhar com cada governo estadual sobre a necessidade de simplificação e desoneração do ICMS sobre as cadeias da reciclagem. Existem estados que adotam políticas de incentivo para a reciclagem e outros não, o que leva à tributação de recicláveis nas operações interestaduais. Isto colabora para uma “guerra fiscal” entre os estados, o que poderá dificultar e encarecer a logística reversa no país.

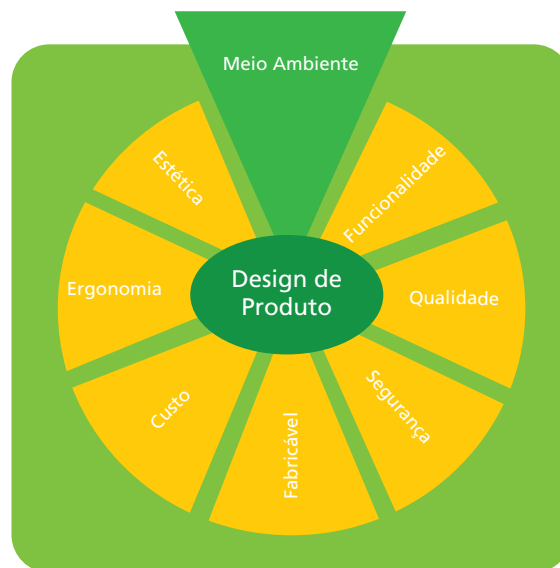
Outro aspecto importante será alterar a Lei Complementar do ISSQN, impedindo a cobrança desse imposto sobre as operações de logística reversa nos municípios. A cobrança desse imposto poderá inviabilizar a logística reversa, tanto sob o ponto de vista econômico, como do ponto de vista burocrático. As operações de logística reversa para a maioria das embalagens e produtos ocorrerão em áreas com mais de um município, o que torna fundamental que o sistema seja simplificado e com baixo custo.



## Design para o meio ambiente, tecnologia e inovação

Uma das formas para reduzir custos no processo produtivo e nas obrigações da logística reversa é o investimento nos projetos para o meio ambiente relacionados a produtos e embalagens. O Design para o Meio Ambiente (Design for Environment, DfE) é uma estratégia que busca integrar as questões ambientais ao processo produtivo de forma a melhorar o desempenho ambiental dos produtos desenvolvidos sem comprometer os requisitos de clientes e demais fatores críticos de sucesso, como segurança, qualidade, custo, etc. A principal contribuição do Design para o Meio Ambiente para a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos se dá em relação a não geração ou à minimização da geração de resíduos.

Figura 7 - Relação do design de produto com requisitos de clientes.



Fonte: CNI.

A prevenção na geração de resíduos é mais efetiva quando incorporada ao projeto do produto e de sua embalagem, pois possibilita uma análise dos impactos durante todo o seu ciclo de vida. Entretanto, no País, por mais que a prevenção na geração de resíduos já esteja sendo aplicada com sucesso por várias indústrias, sua aplicação durante a fase de desenvolvimento dos produtos ainda é pouco explorada pelas empresas.

A análise para a prevenção de resíduos no ciclo de vida de produtos e suas embalagens justifica-se devido às exigências estabelecidas pela PNRS para a logística reversa de produtos e embalagens descartados. As novas exigências requerem um esforço adicional na avaliação das externalidades ambientais de produtos e de embalagens, pelas empresas, devido à necessidade de maior governança sobre o ciclo de vida dos materiais. Independentemente do porte da empresa, as exigências serão as mesmas, o que se torna um grande desafio para aquelas de menor porte.

A PNRS exige que as empresas relatem, em seus planos de gerenciamento de resíduos sólidos, iniciativas e ações voltadas ao Design para o Meio Ambiente visando à incorporação de conceitos de sustentabilidade em embalagens e produtos, e em seus ciclos de vida. Dessa forma, essa estratégia



passa a ter importância crucial no atendimento legal e no fomento à redução dos custos da logística reversa. Esse processo poderá gerar inovações na concepção de novas embalagens e produtos de menor peso, mais reaproveitáveis ou recicláveis, além da redução ou eliminação de materiais que sejam tóxicos ou perigosos.

Outro aspecto importante relacionado à prevenção de geração de resíduos, que tem como ferramenta básica o DfE, é o uso de tecnologias inovadoras que não gerem resíduos nos processos produtivos. Um exemplo de tecnologia de vanguarda que está em processo acelerado de desenvolvimento e tem potencial de revolucionar os métodos produtivos é a impressão em três dimensões (3D). Essa tecnologia tem potencial para substituir máquinas e equipamentos de montagem, conformação mecânica, extrusão e acabamento, dentre outros, necessários em processos industriais. A impressão em 3D gera quantidades mínimas de resíduo e poderá ser aplicada por setores como os da indústria têxtil, automobilística, metalmeccânica, de alimentos, da construção civil, eletroeletrônica, médico-hospitalar, de defesa e aeroespacial.

A mudança na concepção de produtos e embalagens e a implementação da logística reversa criará canais para o retorno dos produtos de volta às empresas ou a outros ciclos produtivos como um sistema circular. A lógica linear de retirada dos recursos naturais dos ecossistemas para uso e posterior descarte não pode se sustentar no longo prazo, pois implica na exaustão das fontes de recursos e no fardo crescente dos aterros, com elevados custos envolvidos.

Com o marco legal da Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria-se a estabilidade necessária para os investimentos que vão possibilitar esta transição. No médio a longo prazo as relações de produção e consumo deverão evoluir para se adequar a esta nova concepção de produção sustentável, criando enormes oportunidades de crescimento e investimento em competitividade. É fundamental que as empresas sejam capazes de aprender e de evoluir em consonância com as expectativas da sociedade e dos consumidores, isso trará indiscutível vantagem na competição pelos mercados no futuro. Nesse sentido o uso do DfE será fundamental e deve ser estimulado, assim como o melhor conhecimento sobre o tema e as iniciativas existentes. Esse ponto será motivo de reflexão dos agentes econômicos e dos líderes empresariais para os próximos anos.

A partir destes desafios, o país tem a oportunidade de investir em propostas inovadoras de design, tecnologias de produção e logística, que têm o potencial de mudar fundamentalmente as relações de produção e consumo na sociedade. Isso cria uma abertura para a construção de vantagens competitivas de longo prazo às empresas capazes de investir em aprendizado organizacional e inovação.

## Requalificação de resíduos

Requalificação de Resíduos, também conhecida como “critérios de fim de resíduos” (*End of Waste Criteria*), é a terminologia empregada para determinados resíduos quando eles deixam de ser considerados resíduos e obtêm o status de subproduto ou matéria prima secundária. Os “critérios de fim de resíduos” correspondem aos requisitos que um material derivado de resíduo deve atender para garantir seu uso sem prejudicar a saúde humana e o meio ambiente. Além disso, os critérios devem fornecer um alto nível de proteção ambiental, redução do consumo de recursos naturais e uso de aterros e oferecer benefícios econômicos. A responsabilidade por sua elaboração é do agente público competente. O principal objetivo é incentivar ainda mais a reciclagem, criando segurança jurídica e condições de concorrência equitativas, bem como a remoção de encargos administrativos desnecessários.



De acordo com a legislação internacional sobre resíduos (União Europeia, 2008; EUA, 1976), determinado resíduo deixa de ter esse status quando foi submetido a um processo de recuperação (incluindo a reciclagem) e cumpre com critérios específicos em consonância com as seguintes condições:

- ser uma substância ou objeto habitualmente utilizado para fins específicos;
- existir um mercado ou procura para a substância ou objeto existente;
- ter permissão para o seu uso (substância ou objeto satisfazem requisitos técnicos para uso em fins específicos e respeitam a legislação existente e normas aplicáveis aos produtos);
- sua utilização não pode causar impactos ambientais ou de saúde humana adicionais, comparativamente às matérias primas comumente existentes.

Na União Europeia, alguns resíduos são atualmente requalificados como subprodutos ou matérias-primas secundárias. Elas incluem as sucatas de forma geral (metais, papel e papelão, vidro, plásticos e resíduos biodegradáveis). Porém, a requalificação pode ir muito além quando a sua aplicação é conhecida e utilizada de forma contínua, em diversos setores industriais. O documento setorial apresentado pelo setor siderúrgico contido no Anexo A deste documento exemplifica casos de sucessos já patenteados, como as escórias de alto forno utilizadas na fabricação de cimento e as escórias de aciaria para pavimentação.

O foco dos “critérios de fim de resíduos” está na qualidade do material submetido à requalificação. No entanto, além da definição de características, composição e valores-limite de substâncias poluentes do material secundário, existem outras opções que podem ser utilizadas para se alcançar a qualidade adequada, inclusive, em alguns casos, mais eficazes em termos técnicos e econômicos. Por exemplo, alguns critérios podem ser mais eficazmente definidos quanto sua qualidade na origem dos resíduos - separação de materiais como resíduos de construção/demolição, papel ou vidro -, no processamento - controle de temperatura em adubos -, ou no uso - rótulos com recomendações para a utilização de resíduos contendo nutrientes para agricultura.

É importante ressaltar que o processo de discussão sobre requalificação de resíduos é uma antiga reivindicação da indústria brasileira, devido à dificuldade imposta pela burocracia ambiental. Atualmente, esse tema é objeto de discussão internacional e, portanto, a sua abordagem representa não só uma necessidade para a manutenção da competitividade das empresas brasileiras vis-a-vis às suas concorrentes internacionais, como também é uma oportunidade para debater o tema no Brasil. Outro aspecto a ser destacado seria o estímulo à inovação de processos que permitam a determinados resíduos serem tratados para a aplicação como insumos em outros processos produtivos. Para tanto, é necessário trazer a discussão para o Brasil e construir propostas que regulem o tema em nível federal. Requalificar resíduos significa ter uma nova visão sobre o seu valor e, desta forma, incentivar ainda mais seu reaproveitamento e reciclagem.

## Valorização energética de resíduos

A valorização (ou recuperação) energética é uma forma de tratamento e, muitas vezes, é considerada por especialistas como uma reciclagem que aproveita o potencial energético contido nos resíduos que não possam formas mais eficientes de serem recuperados. Ela é uma forma complementar no sistema de gestão de resíduos, adotada por muitos países como estratégia para eliminá-los, nos casos em que eles não possam ser reutilizados e reciclados, em detrimento de seu envio a aterros.

Cuidadosamente recolhido e selecionado, o lixo pode conter em média 10.000 kJ/kg de energia, o que significa que cada quilograma de resíduos pode acender uma lâmpada de baixo consumo de 12 W (= lâmpada convencional de 60W) durante 75 horas (fonte: Fornecedores Europeus de Tecnologia





de Valorização Energética de Resíduos). A valorização energética emprega uma série de tecnologias avançadas que permitem fazer a recuperação de energia com baixos riscos e impactos ambientais. As diversas tecnologias existentes propiciam gerar energia dos resíduos por meio de sua queima ou da transformação de combustível para uso industrial, mais conhecido como Combustível Derivado de Resíduos (CDR). Essa tecnologia representa uma nova oportunidade de negócios para as empresas e é amplamente utilizada no mundo para geração de energia elétrica ou térmica.

Segundo a associação Fornecedores Europeus de Tecnologia de Valorização Energética de Resíduos, a valorização energética de resíduos na Europa chega a evitar a emissão anual de 30 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, por meio da não utilização de carvão, ou de 15 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, quando substitui o uso de gás natural.

No Brasil, a partir de agosto de 2014 não será mais permitida a disposição final de resíduos sólidos urbanos em lixões e aterros controlados. Devido ao histórico problemático, a implantação e operação de aterros sanitários pelo Poder Público se mostraram como um desafio. Existe, ainda, a tendência de aumento da geração total e per capita de lixo urbano, em função de uma maior inserção social de famílias pobres e do trabalho de erradicação da pobreza.

Segundo cálculos realizados pela CNI, com base em dados levantados pela Abrelpe em 2010, a fração seca do lixo corresponde, em média, a 49% do lixo urbano, o que equivale a quase 30 milhões de toneladas/ano de resíduos gerados. Desse total, cerca de 35% não são passíveis de reciclagem, o equivalente a aproximadamente 10 milhões de toneladas de rejeitos. Esta parcela é, em sua maior parte, passível de recuperação energética. No restante da fração seca do lixo reciclável (19,46 milhões de toneladas), há ainda uma parcela de materiais plásticos e de celulose (papel e papelão) que não possui potencial de reciclagem devido a fatores como contaminação por alimentos, óleos vegetais ou outras substâncias químicas. Além disso, as etiquetas presentes em muitas embalagens reduzem ou impedem a reciclagem. O maior limitante para a reciclagem de materiais não é tecnológico, mas sim econômico. Em todo o mundo é a relação custo/benefício o fator utilizado para definir a destinação final de resíduos, independente de sua natureza.

No Brasil, a valorização energética é mais utilizada no co-processamento em fornos de clínquer para produção de cimento, mas apenas para alguns tipos de resíduos. Ela minimiza o uso de aterros sanitários e pode auxiliar municípios de maior porte a ter mais uma opção tecnológica para a gestão de seus resíduos, num arranjo de múltiplas soluções de destinação final. No entanto, o tema ainda é foco de debates no país, uma vez que existe um movimento para banir o uso dessa tecnologia. O uso de resíduos sólidos urbanos para a geração de energia está no centro deste debate e a Lei da PNRS preconiza a necessidade de sua regulamentação como alternativa para a gestão de rejeitos que possam ser utilizados para esse fim. A CNI defende que a regulamentação seja realizada dentro dos critérios técnicos de segurança ambiental, de produção de energia e de economicidade.



## REFERÊNCIAS

- ABRELPEa, Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2013.
- ABRELPEb, Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2014.
- Araújo, Patrícia F. "ANÁLISE DA LOGÍSTICA REVERSA COMO FERRAMENTA DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS." Thesis. FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 2011..
- BLUMENSCHHEIN, R. N. A Sustentabilidade na Cadeia Produtiva da Indústria da Construção. 2004. 264f. Tese (Doutorado em Política e Gestão Ambiental)– Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.
- BRASIL. Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, no 147, 3 agosto de 2010, Seção 1, p. 3-7.
- CEMPREa, Política Nacional de Resíduos Sólidos: Agora é Lei, 2010.
- CEMPREb, Política Nacional de Resíduos Sólidos: A Lei na Prática, 2010.
- CNTL, Implementação de Programas de Produção mais Limpa, 2003.
- FIEMG, Programa Mineiro de Simbiose Industrial, 2014.
- Guerrero, Lilliana A., Ger Maas, and William Hogland. "Solid Waste Management Challenges for Cities in Developing Countries." *Waste Management* 33 (2012): 220-32. Elsevier. Web. 10 July 2014. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008>>.
- IBGE, Perfil dos Municípios Brasileiros, 2013.
- Krafcik, John F., "Triumph of the lean production system". *Sloan Management Review* 30 (1988): 41–52.
- Marshall, Rachel E., and Khosrow Farahbakhsh. "Systems Approaches to Integrated Solid Waste Management in Developing Countries." *Waste Management* 33 (2012): 998-1003. Elsevier. Web. 10 July 2014. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.12.023>>.
- MMAa, Guia para Elaboração dos Planos de Resíduos Sólidos, 2011
- MMAb, Planos de Gestão de Resíduos Sólidos: manual de orientação, 2012
- PwC, Guia de orientação para adequação dos Municípios à Política Nacional de Resíduos Sólidos, 2011.
- OECDa. Guidance Manual for the Implementation of Council Recommendation C(2004)100 on the Environmentally Sound Management (ESM) of Waste, 2007.
- OECDb, Work on Sustainable Materials & Waste Management, 2013.
- Rexroth, Lean Manufacturing: Principles, Tools and Methods, 2009.
- SNIS, Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, 2012.
- UNa, A 10-year framework of programmes on sustainable consumption and production patterns, 2012.
- UNb, Resolution adopted by the General Assembly on 27 July 2012: The future we want, 2012.



UNEPa. Solid Waste Management, 2005.

UNEPb, Integrated Waste Management Scoreboard: A Tool to Measure Performance in Municipal Solid Waste Management, 2005.

Waste Management, Sustainability Report, 2010.

Womack, James P., Daniel T. Jones; Daniel Roos, "The Machine that Changed the World. 1990

World Bank, WHAT A WASTE: A Global Review of Solid Waste Management, 2013.

WRAP, Designing Out Waste, 2014.

#### Websites:

United Nations

<http://www.undp.org/content/dam/undp/library/corporate/fast-facts/english/FF-Waste-Management.pdf>

<http://www.unep.org/gpwm/>

<http://www.unep.org/ietc/AboutIETC/IETCandUNEPsvision/tabid/56248/Default.aspx>

<http://www.unido.org/en/what-we-do/environment/resource-efficient-and-low-carbon-industrial-production/cp/cleaner-production.html>

Organisation for Economic Co-operation and Development

[http://www.oecd.org/environment/waste/smm-makingbetteruseofresources.htm#Access\\_the\\_full\\_report](http://www.oecd.org/environment/waste/smm-makingbetteruseofresources.htm#Access_the_full_report)

[http://www.oecd.org/env/waste/OECD%20Work%20on%20SMM\\_update%2011-02-2013.pdf](http://www.oecd.org/env/waste/OECD%20Work%20on%20SMM_update%2011-02-2013.pdf)

<http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV/EPOC/WGWPR/SE%282004%291/FINAL&docLanguage=En>

European Commission

<http://ec.europa.eu/environment/waste/mining/>

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/NOT/?uri=CELEX:32008L0098>

US Environmental Protection Agency

<http://www.epa.gov/osw/nonhaz/industrial/special/mining/>

<http://www.epa.gov/oecaagct/lrca.html#About>

National Geographic Society

[http://education.nationalgeographic.com/education/encyclopedia/great-pacific-garbage-patch/?ar\\_a=1](http://education.nationalgeographic.com/education/encyclopedia/great-pacific-garbage-patch/?ar_a=1)





ANEXO A  
RESÍDUOS SÓLIDOS  
E SETORES DA  
INDÚSTRIA  
NACIONAL





# ABAL - A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA INDÚSTRIA DO ALUMÍNIO







Instalada no Brasil desde a década de 1950, a indústria do alumínio está distribuída por todo o país e, em toda sua cadeia de valor – da extração mineral à reciclagem – apresenta desempenhos que são referência mundial no setor, nos aspectos econômico, social e ambiental.

Trata-se de uma indústria altamente estratégica para o país, pois atende aos principais segmentos econômicos com diversidade e qualidade de produtos, além de participar do mercado internacional como exportador, incluindo alumina e bauxita, gerando riqueza para a nação.

O Brasil é atualmente o 3º maior produtor mundial de bauxita e detentor da 3ª reserva mineral e é também o 3º maior produtor mundial de alumina. No entanto, ocupa apenas a 8ª posição entre os principais países produtores de alumínio primário, situação que vem se agravando pelo alto custo de energia, que afeta a competitividade global da nossa indústria.

**Tabela 1 - Perfil da Indústria Brasileira do Alumínio.**

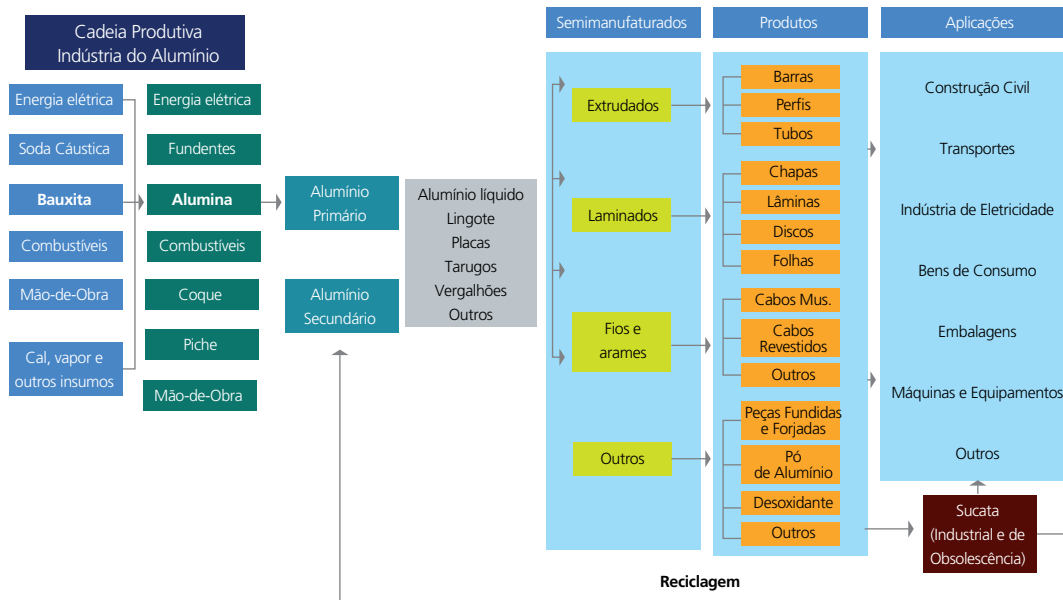
<b>Composição</b>	<b>2013</b>
<b>Empregos (31/12)</b>	507.127
. Diretos	124.678
. Indiretos (inclui coleta e preparação das sucatas de alumínio)	382.449
<b>Faturamento (US\$ bilhões)</b>	18,2
.. Participação no PIB (%)	0,8
.. Participação no PIB Industrial (%)	3,8
<b>Investimentos (US\$ bilhões)</b>	1,4
<b>Impostos pagos (US\$ bilhões)</b>	3,0
<b>Produção de alumínio primário (mil t)</b>	1.304
<b>Consumo doméstico de transformados (mil t)</b>	1.513
<b>Consumo per capita (kg/hab.)</b>	7,5
<b>Exportação (mil t) (peso alumínio)</b>	530
<b>Importação (mil t) (peso alumínio)</b>	333
<b>Balança comercial da indústria do alumínio (US\$ milhões FOB)</b>	
.. Exportações	3.575
.. Importações	1.346
.. Saldo	2.229
<b>Participação das exportações de alumínio nas exportações brasileiras</b>	1,5%

Fonte: ABAL

A gestão dos resíduos é extremamente importante para a indústria brasileira do alumínio, tanto na contribuição socioambiental quanto na gestão econômica e sustentável de suas empresas. Em todas as etapas de valor (imagem abaixo), o setor realiza práticas sustentáveis para destinação dos seus resíduos.



Figura 1 - Indústria Brasileira do Alumínio - Cadeia Produtiva.



Os principais resíduos sólidos da indústria do alumínio estão assim discriminados, segundo a etapa produtiva:

#### Mineração e refino da bauxita

- Finos de argila (resíduos da lavagem de bauxita);
- Óleos (solúveis e insolúveis);
- Resíduo do refino da bauxita (lama vermelha);
- Crostas de tanques;
- Resíduo da extinção da cal virgem;
- Rejeitos de alumina e hidratos contaminados;
- Fibras cerâmicas / isolamento térmico.

#### Produção de alumínio primário

- Revestimento carbonoso/refratário e isolante do forno de alumínio (SPL);
- Resíduos dos lavadores de gases (via úmida);
- Pasta anódica (coque e piche) / limpeza de butts;
- Borra de alumínio (dross);
- Refratários (fundição e redução);
- Tijolos e concretos refratários (cozimento de anodos);
- Sucata de ferro / barras catódicas;
- Carvão de escumagem;
- Pó de coque nos transportadores e moagem/sistemas de despoeiramento;
- Óleos (insolúveis e solúveis);
- Alumina contaminada;
- Lixo hospitalar;
- Sacarias contaminadas;
- Amianto.



### **Produção de ligas secundárias**

- Borra de refusão;
- Resíduos de exaustão ;
- Refratários / cadinhos;
- Óleos lubrificantes / cárter;
- Sacarias.

### **Transformação de produtos de alumínio:**

#### **Laminação**

- Borra de refusão;
- Refiles de alumínio com plástico e papel;
- Refratários;
- Borra de tintas;
- Solventes gastos;
- Óleos: mineral de laminação, lubrificantes e solúveis;
- Panos da politriz;
- Terra diatomácea.

#### **Extrusão**

- Borra de refusão;
- Banho de soda cáustica do lavador de gases dos fornos;
- Refratários;
- Borra de forno de nitreção das ferramentas;
- Sucata de grafite;
- Banho de soda gasto na limpeza de ferramentas;
- Óleos lubrificantes e solúveis;
- Sucata de ferro;
- Banho ácido (anodização/neutralização);
- Banho de soda (fosqueamento);
- Torta da estação de tratamento de efluentes.

#### **Trefilação**

- Sucata de borracha;
- Borra de óleo de trefila;
- Óleos lubrificantes e solúveis;
- Ascarel (PCB).

#### **Fundição**

- Borra de refusão;
- Refratários/cadinhos;
- Areia de fundição;
- Óleos lubrificantes e solúveis.

Nas etapas iniciais da cadeia produtiva, cada tonelada de alumina produzida gera entre 700 kg e 900 kg de resíduos de bauxita, apresentado sob a forma de uma polpa alcalina com partículas sólidas.



Além da destinação correta desse resíduo em áreas previamente impermeabilizadas, a indústria também busca possibilidades de aproveitamento do resíduo da bauxita como matéria-prima para outras atividades, como na indústria de cimento e na indústria cerâmica para a produção de tijolos e telhas.

Atualmente, os produtores de alumínio instalados no país investem em alternativas de reaproveitamento/co-processamento dos resíduos gerados pelo processo de produção do metal.

Para tanto, firmam parcerias com universidades e centros de pesquisa para buscarem soluções que transformem os resíduos em produtos ou insumos para outros setores.

Resíduos dos calcinadores de plantas industriais servem para a indústria de refratários; o Revestimento Gasto das Cubas eletrolíticas (RGC) – também conhecido por Spent Pot Lining (SPL) – serve de matéria-prima para a indústria de cimento e até para a fabricação de telhas. Os resíduos de carbono também são utilizados como combustíveis para fornos das indústrias de cimento, contribuindo assim com a redução dos gases de efeito estufa.

A escória gerada no processo de produção de alumínio primário, quando removida adequadamente do forno de fusão e resfriada, contém teores de alumínio metálico superiores a 20%. Esse subproduto pode ser reprocessado em fornos rotativos para a recuperação do alumínio contido.

A produção das ligas secundárias de alumínio também gera escórias com altos teores de sais e óxido de alumínio e um pequeno percentual de alumínio metálico. O reaproveitamento dessa escória para extrair o alumínio contido ainda gera um residual que pode ser tratado para recuperação do sal.

## Boas práticas

Há vários casos de outras práticas ambientais empreendidas pela indústria do alumínio. Alguns deles:

### **Alcoa**

A Alcoa Alumínio S.A. avançou em seus objetivos de redução, tratamento e reciclagem de resíduos e vem desenvolvendo soluções que possibilitem a eficiência dos seus negócios, deixando um legado de sustentabilidade nas localidades onde atua.

A companhia estabeleceu a meta mundial de reciclar e reutilizar, até 2020, 75% dos resíduos que antes eram destinados a aterros, com base no ano de 2005. Em 2013, a companhia já havia superado esta meta, pois destinou 86% dos resíduos para disposições sustentáveis, resultado de melhorias em processos e produtos nas unidades da Alcoa no Brasil.

Exceto os materiais que são incinerados – resíduo oleoso, resíduo de ambulatório, tintas e solventes –, os demais resíduos (madeira, papel, plástico, metais, vidro, borracha, óleo lubrificante, adubo, etc.) são sempre usados como uma fonte de recursos para reciclagem. A companhia realiza a destinação adequada dos materiais descartados de acordo com as leis ambientais, levando em conta as especificidades de cada resíduo.

Em pesquisa e inovação, a Alcoa possui iniciativas em parceria com instituições de pesquisa para o desenvolvimento de aplicações para o resíduo do refino da bauxita na indústria do cimento. Em conjunto com a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), por exemplo, foi desenvolvido projeto que viabiliza a utilização dos resíduos da bauxita como matéria-prima na produção de clínquer de cimento, substituindo fontes naturais não renováveis de ferro e alumínio.

Já em parceria com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli), chegou-se a uma solução



que possibilita a adição de resíduos da bauxita em cimentos compostos, em substituição ao clínquer. O sucesso na implantação destes conceitos ajuda a reduzir a pegada ecológica, as emissões de CO<sub>2</sub> e ainda resulta em benefícios econômicos e sociais nas cadeias de produção e consumo dos setores de mineração e construção civil.

Outra iniciativa inovadora é realizada na refinaria do Consórcio Alumar, gerenciada pela Alcoa em São Luís (MA), onde foram desenvolvidos bloquetes de concreto com resíduos de bauxita, que podem ser utilizados na construção civil. Os bloquetes são feitos de concreto convencional, substituindo a areia pelo resíduo de bauxita. No momento, os materiais estão sendo testados em áreas internas da refinaria do Consórcio Alumar.

**Figura 2 - Tijolos refratários usados na pavimentação de ruas do bairro Pedrinhas, em São Luís (MA).**



#### *Reaproveitamento de resíduos*

A escória formada durante o processo de fundição do alumínio contém teores de alumínio metálico acima de 20%. Para minimizar a geração deste rejeito, o lingotamento da unidade do Consórcio Alumar, em São Luís (MA), desenvolveu e implantou um processo de reaproveitamento interno do alumínio metálico contido na borra, gerando significativo ganho financeiro para a companhia, bem como uma redução de 10% do resíduo sólido gerado na operação. Como resultado, em 2013, foram recuperadas 223 toneladas de alumínio.

Na Alumar, a substituição das antigas caldeiras por outras mais modernas e eficientes, em 2009, possibilitou a geração de menor quantidade de cinzas. Além disso, toda a cinza gerada nas operações é utilizada como insumo na produção de cimento, sem destinação a aterros. Cabe ressaltar que, desde 2005, toda cinza gerada nas operações da Alumar – um volume de mais de 120 mil toneladas - é usada na produção de cimento.

Outra ação de reaproveitamento ocorrida na Alumar é a reutilização de tijolos refratários que sobram após a manutenção dos fornos de cozimento de anodos. A fábrica recicla esses materiais desde o início de suas operações, em 1984, e já soma mais de 100 mil toneladas de tijolos reciclados, utilizados em pavimentação na área da própria fábrica, bem como em ruas e praças de comunidades vizinhas da unidade.



## Novelis

No período entre abril/2013 e março/2014, a unidade da Novelis do Brasil Ltda em Pindamonhangaba (SP) reciclou 124 toneladas de resíduos provenientes dos poços onde é realizado o resfriamento do alumínio líquido para a produção de placas (processo Direct Casting). Trata-se de um resíduo que não pode ser reutilizado internamente, pois contém umidade em excesso.

A reciclagem consiste no processamento mecânico, segregação e retorno para a indústria de fundição. Com a segregação adequada desse resíduo e o desenvolvimento e qualificação ambiental de um fornecedor de transporte e reciclagem, foi evitado o envio para aterros. Além disso, a iniciativa gerou uma receita de R\$ 40 mil para a Novelis.

**Figura 3 - Reciclagem de resíduos dos poços de DCs gerou uma receita de R\$ 40 mil para a Novelis.**



Como parte de seu trabalho em torno da gestão de resíduos, a empresa realiza uma contínua inspeção dos materiais, mapeando oportunidades, fazendo avaliações e o monitoramento em seu sistema de EHS – Saúde, Segurança e Meio Ambiente. Os relatórios de ocorrência passam a fazer parte das ações prioritárias a serem implantadas e monitoradas.

Uma alteração no layout da Central de Resíduos da planta aumentou sua capacidade de estocagem e a rotatividade de caçambas, além de ampliar a área coberta, aumentando a proteção contra intempéries e possível arraste de resíduos com as chuvas, o que poderia acarretar riscos ambientais. Durante os últimos doze meses, a Central recebeu 1.550 toneladas de resíduos de papel, papelão, plástico, madeira e embalagens vazias.

Para a segregação da sucata de cobre – basicamente cabos elétricos – foi definido um ponto de coleta seletiva, dotado de caçamba compartimentada, e qualificado um fornecedor para transporte e reciclagem da sucata. No período, foram recicladas quase 20 toneladas, gerando uma receita de aproximadamente R\$ 73 mil para a Novelis.

Mudanças no acondicionamento de lâmpadas resultaram em menos quebras, diminuindo o risco de acidentes para funcionários e também melhorias no processo de reciclagem, com melhor reaproveitamento dos elementos que compõem o produto.



## Resultados

As melhorias implantadas proporcionaram à planta da Novelis um melhor gerenciamento dos resíduos e evitaram que mais de 143 toneladas deles fossem aterrados. Além de favorecerem a estratégia de reciclar cada vez mais e zerar a quantidade de resíduo aterrado, essas ações trouxeram ganhos financeiros de R\$ 113 mil. Complementarmente à receita obtida com a venda dos resíduos, foi possível economia de custos atrelados à destinação para aterros.

## Votorantim Metais

A Votorantim Metais trabalha com a meta de eliminar a geração de resíduos minero-metalúrgicos em suas unidades de operação até 2020. Para isso, a companhia tem investido em pesquisa e desenvolvimento tecnológico com o objetivo de transformar o que poderia ser tratado apenas como passivo ambiental em um ativo de valor agregado.

Neste contexto, alguns dos principais projetos desenvolvidos pela Votorantim Metais estão no Negócio Alumínio. Um dos destaques é o projeto de reaproveitamento do alucoque, resíduo da fabricação do alumínio, utilizando-o como combustível em secadores/fornos nas plantas industriais da companhia e também como aditivo na fabricação de aço.

A previsão da companhia é de reduzir o descarte de resíduos em 1,5 mil toneladas/mês, o que significa não só um importante ganho ambiental, mas também uma nova oportunidade de mercado. Somente o setor de aço possui uma demanda potencial de mais de 75 mil toneladas de escória sintética por ano.

A unidade de Niquelândia (GO) da Votorantim Metais já está testando o alucoque como fonte de geração de energia, com objetivo de consolidar o projeto junto a parceiros de siderurgia e mineração, fechando o ciclo de geração e utilização responsável, agregando valor ambiental para a companhia, seus clientes e, principalmente, para o meio ambiente.

A Votorantim Metais já obteve homologação do registro de patente pelo Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) dentro da modalidade de patente verde, com a perspectiva de conclusão de todo o processo dentro de dois anos.

Figura 4 - Linha de cubas eletrolíticas que podem ser alimentadas com o alucoque.







### *Trim Liquor*

Outro projeto que visa o melhor aproveitamento dos resíduos da produção de alumínio é o Trim Liquor, desenvolvido na fábrica de Alumínio (SP). A partir de estudos próprios, a companhia passou a aproveitar a solução líquida extraída da bauxita, como parte do processo de produção do alumínio.

No refino de alumina, a bauxita - minério rico em óxido de alumínio - é submetida à digestão com soda cáustica (NaOH). No processo de separação sólido-líquido, pode ocorrer perdas de alumina (produto) que é incorporada no resíduo. Para minimizar essa perda, o projeto Trim Liquor controla a precipitação da alumina, diminuindo a geração de resíduo sólido.

Com a adoção do projeto, em 2012, várias conquistas já podem ser comemoradas. A companhia já consegue aproveitar cerca de 14 mil toneladas de alumina e 2 mil toneladas de soda cáustica, por ano, que deixaram de ser descartadas como resíduo.

Em 2013, o projeto Trim Liquor foi premiado na 19ª Edição do Prêmio FIESP de Mérito Ambiental, promovido pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, como exemplo de boa prática ambiental na área de Refinaria de Tecnologia da Alumina.

### **General Cable**

Na General Cable do Brasil Ltda – fabricante de fios e cabos de alumínio localizada em Poços de Caldas (MG) – a aplicação da metodologia Seis Sigma deu ótimos resultados. Com a implantação em 2013 de uma nova tecnologia de informação, para controle de processo e desdobramento de projetos de melhoria, houve uma melhoria de 90% do DMPU (índice de falhas) e uma redução de 30% na geração de resíduos durante o processo de fabricação de fios e cabos.

A empresa também desenvolve outras soluções, como a recuperação de carretéis de madeira utilizados no processo. Atualmente, ao invés de serem descartados, os carretéis são recuperados, o que representa uma economia em volume da ordem de 15% na compra de novos carretéis por mês. Esta economia viabiliza a estrutura da área, ou seja, a prática de recuperação de carretéis é auto-sustentada, baseada nos três pilares da sustentabilidade: econômico, ao reduzir a compra de novos carretéis; ambiental, ao poupar a extração de madeira e evitar a geração de resíduos; e social, ao gerar empregos, capacitando e especializando mão de obra para recuperação dos carretéis.



Com a recuperação, empresa reduziu em 15% a aquisição de novos carretéis.





A empresa mantém ainda o Fundo Verde, um programa de incentivo aos funcionários para a correta segregação de resíduos. A receita gerada pelo programa – proveniente da venda dos resíduos de papel e plástico – é revertida em campanhas educativas, reconhecimentos e recompensas aos empregados e/ou setores que alcançarem as metas relacionadas a Meio Ambiente e Segurança.

### **Prolind**

A Prolind Industrial Ltda – extrusora de alumínio com plantas instaladas em São José dos Campos (SP) e Londrina (PR) – reduziu em mais de 60% o consumo de soda cáustica utilizada na limpeza do ferramental de extrusão, através de um processo de reutilização do insumo.

A empresa possui dois tanques de armazenamento da soda, um para o produto puro e outro para armazenagem da soda já utilizada. A redução significativa no consumo e descarte da soda foi atingida com vários procedimentos.

O tanque destinado ao insumo já utilizado possui um batedor no fundo para fazer a circulação da soda, água e das partículas de alumínio. Após o descarte da soda utilizada, aguarda-se pela decantação das partículas para o fundo do tanque. Em seguida, o produto que está na superfície do tanque é aspirado e retornado para o processo de limpeza de ferramental.

**Figura 5 - Instalação de tanque para decantação reduziu em mais de 60% o consumo e descarte de soda cáustica.**



Além de reduzir o consumo de soda cáustica para 40 toneladas em 2013, contra 93 toneladas do ano anterior, a reutilização do insumo também contribuiu para a preservação do meio ambiente, ao diminuir em 66% o descarte de soda impregnada por partículas. Em 2013, a Prolind descartou 103,4 toneladas de soda, contra uma estimativa de 308,2 toneladas previstas para o ano.



## Desafios

A indústria do alumínio global está engajada no programa “Alumínio para futuras gerações”, liderado pelo *International Aluminium Institute (IAI)*, que promove o desenvolvimento sustentável pela execução voluntária de ações medidas por 22 indicadores de sustentabilidade. Entre estes indicadores, estão a gestão de resíduos da mineração e refino da bauxita; processamento e reciclagem dos revestimentos gastos de cubas eletrolíticas; destinação correta e recuperação de escória e outros resíduos decorrentes do processo de transformação e reciclagem do alumínio.

Para atender ao programa, que definiu o ano de 1990 como linha base de referência para o volume de operação do setor, as empresas investem em tecnologia, ao mesmo tempo em que formam parcerias com universidades para desenvolver soluções cada vez mais sustentáveis na gestão de seus resíduos, como demonstram os exemplos bem sucedidos descritos.

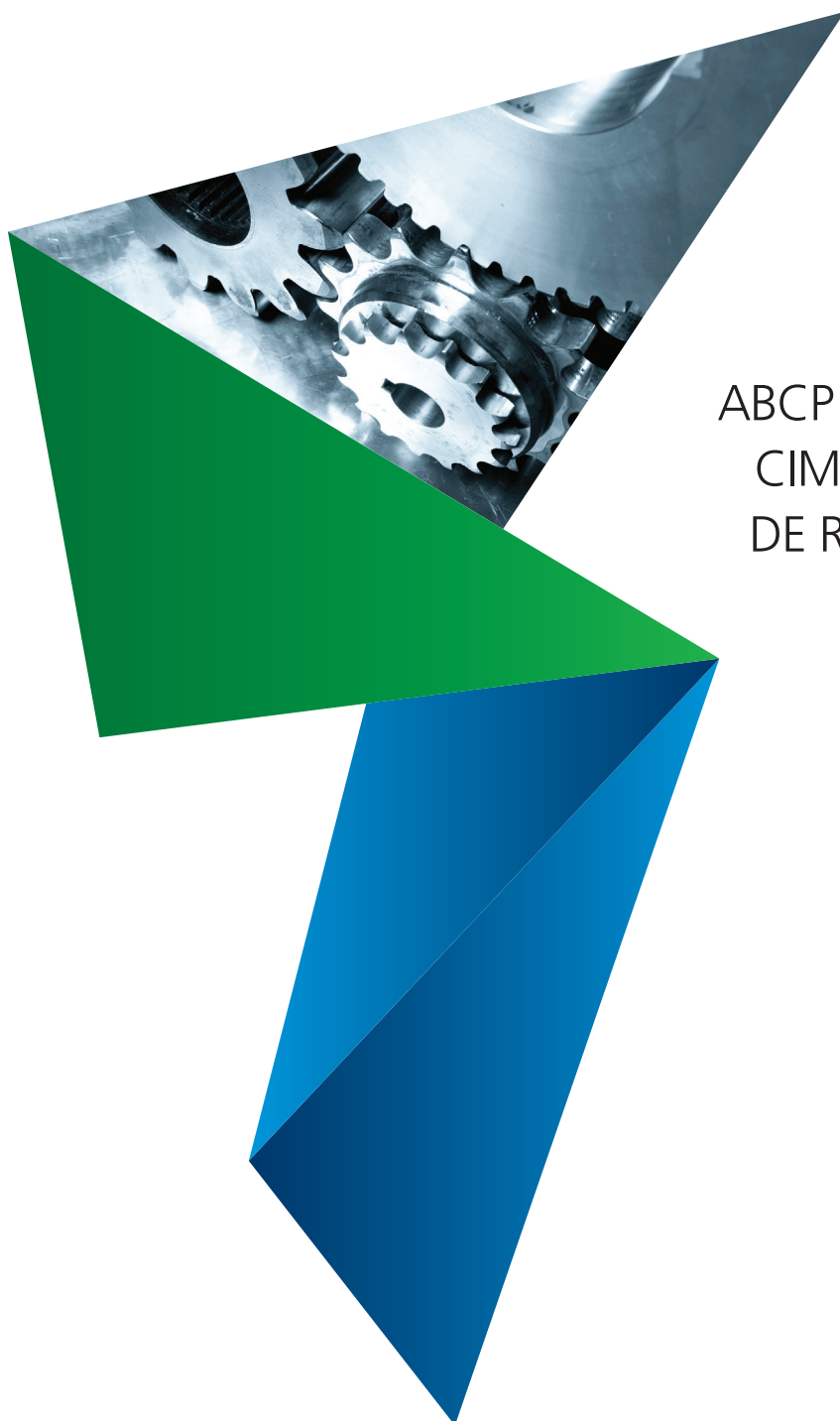
Para ampliar o volume de processamento e reciclagem dos resíduos há, contudo, o desafio de expandir as parcerias com outros setores produtivos, como a indústria de cimento e siderúrgica, por exemplo, de forma a transformar efetivamente o resíduo da cadeia do alumínio em insumo complementar para outras cadeias produtivas, gerando novas soluções.

---

### CRÉDITOS

#### **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO ALUMÍNIO**

Redação (texto): Assessoria de Comunicação da ABAL, com informações das empresas Alcoa Alumínio S.A., General Cable do Brasil Ltda, Novelis do Brasil Ltda, Prolind Industrial Ltda e Votorantim Metais.



ABCP – A INDÚSTRIA DE  
CIMENTO E A GESTÃO  
DE RESÍDUOS SÓLIDOS

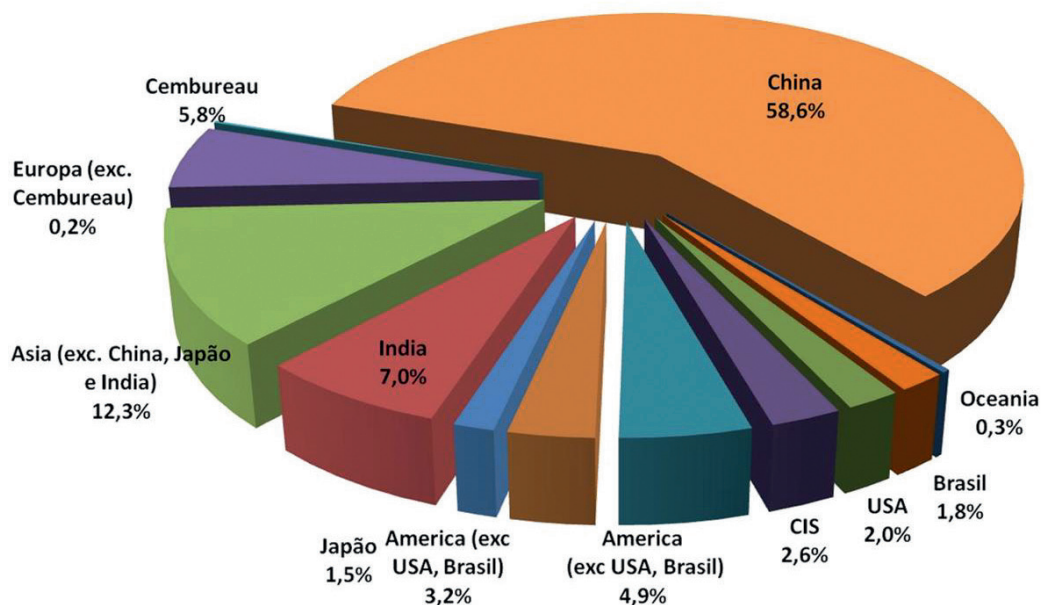




O cimento é um dos produtos mais consumidos pela humanidade e tem importante papel no desenvolvimento dos países. É o componente principal do concreto, material fundamental na construção civil e segundo produto mais consumido no mundo após a água.

A produção de cimento no Brasil vem crescendo desde 2002, tendo atingido 70 milhões de toneladas em 2013, o que colocou o país como 6º produtor mundial.

**Figura 1 - Panorama da produção mundial de cimento 2013**



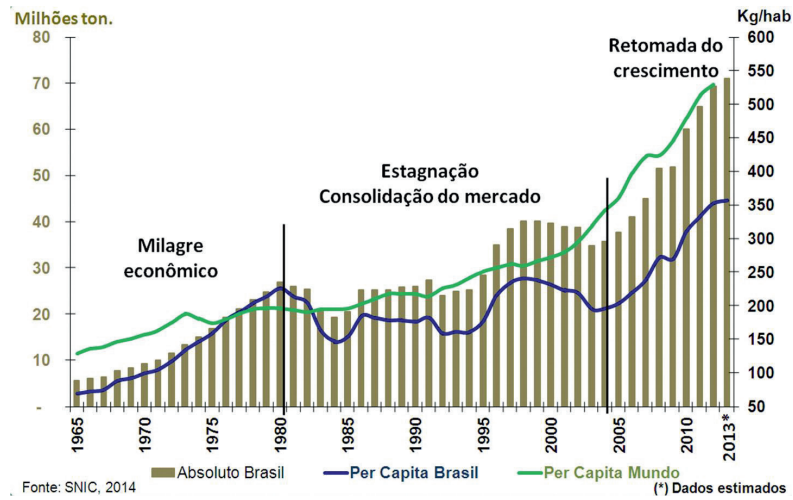
Fonte: CEMBUREAU, 2014.

A demanda de cimento no país cresceu de 237 kg/habitante em 2007 para 353 kg/habitante em 2012, impulsionada pelas obras de infraestrutura necessárias para a realização da Copa do Mundo em 2014, das Olimpíadas em 2016 e do Programa de Aceleração do Crescimento, o PAC.

O Brasil é o 4º consumidor mundial de cimento. A figura 2 mostra a evolução do consumo de cimento no Brasil (\*).



Figura 2 - Evolução do consumo de cimento



Fonte: SNIC, 2014.  
(\*) Dados estimados.

Um crescimento exponencial da indústria da construção civil é esperado para os próximos anos e, com o aumento da demanda e produção de cimento, o setor enfrentará grandes desafios na preservação de recursos naturais e no consumo de energia, bem como na redução das emissões de gases de efeito estufa.

A utilização de combustíveis e matérias primas alternativas são as principais opções para atenuar o esgotamento dos recursos não renováveis, contribuir para a mitigação dos gases de efeito estufa, além de estar em consonância com a lei 12305/10, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

## A indústria de cimento

Atuam no país, hoje, 17 grupos industriais com 87 unidades produtoras, sendo 51 integradas (forno+moinho) e 36 unidades de moagem espalhadas por todo o território nacional, predominantemente no sul e sudeste. A capacidade de produção nominal é de 86 Mt/ano. A distribuição das fábricas é apresentada na figura 3.



Figura 3 - Localização das fábricas no Brasil



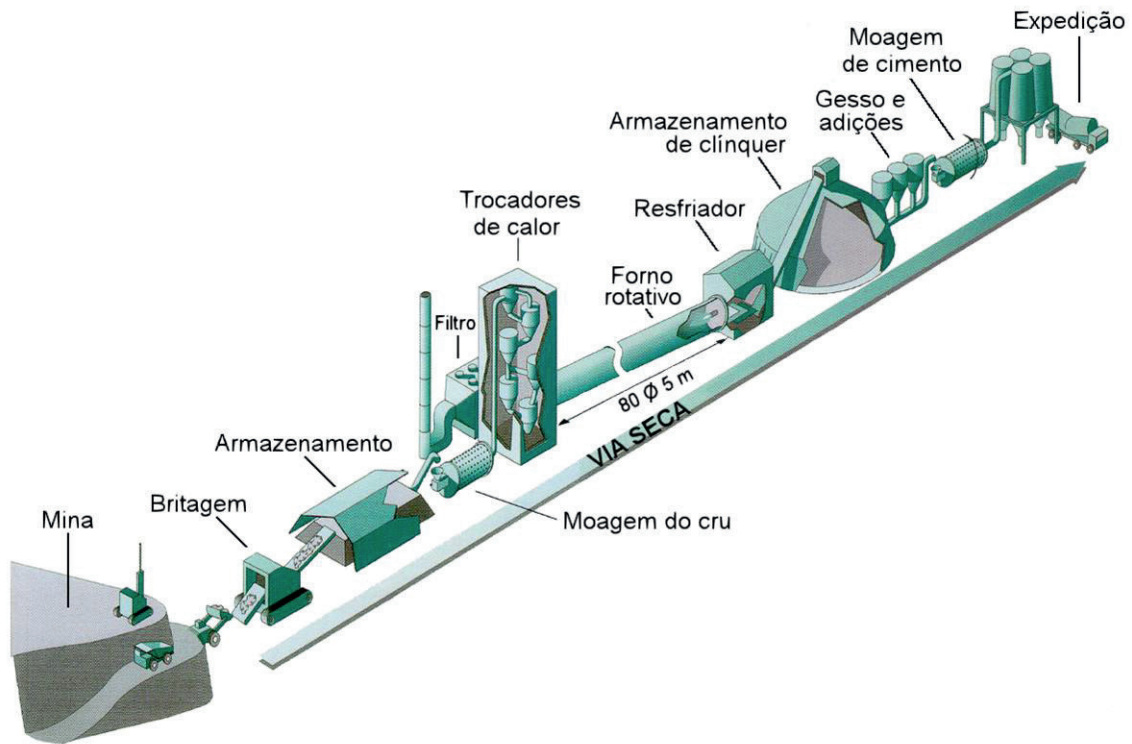
O processo produtivo envolve a calcinação das matérias primas (calcário e argila) em fornos rotativos a altas temperaturas, gerando como produto o clínquer, que, moído com gesso e outras adições, resultará no cimento.

A fabricação de cimento faz uso intensivo de energia e recursos naturais não renováveis. De acordo com o CEMBUREAU, organização representante do setor na Europa, para cada tonelada de clínquer produzido são necessárias 1,5 a 1,7 toneladas de matéria prima e para cada tonelada de cimento, 60 a 130 kg de óleo combustível ou seu equivalente.

A figura 4 apresenta esquematicamente o processo de fabricação do cimento.



Figura 4 - Esquema do processo de fabricação de cimento



Fonte: Caillon Rouge/Roger Rivet

## Utilização de resíduos na indústria de cimento – Coprocessamento

A problemática da gestão de resíduos, preocupação crescente em todo o mundo, tem merecido uma atenção cada vez maior por parte da administração pública, empresas e sociedade civil, reforçada após a aprovação da lei da PNRS.

Com a iminente saturação dos aterros sanitários, a proibição dos lixões a partir de 2014 e a obrigatoriedade do aproveitamento dos resíduos, a busca por alternativas de destinação ambientalmente adequadas tornou-se imprescindível.

Além disso, o crescimento da produção de cimento em nível mundial demandará cada vez mais a utilização de recursos naturais e energia, representando consumo anual de centenas de milhões de toneladas de combustíveis e minerais. O grande desafio é manter o crescimento sem comprometer as gerações futuras.

Neste contexto, o coprocessamento – uso de resíduos industriais e sucatas no processo de produção - se constitui em alternativa de destinação ambientalmente adequada para os resíduos industriais e urbanos. Contribui para a preservação dos recursos naturais, ao possibilitar a substituição parcial dos combustíveis convencionais e matérias primas utilizadas no processo de fabricação do cimento, recuperando a energia e a parte mineral contidas.





A utilização dos fornos de fabricação de cimento como ferramenta para a gestão de resíduos vem se tornando cada vez mais importante no cenário nacional.

Os fornos de cimento possuem características que os tornam favoráveis para a queima de resíduos, como altas temperaturas, longo tempo de residência em temperaturas acima de 1450°C, atmosfera oxidante, destruição total dos componentes orgânicos, não geração de cinzas, entre outras.

## Histórico do coprocessamento

As primeiras experiências com coprocessamento de resíduos foram realizadas com sucesso na década de 70, no Canadá, com o objetivo de estudar a eficiência de destruição de resíduos clorados (1974 a 1976).

Na França, os primeiros ensaios foram realizados em 1978. No mesmo ano, registram-se estudos na Suécia e em 1979, nos Estados Unidos. Desde então, o panorama mundial do coprocessamento tem se desenvolvido progressivamente.

As atividades de coprocessamento de resíduos foram iniciadas no Brasil na década de 90, no sul e sudeste, tendo sido regulamentadas pelas agências ambientais de Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo em 1998.

Já em âmbito federal, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) instituiu, em 1999, pela Resolução 264, a regulamentação nacional. A Resolução 316/2002 para sistemas de tratamento térmico complementou a regulamentação, estabelecendo para o coprocessamento o limite de emissão de dioxinas e furanos. As regulamentações de São Paulo e Minas Gerais passaram por processo de revisão e foram publicadas em 2003 e 2010, respectivamente.

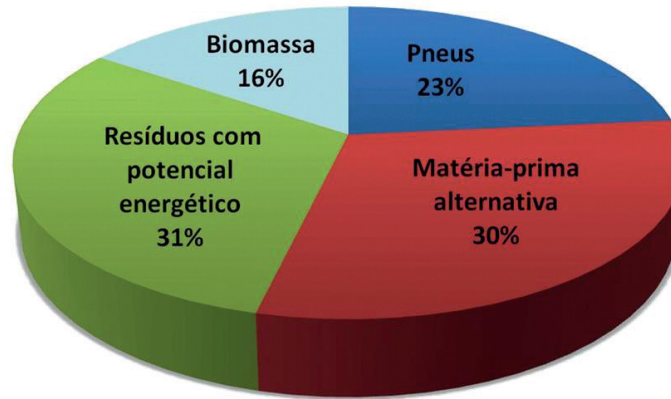
Os resíduos passíveis de serem coprocessados são provenientes de diversas indústrias, principalmente dos setores químico, petroquímico, metalúrgico, alumínio, automobilístico, papel e celulose, além dos resíduos sólidos urbanos (RSU) tratados. Entre os resíduos mais comuns encontram-se as borrachas, solventes, tintas e óleos usados, borras de petróleo e de alumínio, além de solos contaminados e lodos das estações de tratamento. Destacam-se ainda os pneus inservíveis, que constituem um sério problema ambiental e de saúde pública quando dispostos de maneira inadequada.

## Panorama do coprocessamento em 2013 no Brasil

Em 2013 foram coprocessadas 1,2 milhão de toneladas em 37 plantas licenciadas para a atividade. Do início da atividade de coprocessamento no Brasil até o momento, foram coprocessadas aproximadamente 10 milhões de toneladas de resíduos.



Figura 5 - Perfil dos resíduos coprocessados ano base 2013 (t)



## Coprocessamento de pneus inservíveis

A Resolução Conama 416/09, que dispõe sobre prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, estabelece que, para cada novo pneu comercializado no mercado de reposição, as empresas fabricantes ou importadoras deverão dar destinação adequada a um pneu inservível (relação 1:1).

A principal destinação de pneus inservíveis é o coprocessamento em fornos de cimento, que, afóra a vantagem de queimar grandes volumes, ainda aproveita o potencial energético contido.

Em 2013, foram coprocessados na indústria do cimento 58 milhões de pneus inservíveis, equivalentes a 46.000 km. Se colocados lado a lado, dariam uma distância de mais de uma volta ao redor da terra.

Figura 6 - coprocessamento de pneus





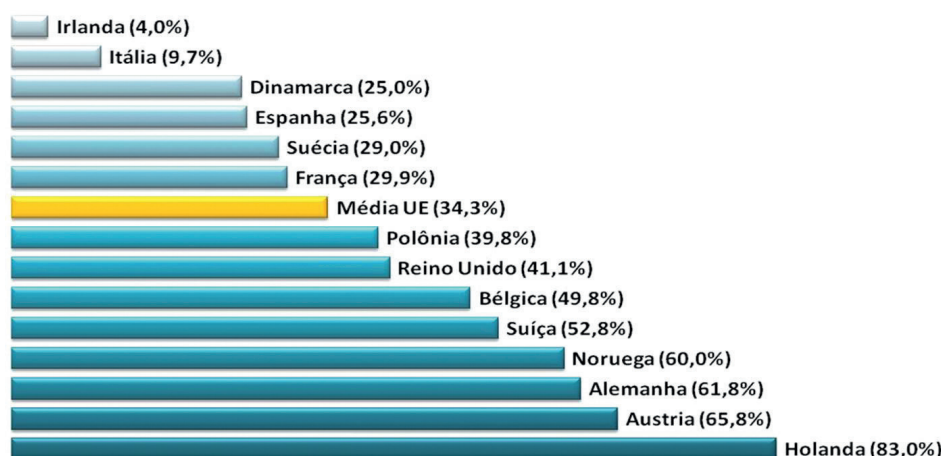
## Panorama internacional

Como já foi mencionado, países como França, Japão, Canadá e Noruega, diante da saturação iminente dos aterros sanitários e dos riscos dos aterros clandestinos, regulamentaram o coprocessamento há mais de quatro décadas. O objetivo era contar com uma alternativa segura de destinação de grandes volumes de resíduos e de passivos ambientais.

A Noruega, diante dos resultados positivos do coprocessamento em fornos de cimento, inclusive de resíduos industriais organoclorados, tomou a decisão de aproveitar as fábricas de cimento já instaladas no país e as promoveu a incineradores nacionais, ao invés de investir desnecessariamente na construção de incineradores. O coprocessamento tornou-se, assim, a opção nacional para a destinação ambientalmente segura de resíduos.

O gráfico 1 apresenta o grau de substituição de combustíveis fósseis por alternativos na Europa.

**Gráfico 1 - Substituição de combustíveis fósseis por alternativos na Europa.**



Fonte: Oficemen 2008-2012

## Oportunidades para o setor como ferramenta de gestão de resíduos

A utilização de resíduos em fornos de cimento tem aumentado consideravelmente a partir dos anos 90. Comparado o nível atual de substituição no Brasil (9 %) com o de outros países, verifica-se existir um grande potencial para o incremento no aproveitamento energético dos resíduos, incluindo os resíduos sólidos urbanos.

A geração de resíduos pelos municípios tem crescido substancialmente, e apesar da utilização de diversas alternativas de aproveitamento, como reciclagem e reuso, uma grande quantidade de resíduos com potencial de aproveitamento ainda é destinada a aterros sanitários.

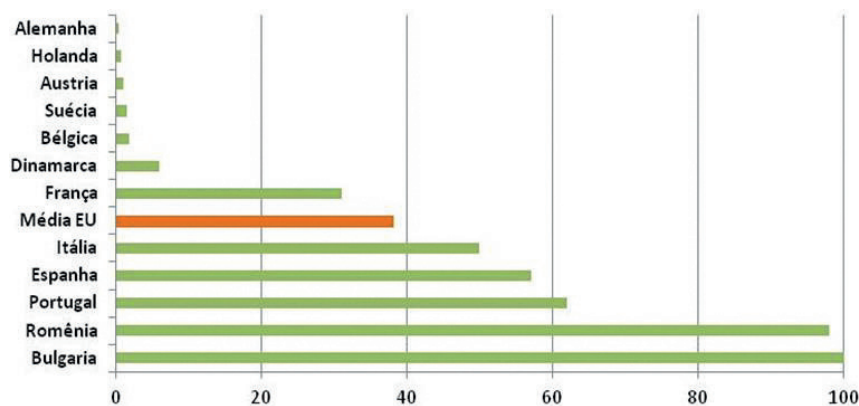


Os fornos de cimento são uma opção viável e ambientalmente adequada para o tratamento dos resíduos sólidos urbanos tratados (após triagem do material reciclável), reduzindo a disposição em aterros e, conseqüentemente, prolongando a sua vida útil. Trata-se, ainda, de forte contribuição na redução das emissões de metano, gás de efeito estufa, com potencial de aquecimento 21 vezes maior que o CO<sub>2</sub> (1 kg de metano equivale a 21 kg de CO<sub>2</sub>).

A tendência nos países europeus é destinar cada vez menos os resíduos sólidos urbanos (RSU) para aterros, como pode ser observado no gráfico 2.

No Brasil, a quase totalidade dos resíduos sólidos urbanos é destinada a aterros (aterros controlados, lixões e aterros sanitários). Segundo estudo feito pela Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em 2012 foram geradas 63 milhões de toneladas de RSU, representando 1,049 kg/pessoa/dia, dos quais apenas 3% foram reciclados. O mesmo estudo mostra que 40% de todo resíduo sólido urbano produzido no Brasil não tem destinação adequada.

Gráfico 2 - Porcentagem de resíduos domésticos destinados a aterros em 2010



Fonte: Eurostat.

## Desafios

O aumento do consumo nos países emergentes, com a conseqüente geração de resíduos, combinada com a escassez de recursos e pressão pela diminuição nas emissões de gases de efeito estufa, torna fundamental a busca de soluções para compatibilizar desenvolvimento sustentável com as necessidades de crescimento e demanda por bens.

A recuperação energética dos resíduos é uma das ferramentas para o uso racional de recursos.

O artigo 9o § 1o da lei 12305/10, que instituiu a PNRS, estabelece : "Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental".



A disseminação da técnica do coprocessamento para recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos dependerá de:

- Estruturação de um modelo socioeconômico para sistema de gerenciamento dos resíduos com envolvimento de todos os stakeholders (prefeituras, ministério público, agências ambientais, sociedade civil, catadores, recicladores, etc)
- Políticas públicas mais eficientes
- Equacionamento econômico dos investimentos necessários com as tecnologias existentes
- Elaboração de legislação específica para recuperação energética em fornos de cimento.

## Considerações finais

O gerenciamento da crescente geração de resíduos em países em desenvolvimento são os maiores desafios para os governos e sociedade.

No Brasil, a lei da PNRS proíbe a disposição em aterros dos resíduos que tenham algum tipo de aproveitamento e prevê, como já foi visto, a eliminação dos lixões até 2014.

Apesar do prazo para extinção dos lixões se esgotar em agosto de 2014, o Brasil ainda possui 2000 unidades recebendo os resíduos sólidos urbanos.

A utilização de lixões para disposição de resíduos sólidos urbanos contamina o solo, e, por efeito, os lençóis freáticos e aquíferos.

Como exemplo podemos citar o Aquífero Guarani, considerada a maior reserva subterrânea de água doce do mundo. Aproximadamente 70% do Aquífero, o equivalente a 1,2 milhão de quilômetros quadrados, está no subsolo do Brasil, na região centro-sudeste, ocupando desde Goiás até o Rio Grande do Sul, além de passar, também, pelo Paraguai, Uruguai e Argentina. A reserva do Aquífero é estimada em 45 mil quilômetros cúbicos de água.

Não devem ser medidos os esforços a serem empreendidos para a adoção de medidas que minimizem os riscos da disposição final inadequada dos resíduos sólidos.

O interesse na utilização de fornos de cimento para destinação de resíduos sólidos urbanos e lodo de tratamento de esgoto tem crescido globalmente, na medida em que a urbanização vem se concentrando em áreas cada vez mais compactas.

O coprocessamento em fornos de cimento oferece um meio efetivo e apropriado para tratamento de uma grande variedade de resíduos. Permite, ao mesmo tempo, a substituição de combustíveis fósseis e matérias primas tradicionais e a redução considerável do lixo destinado aos aterros.

Para que seja possível a eliminação dos lixões e a implementação da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos até 2014, conforme determinado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, a utilização de tecnologias de aproveitamento energético dos resíduos é necessária e indispensável.

A indústria de cimento tem papel fundamental neste processo.

Segundo o IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, vinculado à ONU), o desenvolvimento de uma infraestrutura de gestão apropriada de resíduos pelos países é necessário não somente para proteger a saúde humana, mas também para sustentar o futuro desenvolvimento da economia.

## **CRÉDITOS**

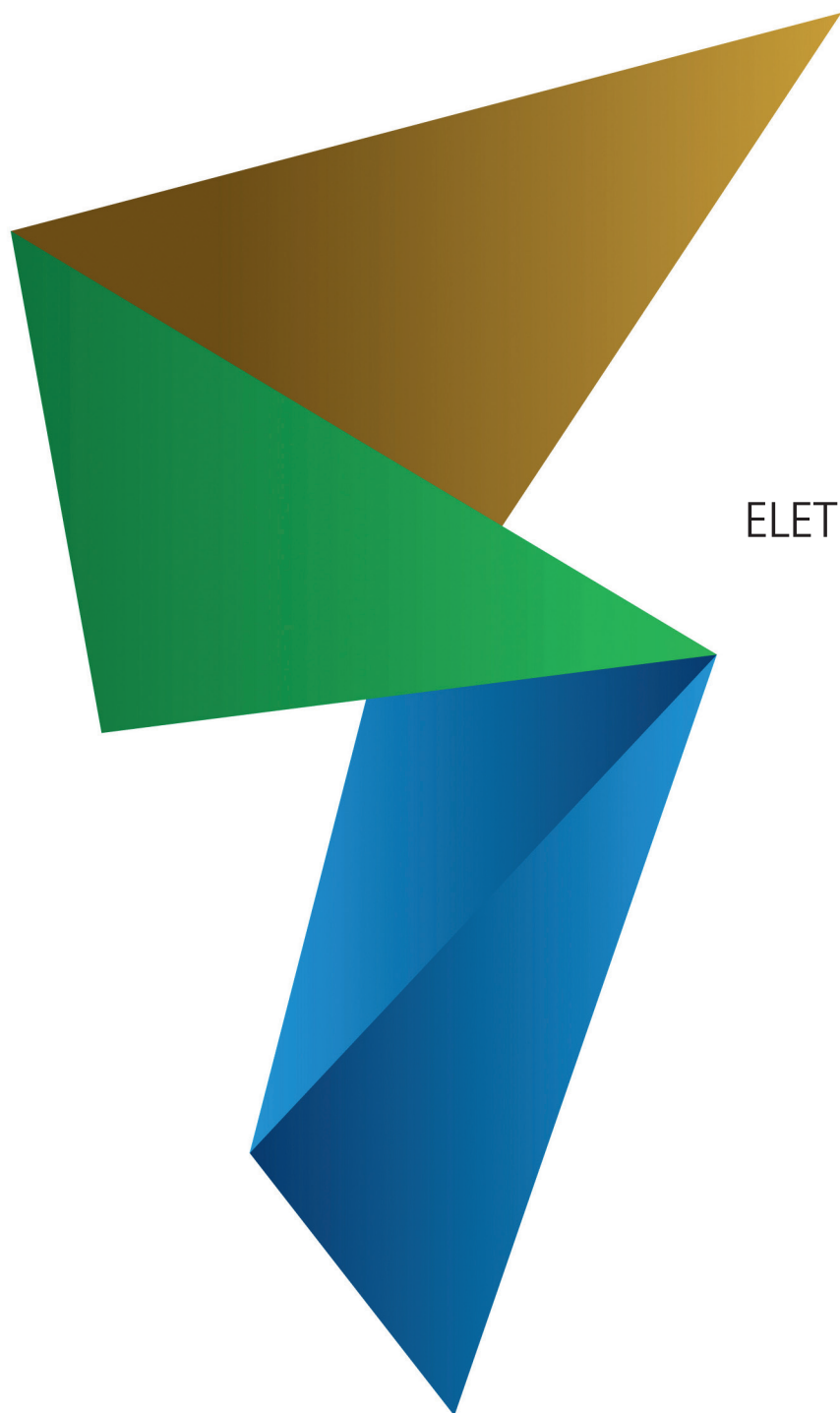
### **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND**

Mário William Esper

**Gerente de Relações Institucionais**

Antonia Jadranka Suto

**Assessora Técnica**



ABINEE- SETOR  
ELETROELETRÔNICO:  
CADA VEZ  
MAIS PRESENTE







O setor elétrico e eletrônico brasileiro tem atuação transversal e está presente do começo ao fim do processo produtivo - da indústria de base ao consumidor final.

Principal entidade representativa da indústria elétrica e eletrônica no país, a Abinee reúne cerca de 600 associados - entre os quais estão os principais players mundiais do setor, além de um grande contingente de empresas de pequeno e médio porte.

Da Abinee participam empresas de automação industrial, componentes elétricos e eletrônicos, equipamentos industriais, equipamentos de segurança eletrônica, geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, informática, material elétrico de instalação, serviço de manufatura em eletrônica, telecomunicações e utilidades domésticas eletroeletrônicas, que incorporam mais de 1.200 NCMs.

Empregando mais de 180 mil trabalhadores diretos, o setor eletroeletrônico responde por 13% do PIB industrial no país e seu faturamento representa cerca de 3% do PIB nacional.

A cada ano, cresce o percentual de eletrônica presente nos produtos finais e em toda a cadeia produtiva, inclusive no setor de bens de capital. O setor eletroeletrônico produz equipamentos e serviços para a infraestrutura, voltados especialmente às áreas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, telecomunicações, equipamentos e automação industrial.

Também tem papel importante junto aos setores secundário e terciário, que demandam produtos e serviços de energia elétrica, telecomunicações, informática, automação, motores industriais, instalações elétricas, componentes diversos e outros.

O setor alcança, ainda, a ponta da atividade econômica. Desenvolve e apresenta ao consumidor uma vasta gama de produtos, que vai de plugues e tomadas, interruptores, pilhas e baterias, aos produtos da linha verde (desktops, notebooks, impressoras, celulares e monitores). O setor é ainda composto por outras três linhas: branca (eletrodomésticos grandes), azul (eletrodomésticos portáteis) e marrom (áudio e vídeo).

Hoje, este último grupo de produtos, de Tecnologia da Informação e Comunicação (TICs), além de serem objetos de desejo por parte dos consumidores, também são ferramentas de eficiência para seus usuários e empresas, proporcionando aumento de competitividade pela sua aplicação.

Segundo a Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações), o Brasil encerrou 2013 com 271 milhões de linhas ativas em telefonia móvel. A teledensidade alcançou 136 acessos móveis para cada grupo de 100 brasileiros.

O número de computadores em uso dobrou em quatro anos. Era de 50 milhões de aparelhos em 2008. Passou para 99 milhões em 2012. Um computador para cada dois brasileiros, de acordo com a Fundação Getúlio Vargas. Até o final de 2014, o país terá 140 milhões de aparelhos - ou duas máquinas para cada três habitantes -, prevê a FGV. Em 2017, a relação será paritária - um computador por habitante.

Diante deste cenário de expansão na quantidade de produtos disponíveis no mercado, dos programas de inclusão digital e do incremento do poder aquisitivo das classes C, D e E, como reflexo do crescimento econômico do país, ocorre um conseqüente aumento dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.

Por irradiar avanço tecnológico, a indústria elétrica e eletrônica exerce intenso efeito multiplicador sobre o conjunto da economia e, inserida no contexto social, também se vê à frente de questões que se impõem a toda a sociedade, dentre elas, a responsabilidade socioambiental.

Com produtos e soluções tecnológicas inovadoras, o setor contribui decisivamente para aumentar a eficiência energética, a produtividade, a flexibilidade e os níveis de sustentabilidade de indústrias e empresas de praticamente todos os segmentos.



O engajamento da Abinee e do setor eletroeletrônico no ambiente da economia sustentável estende-se e aprofunda-se a cada ano. A atuação formal da Abinee em relação às questões ambientais teve início em 2007, com a criação da Área de Meio Ambiente da entidade, incentivando a cultura de utilização de tecnologias limpas e prevenção à poluição, bem como a participação efetiva no então Projeto de Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Para dar estrutura e organicidade ao trabalho nessa área, a Abinee criou, em 2011, o Departamento de Responsabilidade Socioambiental (DRSA), cuja missão era promover a inserção do homem nas questões ambientais.

Na busca da melhoria contínua e excelência de atuação frente à evolução das discussões, principalmente da Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos, faz-se necessário um olhar mais apurado nas questões econômicas e de garantia da competitividade do setor eletroeletrônico. Com esta visão, a partir de 2014, o DRSA passou a se chamar Departamento de Sustentabilidade (DES).

A Abinee e o setor eletroeletrônico entendem que o novo momento por que passa o mundo é uma oportunidade para a promoção em novas bases da competitividade da indústria e de empresas de todas as demais esferas econômicas. As empresas fazem da sustentabilidade uma missão e um objetivo estratégico. E percebem que este novo momento abre também uma seara promissora para novos negócios.

A escassez dos recursos naturais exige uma mudança no modelo de produção. O tripé da sustentabilidade é a base da economia verde. Diante da escassez dos recursos naturais, é preciso usar a inteligência e o conhecimento acumulados pelo homem para construir uma nova economia, em cujo centro estejam o homem e a natureza em condição de equilíbrio. A indústria elétrica e eletrônica é parte ativa dessa nova economia.

## Participação efetiva na PNRS

Após 20 anos de discussões, com intensa participação da Abinee, a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), através da Lei nº 12.305/10, criou um arcabouço legal para gerenciar esta questão inexorável. Dos seis itens definidos como objetos obrigatórios de implantação de logística reversa, dois deles são representados pela Abinee, “pilhas e baterias” e “produtos eletroeletrônicos e seus componentes”.

O objetivo da indústria ao participar da construção da PNRS e no estabelecimento da regulamentação da logística reversa, é torná-la exequível e aprimorar iniciativas já praticadas pelo setor. Para tanto, é necessária a atuação em grupos multidisciplinares e interdisciplinares para que se alcancem os objetivos comuns de preservação, conservação e recuperação do meio ambiente.

Neste sentido, a Abinee teve a relatoria do Grupo Técnico Temático de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (GTT REEE), coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e subordinado ao Comitê Orientador (CORI), composto pelos ministérios do Meio Ambiente, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, da Fazenda, da Saúde e da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O objetivo do GTT REEE foi discutir os modelos de Sistema de Logística Reversa a serem implantados de maneira técnica e economicamente viável. A finalização dos trabalhos do grupo deu-se com a publicação do Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE) que subsidiou o Edital 01/13 para propostas de Sistemas de Logística Reversa a serem implementados por meio da assinatura de Acordo Setorial.



Além da representação junto ao governo, por intermédio da Abinee, as empresas têm atuado, de forma proativa, no desenvolvimento de tecnologias em seus produtos que otimizem a reciclagem e destinação ambientalmente correta destes resíduos, utilizando-se de empresas legalmente estabelecidas e licenciadas pelos órgãos ambientais competentes para estas atividades.

A vida útil cada vez mais curta dos equipamentos eletroeletrônicos, resultado de novas tecnologias que constantemente surgem no mercado, combinada com um crescimento do poder de compra de consumidores ávidos por estas novas tecnologias, torna cada vez mais necessária a existência de canais formais e organizados para o correto descarte destes produtos após sua vida útil. Dados do EVTE apontam que, em 2016, a geração anual de resíduos eletroeletrônicos no Brasil será de 7,2 quilos por habitante.

Atualmente, o segmento denominado Linha Verde tem se destacado nas ações de recebimento de produtos junto ao público, principalmente, nas regiões Sul e Sudeste onde se concentram as maiores vendas. Alguns fabricantes já utilizam seus postos de serviço/assistência técnica, e até parcerias com redes do comércio, como pontos de recebimento. A proposta de acordo setorial deverá prever sistemas individuais e/ou coletivos para maior abrangência de atuação no recebimento e destinação dos eletroeletrônicos.

Outro segmento no setor eletroeletrônico que faz também a sua parte para a coleta e destinação ambientalmente adequada de seus produtos após a vida útil é o de pilhas e baterias portáteis, através do Programa Abinee Recebe Pilhas.

## O exemplo de pilhas e baterias

Em 2003, quatro anos após a criação da regulamentação específica para pilhas e baterias – as Resoluções Conama 257 e 263, que limitam a quantidade de metais perigosos na sua composição –, o setor já tinha eliminado o mercúrio e o cádmio de pilhas comuns e reduzido a utilização do chumbo, respeitando os parâmetros da resolução.

No ano de 2008, em cumprimento da Resolução Conama 401 - Recolhimento e Destinação de Pilhas e Baterias de Uso Doméstico -, a Abinee, por meio dos seus fabricantes e importadores de pilhas e baterias de uso doméstico, deu início ao processo de implantação de um programa de recebimento de pilhas usadas.

Efetivamente em operação desde 2010, o programa, batizado Abinee Recebe Pilhas, tem o objetivo de receber, transportar, armazenar e dar a destinação ambientalmente correta para pilhas e baterias de uso doméstico. A iniciativa é promovida e custeada pelas marcas: Bic, Carrefour, Duracell, Energizer, Eveready, Elgin, Kodak, Panasonic, Philips, Pleomax, Qualita, Rayovac, Goldnews, Ceras Johnson, Brw, Sieger.

Para o bom funcionamento do programa, bem como da logística reversa, é fundamental que cada um faça a sua parte, assumindo sua responsabilidade. Dessa forma, os consumidores devem levar as pilhas e baterias até os locais de recebimento. Hoje, são mais de 1.200 postos espalhados por todo o Brasil, dentro do Programa Abinee Recebe Pilhas.

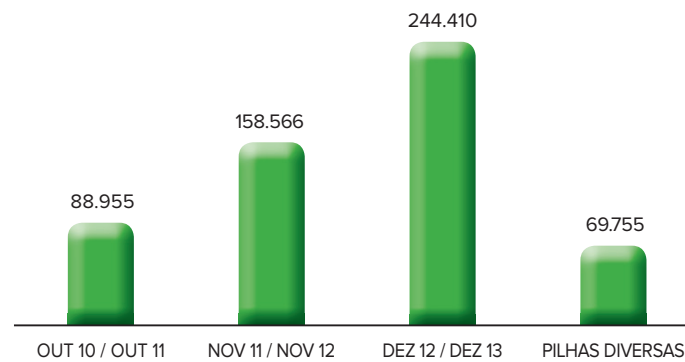
O segundo passo cabe ao estabelecimento que recebe o material, devendo armazená-lo em recipientes adequados para, em seguida, solicitar ao operador logístico do Programa, que faça a coleta



para destinação até sua base, no estado de São Paulo. Lá o material é pesado, separado por marca, armazenado e, por fim, enviado à empresa especializada na destinação ambientalmente correta.

Até dezembro de 2013, o Programa já havia recolhido mais de 560 toneladas de pilhas e baterias.

Projeto receber pilhas – volume coletado no Brasil (Kg)



No país são comercializadas anualmente 1,2 bilhão de pilhas e baterias de uso doméstico. O grande desafio encontrado é que cerca de 15% do material recolhido corresponde a pilhas e baterias de mais de 200 marcas comercializadas e descartadas sem que seus fabricantes assumam a responsabilidade do descarte adequado.

Para o sucesso do Abinee Recebe Pilhas, é essencial a participação dos consumidores, varejistas e, principalmente, a adoção de medidas efetivas, por parte dos órgãos públicos, a fim de que as demais empresas que comercializam esses materiais, e não possuem programas de logística reversa, assumam as responsabilidades previstas na legislação.

A comercialização irregular e irresponsável de pilhas e baterias, assim como de outros materiais, onera de forma injusta e desproporcional os fabricantes e importadores que cumprem a legislação, além de representar risco ao meio ambiente por não atenderem os limites máximos permitidos para substâncias perigosas, como chumbo e mercúrio. Ressalte-se ainda que o setor eletroeletrônico acaba assumindo os custos pela correta destinação ambiental dessas pilhas e baterias, que chegaram ao mercado de forma irregular.

A experiência apresentada pelo Programa Abinee Recebe Pilhas, em seus êxitos e desafios, evidencia a necessidade de ação em conjunto e envolvimento de todos os atores envolvidos no processo de logística reversa. No caso dos produtos da linha verde, os desafios se multiplicam diante da complexidade e variedade dos produtos. Estes pontos devem ser endereçados para que o modelo de logística reversa torne-se exequível e não mais um entrave para a competitividade do setor eletroeletrônico.

## Logística reversa de eletrônicos: seis pontos a vencer

A logística reversa, no caso dos eletroeletrônicos, apresenta dificuldades em se tornar um instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizado pela sofisticação e elevado custo nos processos de coleta, transporte e destinação, pois a revalorização financeira destes resíduos, pelo reaproveitamento de seus materiais, não tem demonstrado viabilidade econômica.



Há, sem dúvida, desafios específicos de vulto para recolher e dar a destinação ambientalmente correta a produtos como computadores, celulares e eletrodomésticos em geral que já encerraram a sua vida útil. É um desafio cuja superação vai exigir a atuação conjunta de governos, indústrias, atacadistas, varejistas e, finalmente, do próprio consumidor. Só assim, compartilhando responsabilidades, será possível o aproveitamento de todos materiais contidos nos equipamentos eletroeletrônicos, e dessa forma promover a sustentabilidade.

Neste tocante, é importante observar o comportamento do consumidor, que inicia todo o processo de logística reversa. Segundo relatório, de 2011, da consultoria GIA (Global Intelligence Alliance), 35% dos consumidores costumam guardar seu lixo eletrônico, 7% jogam no lixo, 19% vendem e 29% doam, enquanto 10% dão outras destinações aos bens, o que pode incluir ou não uma destinação ambientalmente correta. Os dados mostram a necessidade de uma mudança de comportamento.

Para criar um mundo sustentável, é preciso engajar a todos nesse movimento. Não é possível fazer isso isoladamente, com a ação de alguns poucos. Assim, é preciso definir e encontrar formas aprimoradas de participação dos principais agentes, de modo que as leis e regras ambientais tenham aceitação e eficácia e que a sustentabilidade seja de fato o princípio essencial da nova era.

Este e outros desafios, que já haviam sido identificados durante os trabalhos no GT REEE, bem como no EVTE, foram explicitados na Proposta Unificada para Implantação de Sistemas de Logística Reversa para Equipamentos Eletroeletrônicos, protocolada junto ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), no início de 2014, pela Abinee, Eletros, CNC, ABRAS, IDV, Abradisti e SindiTelebrasil, representando, respectivamente, fabricantes, comércio, distribuidores e operadoras de celular.

O documento aborda aspectos importantes a serem superados para a implantação da logística reversa e garantir segurança técnica e jurídica a todos os agentes da sociedade - consumidores, comerciantes e distribuidores, fabricantes e importadores.

Seis pontos foram destacados na proposta:

O primeiro deles é a criação de uma entidade de registro e controle com a participação de todos os atores responsáveis pela efetiva operacionalização da logística reversa dos eletroeletrônicos. A responsabilidade desta entidade é fazer a governança desde o registro de todos os produtos colocados no mercado até o acompanhamento, controle, e fiscalização de todos os sistemas de logística reversa implantados no país. A dimensão de governança é entendida aqui como eixo da sustentabilidade nos planos institucional, político, econômico e social.

Um segundo aspecto diz respeito à publicação, por parte do governo, de uma norma legal que reconheça que os produtos eletroeletrônicos pós-consumo descartados pelos consumidores, sejam considerados como resíduo não perigoso durante as etapas de coleta e transporte desde que não haja alteração das suas características físico-químicas. O não reconhecimento implica em forte insegurança jurídica no processo de logística reversa, onerando sensivelmente todo o sistema. Por exemplo, se forem considerados como resíduos perigosos, haverá necessidade de licenciamento dos pontos de recebimento.

Também consta na proposta a necessidade de criação de documento auto declaratório de transporte com validade em todo território nacional, de forma a documentar a natureza e origem da carga, dispensando quaisquer outros documentos para sua movimentação. A importância deste documento se dá em função de diferentes tratativas ambientais e tributações quando do transporte interestadual de resíduos, também onerando o sistema de logística reversa e causando inseguranças jurídicas às empresas.



Outro ponto é a publicação, também por parte do governo, de uma norma legal que reconheça que o descarte dos produtos pós consumo no sistema de logística reversa implica na perda da propriedade do bem. Este ponto, ainda polêmico, também gera insegurança jurídica aos pontos de recebimento em função de má fé de pessoas que possam supostamente requerer de volta seus produtos descartados, bem como o mal uso de informações e dados constantes em alguns equipamentos descartados, como celulares e computadores.

Como forma de garantir isonomia na responsabilidade e no ônus pela implantação e manutenção de um sistema de logística reversa por todas as empresas fabricantes, importadoras e comercializadoras de eletroeletrônicos, o documento propõe o envolvimento vinculante de todos os atores do ciclo de vida dos produtos eletroeletrônicos não signatários ao acordo. Este pleito se faz necessário, uma vez que o edital de chamamento restringiu a entrega das propostas somente por intermédio das entidades representativas do setor as quais suas empresas serão signatárias do Acordo Setorial.

Por fim, o sexto desafio a ser superado é sobre a participação pecuniária de todos os atores no sistema de logística reversa, incluindo os consumidores. Ainda está em estudo a forma de pagamento de um Eco-Valor, diferenciados por tipo de produto, nos novos produtos vendidos com o objetivo de financiar o sistema de logística reversa dos produtos descartados. O setor solicita ao governo que este valor seja destacado do preço do produto na nota fiscal e isento de tributações, demonstrando, assim, a transparência do sistema e a real responsabilidade de todos os atores para a correta destinação dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Além desta, outras propostas também foram apresentadas ao governo brasileiro como forma de subsidiar estes custos em função do benefício ambiental.

Todas estas questões foram analisadas pelo MMA e posteriormente discutidas na reunião do CORI. O MMA encaminhou à Abinee ofício de resposta, afirmando que o documento apresentado pelas entidades mostra evolução em relação às primeiras propostas apresentadas em 2013, e que as seis questões ainda pendem de resolução, mas os temas extrapolam o quesito meramente ambiental e, desta forma, decidiu oficializar os demais ministérios membros do CORI, para que contribuam dentro de suas competências com o processo de negociação em curso. Assim, o assunto está no aguardo do posicionamento dos ministérios para continuidade das discussões e posterior assinatura do Acordo Setorial.

Em paralelo às discussões acerca da PNRS, uma dificuldade recente encontrada pelo setor eletroeletrônico tem sido a criação de leis municipais e estaduais sobre o mesmo tema, que estabelecem muitas vezes regras diferenciadas ou até conflitantes com a legislação federal. Como as empresas do setor têm atuação de âmbito nacional, fica rigorosamente inviável a implantação de ações de logística reversa diferenciadas para cada município ou estado. A Abinee vem realizando contatos com representantes dos estados e municípios, sugerindo-lhes que aguardem a discussão federal chegar ao fim.

## Fazendo o futuro hoje

A indústria elétrica e eletrônica está no centro das principais inovações científicas e tecnológicas – de forma indireta, através do uso de equipamentos e sistemas digitais nas pesquisas realizadas em todas as áreas, ou mesmo de forma direta, com o desenvolvimento de novos materiais e estruturas digitais cada vez menores.

Há um campo vasto a ser explorado unindo inovação e sustentabilidade. As redes digitais apontam para um futuro não muito distante em que o trabalho humano se fará em grande parte sem o deslocamento físico das pessoas, que poderão desenvolver as suas atividades onde estiverem.



E há um campo de associação direta entre inovação e sustentabilidade cujo desenvolvimento depende, naturalmente, de boas estruturas de governança para permitir que recursos públicos e privados sejam dirigidos a pesquisas envolvendo diretamente temas ambientais. A indústria elétrica e eletrônica faz parte deste processo, oferecendo equipamentos e inteligência para viabilizar avanços na área ambiental.

As empresas entendem, também, que a construção de um planeta sustentável exige uma nova consciência de consumo. Requer que a sociedade repense valores e mude comportamentos, devendo ajudar a desenvolver uma consciência ética, política, ambiental, social e econômica sobre todas as formas de vida com as quais compartilhamos neste planeta, respeitando seus ciclos vitais e impondo limites à exploração dos bens ambientais.

Uma política empresarial de gestão ambiental deve buscar a conscientização, promovendo a mudança de paradigmas em relação ao 'consumo a qualquer custo'. A busca, a partir de agora, será capacitar o consumidor a optar por produtos "ambientalmente corretos", tanto em seu processo produtivo como nas etapas de uso e pós-consumo, ou seja, levando em consideração todo seu ciclo de vida.

O desenvolvimento de programas de conscientização deve se basear em dispositivos que permitam que o consumidor identifique nas empresas ações de responsabilidade ambiental, reconhecendo produtos que consomem menos recursos naturais, que utilizem materiais reciclados na sua composição, sejam livres de substâncias perigosas e projetados de forma a facilitar seu reuso, recuperação e reciclagem. Da mesma forma, deve ocorrer com ações de responsabilidade social que valorizem o ser humano, olhando para o bem estar físico e mental de seus funcionários e da sociedade como um todo.

Por fim, o setor eletroeletrônico reconhece a importância da Política Nacional de Resíduos Sólidos, como um marco inestimável para o país, e está comprometido em dar a ela a sua mais completa eficácia, no que estiver ao seu alcance. Mais do que uma exigência legal, o atendimento a PNRS, mais especificamente a logística reversa, na visão da indústria de equipamentos eletroeletrônicos, é um compromisso do setor com a sustentabilidade econômica, ambiental e social.

Sobre isso, vale resgatar um compromisso público do setor, apresentado em maio de 2010 no documento "A indústria elétrica e eletrônica em 2020 – Uma estratégia de desenvolvimento", elaborado pela Abinee, e que segue como norte para as empresas.

Ressalta o texto: "O futuro padrão de industrialização avançará em direção ao amplo respeito ao meio ambiente. Diretrizes focadas na sustentabilidade da produção, comercialização, educação ambiental e no descarte dos produtos, com foco na redução da pegada de carbono e em soluções que impliquem em logística reversa, com responsabilidades compartilhadas, serão aspectos presentes no dia a dia da sociedade".

---

## CRÉDITOS

### ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA

Ademir Brescansin

**Gerente de Sustentabilidade**

José Carlos de Oliveira

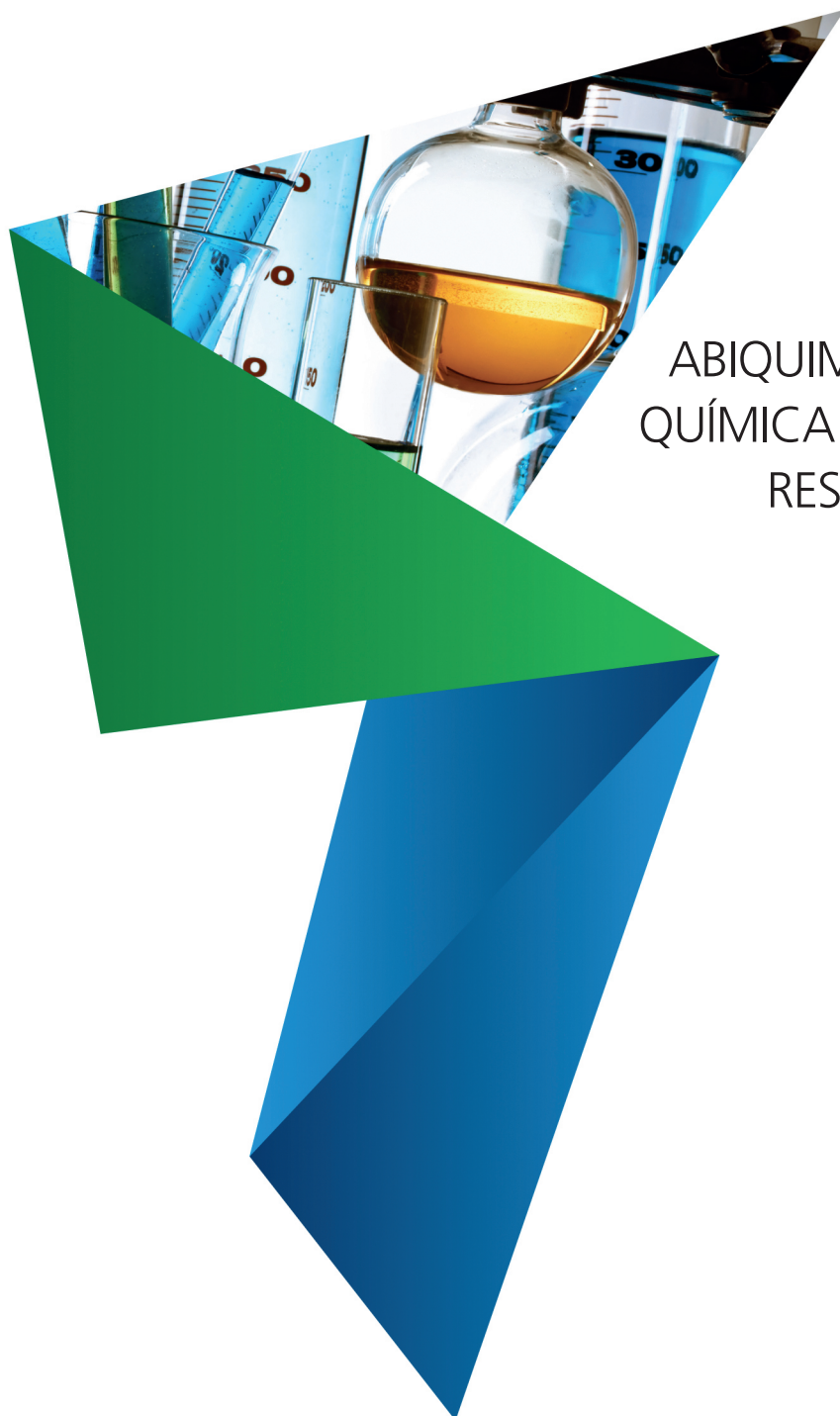
**Gerente de Comunicação e Marketing**

Jean Carlo Martins

**Assessor de Comunicação**







ABIQUIM - A INDÚSTRIA  
QUÍMICA E A GESTÃO DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS





## Contextualização do setor

A classificação da indústria química e de seus segmentos já foi motivo de muitas divergências, o que dificultava a comparação e análise dos dados estatísticos referentes ao setor. Em algumas ocasiões, indústrias independentes, como a do refino do petróleo, por exemplo, eram confundidas com a indústria química propriamente dita. Em outras, segmentos tipicamente químicos, como os de resinas termoplásticas e de borracha sintética, não eram incluídos nas análises setoriais.

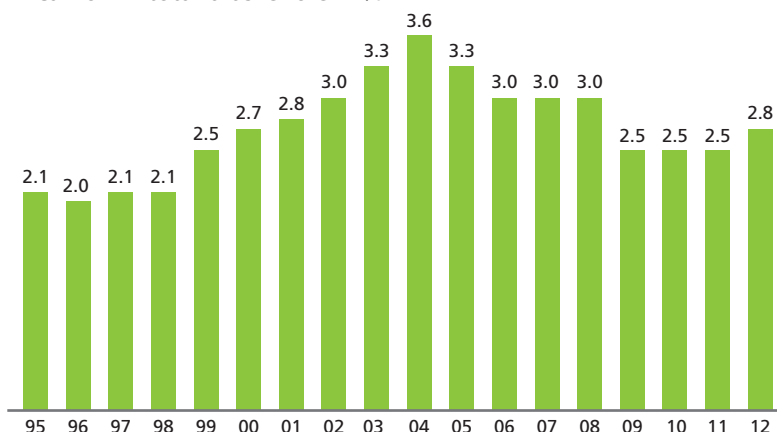
Com o objetivo de eliminar essas divergências, a ONU, há alguns anos, aprovou nova classificação internacional para a indústria química, incluindo-a na Revisão nº 3 da ISIC (International Standard Industry Classification) e, recentemente, na Revisão nº 4.

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, com o apoio da Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim), definiu, com base nos critérios aprovados pela ONU, uma nova Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) e promoveu o enquadramento de todos os produtos químicos nessa classificação. Durante o ano de 2006, o IBGE redefiniu toda a estrutura da CNAE, adaptando-a à revisão nº 4 da ISIC. Após a conclusão dessa revisão, os segmentos que compõem as atividades da indústria química passaram a ser contemplados nas divisões 20 e 21 da CNAE 2.0: Fabricação de Produtos Químicos e Fabricação de Produtos Farmoquímicos e Farmacêuticos respectivamente.

A Abiquim concentra-se, com algumas exceções, no segmento de produtos químicos de uso industrial. Esse segmento abrange aproximadamente três mil produtos, utilizados no âmbito de outros setores industriais ou da própria indústria química, fabricados por cerca de 800 empresas, associadas ou não à entidade, que figuram no cadastro da associação e no Guia de Indústria Química Brasileira.

É importante esclarecer que, como associação, a Abiquim representa a totalidade da indústria química brasileira, observando-se, porém, que determinados segmentos da indústria química são representados e acompanhados estatisticamente por associações congêneres.

Considerando-se todos os segmentos que compõem a indústria química brasileira, o faturamento líquido chegou a R\$ 311,3 bilhões ou US\$ 159,9 bilhões em 2012. Os produtos químicos de uso industrial representaram 43% do total do faturamento líquido, equivalente a US\$ 69,5 bilhões. De acordo com os dados divulgados pelo IBGE, o PIB brasileiro fechou com crescimento de 1% em 2012, com participação da indústria química de 2,8%. A figura abaixo apresenta a evolução de participação da indústria química no PIB total brasileiro em %.



A Abiquim congrega empresas de pequeno, médio e grande portes fabricantes de produtos químicos e prestadores de serviços ao setor, com a missão de promover o aumento da competitividade e o desenvolvimento sustentável da indústria química instalada no país.



A entidade possui hoje 133 empresas químicas (230 instalações industriais) e 55 empresas de prestação de serviços de transporte, atendimento a emergências e serviços ambientais. O conjunto das empresas químicas associadas da Abiquim é representativa do universo de 200 produtos químicos de uso industrial, com peso acima de 85% em termos de produção, faturamento líquido e número de empregados do setor químico. O universo de produtos é apresentado no gráfico seguinte:

#### Produtos Químicos de uso industrial



A indústria química brasileira, reunida na Abiquim em total sintonia com suas congêneres ao redor do mundo, considera prioritária a melhoria contínua de seu desempenho nas áreas de saúde, segurança e meio ambiente. Em busca dessa melhoria contínua, as empresas do setor estão engajadas no desenvolvimento do Programa Atuação Responsável®, uma iniciativa voluntária, por elas concebida e sustentada .

## Contextualização do setor no tema de resíduos sólidos

Como resultado da implementação do Programa Atuação Responsável, lançado em 1992, a Abiquim disponibiliza para toda a sociedade, desde 2001, entre outros, indicadores de gestão dos resíduos sólidos (apresentados mais adiante), para demonstrar, de modo transparente, os resultados e as ações de proteção e prevenção adotadas pela indústria química.

A gestão ambiental do Atuação Responsável é uma das ferramentas pela qual a indústria química se organiza, interna e externamente, para alcançar a qualidade ambiental desejada. Trata-se de uma ferramenta fundamental para, de forma clara e objetiva, orientar as empresas na adoção de ações preventivas visando a identificação dos aspectos e perigos e avaliação dos impactos e riscos da atividade industrial no meio ambiente.

A gestão do resíduo na indústria química está alinhada com os princípios do Programa Atuação Responsável, aconselhando clientes e outras partes interessadas sobre a gestão segura no uso, armazenamento e transporte dos produtos químicos, bem como a destinação adequada de seus resíduos e embalagens, por meio de ações de:

- a) Identificação dos aspectos e perigos e perigos e avaliação dos impactos e riscos nas atividades de gestão dos resíduos sólidos industriais;
- b) Estabelecimento de programas relacionados às questões de saúde, segurança e meio ambiente visando a redução constante na geração de resíduos e a reciclagem e disposição correta e segura dos resíduos e das embalagens dos produtos comercializados;
- c) Implementação de procedimentos para medição da efetividade das medidas de controle e das ações preventivas para a gestão dos resíduos sólidos industriais;



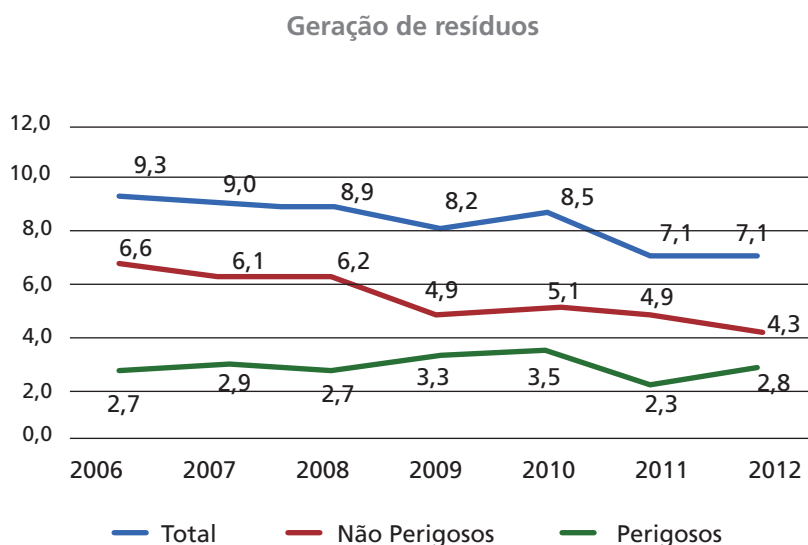
d) Estabelecimento de instrumentos e canais de comunicação e diálogo com as partes interessadas, tais como a Ficha com Dados de Segurança de Resíduos Químicos – FDSR e informações e orientações sobre o uso e descarte dos produtos químicos

## Indicadores de gestão dos resíduos sólidos

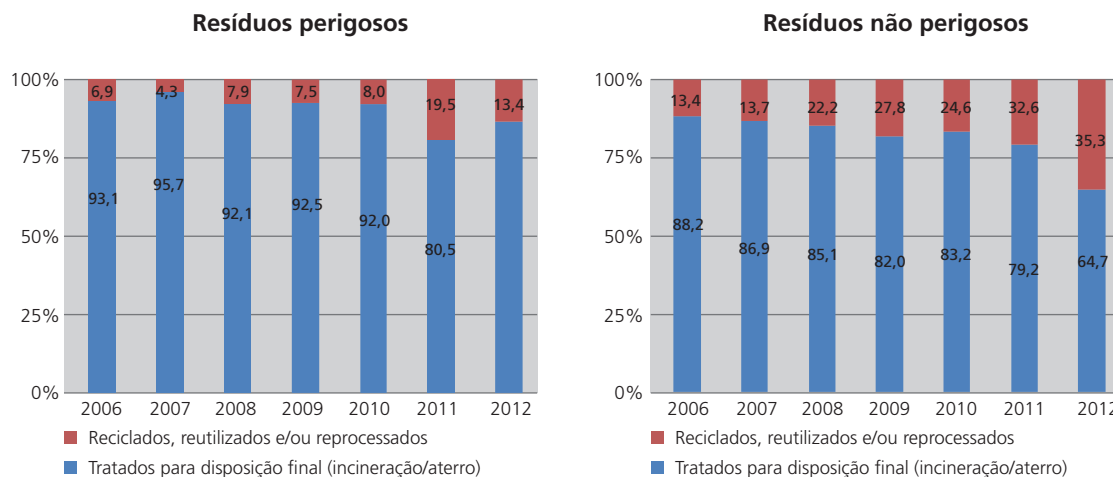
A indústria química considera os aspectos preventivos de controle ambiental, na gestão dos resíduos sólidos, como estratégicos para a sustentabilidade das empresas associadas. Adequar-se aos limites e padrões estabelecidos pela legislação não é mais suficiente. Com a implementação do programa Atuação Responsável, as empresas químicas associadas têm de apresentar “melhoria contínua” no seu desempenho, demonstrando, assim, atitude proativa com relação à gestão ambiental nos resíduos sólidos.

Como mencionado, desde 2001, A Abiquim disponibiliza, voluntariamente, para a sociedade, os indicadores de sustentabilidade ambiental, necessários para demonstrar, com transparência, as ações de proteção e prevenção adotadas. A estratégia de medição da melhoria contínua de desempenho é um processo importante para a implementação de um plano de gestão de resíduos sólidos. O sistema de gestão orienta claramente as associadas da Abiquim a “estabelecer, implementar, manter e acompanhar os indicadores de desempenho”.

Os indicadores estabelecidos para avaliar a gestão dos resíduos sólidos são aqueles relativos a intensidade de geração de resíduos perigosos e não perigosos. Ambos os indicadores mostram uma redução, desde 2006, de 12,8% e 20,7% respectivamente, como pode ser observado no gráfico a seguir:



Considerando os aspectos e objetivos definidos na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que estabelece a hierarquia na gestão desses resíduos, foram criados dois indicadores proativos, de reciclagem, reuso, reutilização e reprocessamento dos resíduos sólidos industriais.



Dos resultados dos indicadores apresentados acima, se observa o aumento contínuo dos resíduos sólidos reciclados, tanto não perigosos como perigosos, desde 2006, em 19,2% e 18,8%, respectivamente, em relação ao ano base 2006.

## A Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Atuação Responsável

A Lei Federal nº 12.305, 02 de agosto de 2010, e o Decreto Federal n.º 7.404, de 23 de dezembro de 2010, definiram a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Os dois diplomas legais estabelecem as bases para a gestão ambientalmente segura dos resíduos sólidos, particularmente os resíduos sólidos industriais, e estabelecem como objetivos:

- “A não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- O estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;
- A adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;
- A redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;
- O incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados”.

## Experiências na gestão de resíduos sólidos

### Projeto Renova Braskem - Projeto de Reciclagem - Parceiros do Meio Ambiente

Iniciado em 2005, em parceria com o órgão ambiental da Bahia, com o objetivo de “adotar” uma empresa parceira e apoiá-la na melhoria da sua gestão ambiental.

A empresa Renova, parceira que lava e higieniza os uniformes da Braskem, foi escolhida e um diagnóstico usando a ferramenta de Produção Mais Limpa foi realizado. Um plano de ação foi elaborado e acompanhado por dois anos, inclusive com monitoramentos do Centro de Recursos Ambientais – CRA –, denominação dada na época ao órgão ambiental da Bahia.



a) Principais motivações:

- Uso dos recursos naturais – água e energia que a empresa parceira utiliza no seu processo de higienização;
- Possibilidade de estender as práticas adotadas com o projeto nos demais estados, já que a empresa presta serviço para todas as unidades da Braskem (Em 2005, em Alagoas, Bahia, São Paulo e Rio Grande do Sul);
- Projeto caracterizado pela preocupação da empresa tanto com sua própria gestão ambiental, quanto com a de suas parceiras;
- Iniciativa voluntária condizente com a Política Integrada de SSMA;

Na Bahia, durante os dois anos de parceria, 17 instituições assistenciais participaram do projeto, entre elas creches, ONGs, associações e cooperativas.

Em Alagoas, várias associações de bairros próximos às unidades industriais recebem os uniformes e customizam em peças que são comercializadas em feiras, utilizadas como brindes em eventos e agregados ao artesanato local (renda de filé).

b) Detalhamento da ação de reciclagem – Responsabilidade Social

- Incentivos à customização e reciclagem de roupas
- Inclusão social e geração de emprego e renda
- Doação de mais de 20 ton de fardamentos nos últimos dois anos
- 17 instituições associadas e beneficiadas pelo programa

c) Ações implementadas e resultados

	<i>Ações Implementadas</i>	<i>Resultados Alcançados</i>
1.	Otimização do sistema de captação da água	Melhoria da qualidade do insumo consumido
2.	Redução no consumo de água e na geração de efluente na lavagem	Minimização no consumo de recursos naturais – água
3.	Controle no consumo de produtos químicos para lavagem	Minimização dos custos operacionais e impactos ambientais – efluente líquido
4.	Encaminhamento de resíduos de fardamentos danificados para reciclagem	Destino mais nobre ao “resíduo” e geração de emprego e renda
5.	Melhoria no Sistema de Geração de Vapor	Segurança do trabalho e atendimento às normas legais
6.	Otimização no uso de embalagens para a guarda do fardamento	Custos operacionais e impactos ambientais – resíduos no cliente

d) Disseminação da iniciativa e resultados:

- Projeto vencedor do Prêmio Destaque Braskem 2007 – Categoria SSMA;
- Abrangência para o estado de Alagoas, com excelentes resultados;
- Disseminação do projeto em outras localidades e com outros clientes da Renova, como, por exemplo, instituições no estado de Pernambuco;
- Geração de renda para as cooperativas e associações que recebem as doações, customizam e comercializam as peças, e
- Gerenciamento adequado de resíduos, com identificação de melhores alternativas, priorizando a redução, o reuso e a reciclagem.



## Redução na Geração de Resíduos na UNPOL/RS - Braskem

Motivação: necessidade de redução dos resíduos sólidos industriais gerados e redução dos custos com a destinação final destes resíduos, bem como alinhamento com a visão 2020 de desenvolvimento sustentável.

Identificação do problema: após acompanhamento do índice de geração de resíduos e levantamento de receitas e despesas com a destinação final dos resíduos no período de Jan/09 a Dez/09, foram levantadas oportunidades de redução na geração destes resíduos, através da identificação do potencial para reclassificação para subproduto, bem como devolução aos fornecedores e estudos para reduzir a geração na fonte.

Definição da meta: reduzir no mínimo em 5% a geração dos resíduos até dez/2010; realizar sinergia na destinação dos resíduos – 100% dos fornecedores até dez/2010; identificar novas aplicações para os resíduos gerados com objetivo de redução de custos com destinação final – no mínimo 1 (uma) até dez/10.

Previsão de captura/ganhos: ganho estimado em R\$ 120 mil/ano.

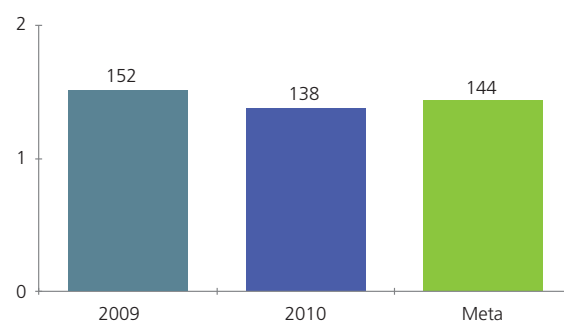
Contribuições para o negócio: atendimento aos ecoindicadores de resíduos; redução de custos com tratamento/ disposição final dos resíduos; aumento da receita na destinação dos resíduos, através da sinergia entre as plantas e desenvolvimento de novas aplicações para os resíduos gerados.

### Medição

- Levantamento e análise crítica dos dados;
- Implementação de melhorias nos controles e registros, detalhando a geração por área dentro das unidades;
- Revisão no procedimento de gerenciamento de resíduos da UNPOL/RS;
- Qualificação e capacitação da equipe responsável pelo gerenciamento operacional dos resíduos;
- Elaboração de relatório estratificado dos resíduos por área e divulgação do mesmo para as áreas.

### Verificações dos resultados

Índice técnico de Resíduos UNPOL/RS (Kg/t)



### Conclusões

- Este projeto permitiu identificar diversas oportunidades de melhorias na gestão de resíduos na UNPOL/RS.
- Os dados dos controles e registros realizados pela área de SSMA, como acompanhamento da performance dos ecoindicadores estabelecidos, foram fundamentais para identificação dos pontos críticos e validação dos resultados obtidos.



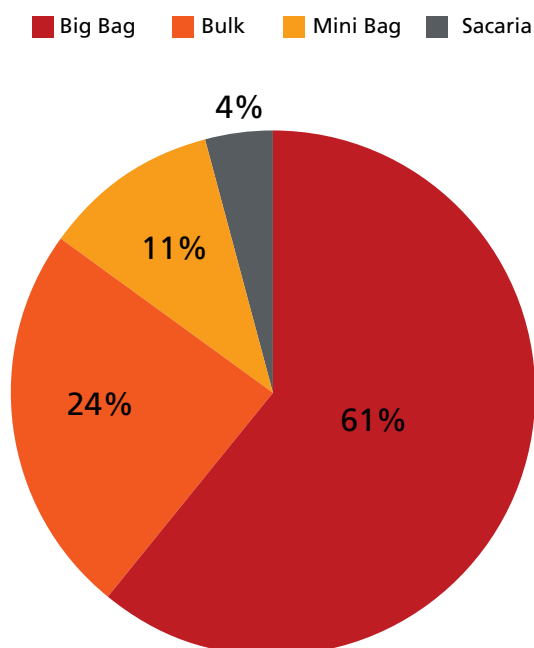


- Avaliando os resultados obtidos neste projeto, é possível constatar ser viável a otimização dos recursos de gerenciamento ambiental para a melhor gestão dos resíduos e, conseqüentemente, melhorias no desempenho financeiro, através da redução de custos com destinação final e/ou desenvolvimento de novas alternativas.

### Logística Reversa – Reutilização de FICB's de polipropileno – CABOT

Uma importante iniciativa da empresa Cabot, visando reduzir a geração de resíduos sólidos, é a reutilização dos FICB's (big bags e mini bags), que são embalagens fabricadas de polipropileno. Estas embalagens proporcionam resistência para suportar grandes quantidades de produto e segurança na movimentação. Também são utilizados outros tipos de embalagens para transporte do produto, como sacos (papela) e bulks, mas a maior parte dos produtos é embarcada com big bags.

Figura 1 - % de tipos de embalagens





Trabalha-se com uma logística reversa, na qual os clientes devolvem as embalagens (big bags e mini bags) vazias. Este processo, além do benefício da redução de custo, também contribui para minimizar o impacto ambiental.

Esta atividade é feita por um setor dedicado de triagem das embalagens devolvidas. Nesta triagem, as embalagens passam pelas etapas de limpeza e inspeção de segurança. Finalmente, são direcionadas e classificadas para diferentes finalidades: descarte, recuperação ou reuso.

A classificação “descarte” pode ser feita em duas situações: 1º fim do ciclo de vida ou 2º impossibilidade de reparo. Nos casos de necessidade de descarte das embalagens, o material é enviado a empresas especializadas em reciclagem de plásticos. Estas empresas utilizam as embalagens inservíveis para a fabricação de pellets, que serão utilizados como matéria prima na produção de artefatos de plástico, como, por exemplo, vasos, vasilhames, sacos plásticos e até peças automobilísticas.

Esta iniciativa buscou a redução dos custos de produção e ressaltar a importância da sustentabilidade. É possível constatar que a reutilização das embalagens está diminuindo os custos. Indicadores mostram que a economia na compra de embalagens versus os custos de recuperação e reuso gera receita positiva. Por outro lado, a reutilização dos big bags contribui para a preservação do meio ambiente ao eliminar a necessidade dos clientes descartarem as embalagens após o uso. Também diminui a necessidade de produção de matéria-prima para os fabricantes de artefatos de plástico, por usarem material reciclado.

Figura 2 - % de utilização de Big Bag, nos últimos 8 meses

■ Reuso ■ Descarte ■ Novo ■ Manutenção

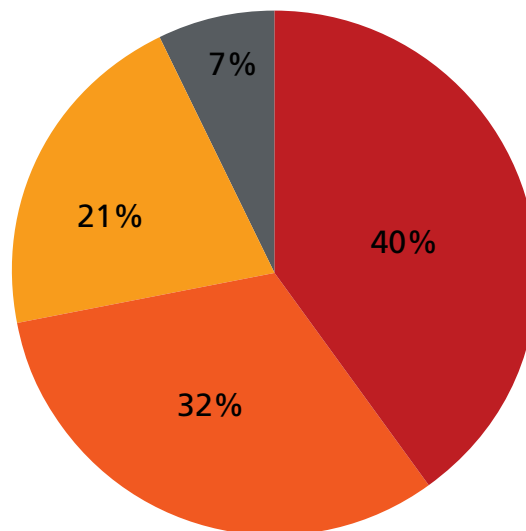
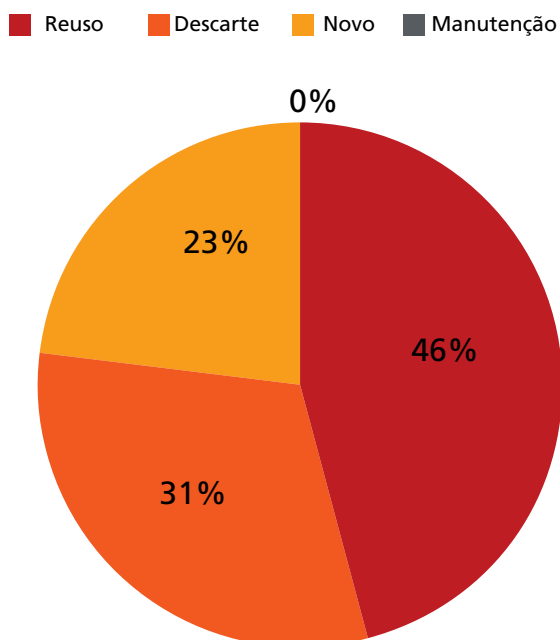




Figura 3 - % de utilização de Mini Bag, nos últimos 8 meses



Pode-se concluir que a logística reversa de big bags proporcionou vantagens competitivas tanto em termos financeiros, ao reduzir os custos com embalagens, como também diminuindo o impacto ambiental.

#### Gestão de resíduos na DuPont

A área de SHE corporativa desenvolveu um procedimento para homologação de prestadores de serviços na área de tratamento e disposição final de resíduos sólidos.

Neste procedimento, consta uma série de perguntas que devem ser feitas ao prestador de serviços ( sempre relacionadas a assuntos de SHE e também de security), um questionário com perguntas objetivas, de modo a mapear a real situação do prestador de serviço em relação a legislação vigente e os permits ( licenças) necessárias.

O procedimento consta de anexo no qual se requisita do prestador de serviço os permits referentes às suas operações e o cumprimento da legislação pertinente.

Após receber todo o questionário preenchido e assinado, bem como também cópia dos permits, é agendada uma auditoria no local .

A auditoria é realizada nas instalações do prestador de serviço em um primeiro momento revisando o questionário respondido; checando com as instalações existentes e conferindo novamente os permits. Realiza-se uma inspeção/auditoria nas instalações e também entrevistas com funcionários. Neste momento, verifica-se se todos os funcionários utilizam EPI's ( equipamento de proteção individual) , se os extintores estão adequados, sinalizados , desobstruídos, se há sistema de sprinklers, sistema de rede de hidrantes, rotas de fuga, biruta, se existe brigada de combate a emergências.

São itens também verificados a existência d trabalho infantil,, a ficha de entrega de EPI, sistema de housekeeping implementado, alguma boa prática.



Após esta auditoria de campo, é enviado ao prestador de serviço mensagem com os pontos positivos da auditoria/inspeção e os pontos de oportunidades para melhorias que devem ser corrigidas/implementadas para prosseguir com a homologação. Tudo é arquivado na Dupont.

Internamente, é feito um relatório robusto da auditoria identificando o endereço completo do prestador de serviço, com fotos anexadas ao relatório, bem como a sua localização via google map; descrevendo com detalhes o processo de trabalho e as práticas realizadas, de modo a ficarem claras as atividades desenvolvidas. Anexam-se o questionário respondido e os permits vigentes.

É aprovado/homologado o prestador de serviço que atender a requisitos mínimos dos permits (como, por exemplo, licença de operação da agência ambiental estadual, cadastro e taxas do IBAMA, auto de vistoria do corpo de bombeiros, alvará de funcionamento emitido pela prefeitura, outorga do uso da água, licenças de produtos controlados emitida pela polícia civil, Polícia Federal, Exército e outros). A homologação é divulgada em todos os sites e negócios da DuPont. A partir deste momento, cada site e/ou negócio começa a negociação comercial individual com o prestador de serviço.

Vale salientar que a periodicidade de nova auditoria / verificação depende de quanto é crítica a operação do prestador de serviço de resíduos sólidos, variando de um a 3 anos. Na unidade de incineração de resíduos, por exemplo, a periodicidade da auditoria é anual.

Todo este trabalho tem como objetivo básico a rastreabilidade dos resíduos e seu ponto de disposição final, de modo a minimizar problemas de liability para a DuPont. A companhia quer trabalhar com empresas comprometidas em SHE e na correta destinação dos resíduos. Com a padronização deste procedimento, a Dupont tem melhores prestadores de serviços e menos riscos de exposição a problemas na disposição final de resíduos.

## Desafios do setor

O principal desafio do setor químico é equacionar as exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos com o modelo de gestão ambiental do Programa Atuação Responsável. Desta forma, foi estabelecida uma correlação para sete itens do programa alinhados com as exigências da PNRS. Na tabela abaixo são apresentados os temas do Atuação Responsável e sua relação com a PNRS:

<i>Programa Atuação Responsável</i>	<i>PNRS</i>
Preconiza e tem como objetivo a hierarquia na Gestão de Resíduo	
Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos	
Avaliação de Aspectos e impactos ambientais – Resíduos	
Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos	
Melhoria contínua na gestão dos resíduos	
Pesquisas com objetivo de inovar e prover tecnologias sustentáveis para produtos	
Segurança de Produto /Resíduo	

Algumas ações já foram implementadas para adequar a gestão dos resíduos sólidos das indústrias químicas às demandas da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

- Elaboração, no âmbito do Comitê Brasileiro de Química da ABNT - CB-10, da Ficha com Dados de Segurança de Resíduos Químicos (FDSR);
- Criação da Equipe de Estudos (EE) de Gestão de Resíduos Sólidos na indústria química na Comissão de Meio Ambiente e Sustentabilidade;



- Inclusão das questões de gestão dos resíduos sólidos na agenda do Conselho de Competitividade da Indústria Química;
- Disponibilização de um manual de base para a elaboração do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Industriais (PGRSI) – Termo de referência - com as informações que devem constar de um plano de gerenciamento de resíduos;
- Formação e treinamento para a implementação para todos os tipos de resíduos sólidos da Ficha de Segurança de Resíduos;

## Propostas

Eis as propostas para melhoria contínua na gestão de resíduos sólidos no segmento industrial químico:

- Estruturar e disponibilizar um critério padrão de avaliação de empresas prestadoras de tratamento de resíduos industriais, com foco em saúde, segurança, meio ambiente e qualidade;
- Implementação do RETEP – Registro de Emissões e Transferência de Poluentes, como modelo nacional de relatório de geração e destino dos resíduos sólidos industriais para identificar resíduos com potencial de reuso e/ou reciclagem e promover a “simbiose industrial”;
- Estruturar o arcabouço legal e regulatório para facilitar a valorização dos resíduos e a promoção de práticas de reciclagem e/ou reprocessamento de resíduos como matéria prima para outros processos produtivos;
- Promover a implementação de “bolsas de resíduos sólidos” como plataforma para potencializar a reciclagem e reutilização de resíduos sólidos.

A Abiquim tem plena convicção de que a indústria química vem cumprindo, com eficiência, seu papel de indutora do desenvolvimento sustentável, contribuindo decisivamente na construção de um Brasil próspero e ambientalmente saudável.

---

### CRÉDITOS

#### ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA

Nícia Mourão

**Gerência de Assuntos Regulatórios, Meio Ambiente e Sustentabilidade**

Obidulio Fanti

**Comissão de Meio Ambiente e Sustentabilidade da Abiquim**





ABIT - INOVAÇÕES  
E TENDÊNCIAS PARA  
A SUSTENTABILIDADE  
NA CADEIA TÊXTIL E DE  
CONFECÇÃO



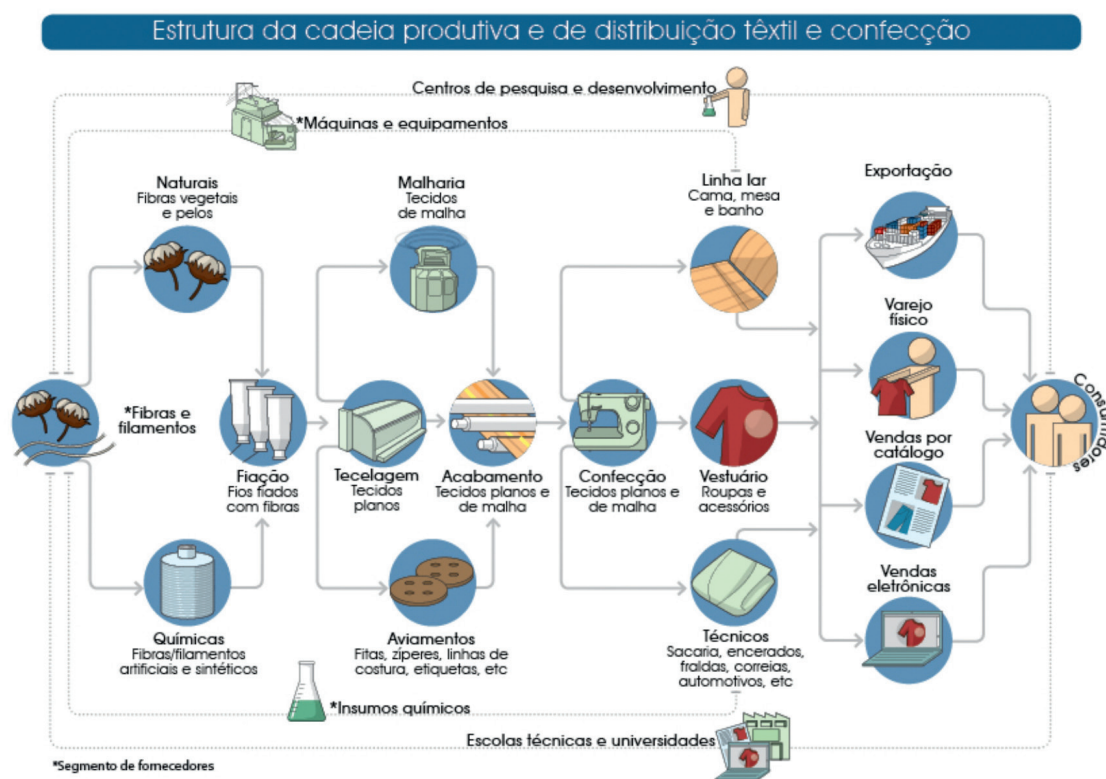




## Contextualização do setor

Produzir e consumir de forma consciente são essenciais para diminuir os impactos sobre a natureza e garantir a qualidade de vida da sociedade. A indústria têxtil e de confecção brasileira representa uma força produtiva que ultrapassa 32 mil empresas com mais de cinco funcionários, empregando diretamente cerca de 1,7 milhão de trabalhadores. Gerou um faturamento anual de US\$ 56 bilhões em 2013.

O setor têxtil e de confecção do país tem destaque no cenário mundial não apenas por seu profissionalismo, criatividade e tecnologia, mas também pelas dimensões de seu parque industrial: no mundo, é a quarta maior indústria de confecção, quinto maior parque industrial em têxteis, o terceiro maior produtor de denim e o quarto na produção de malhas. Autossuficiente na produção de algodão e com investimentos elevados na fabricação de fibras sintéticas, o Brasil confecciona 9,8 bilhões de peças por ano (das quais cerca de 6,5 bilhões em peças de vestuário), sendo referência mundial em segmentos como a moda praia, *jeanswear*, *lingerie*, cama, mesa e banho. Outros segmentos, como moda feminina, masculina, infantil, *fitness*, vêm ganhando cada vez mais o mercado internacional e, conseqüentemente, dando maior visibilidade internacional ao setor.





## Contextualização do setor no tema de resíduos sólidos

A cadeia têxtil e de confecção brasileira está instalada em todo o território nacional e, como em qualquer atividade industrial, gera resíduos sólidos, entre eles: embalagens e cones plásticos, óleo de lubrificação, resíduos de varrição, fibras não processadas, retalhos e trapos, papel, papelão, lodo, entre outros.



Na indústria têxtil, um dos resíduos que exigem maior controle ambiental, devido às propriedades químicas, é o lodo industrial proveniente das estações de tratamento de efluente. Este resíduo, de consistência pastosa, é retirado dos flotasores ou dos sedimentadores nos processos físico – químicos.

De modo geral, o lodo é composto de matérias orgânicas e inorgânicas, entre elas corantes, os quais contêm elementos químicos como alumínio, chumbo, cromo, cobre, ferro, titânio, silício, manganês, sódio, cálcio, magnésio, fósforo, carbono e cloretos, devendo passar por tratamento específico para o seu aproveitamento ou disposição final em aterros de resíduos industriais.



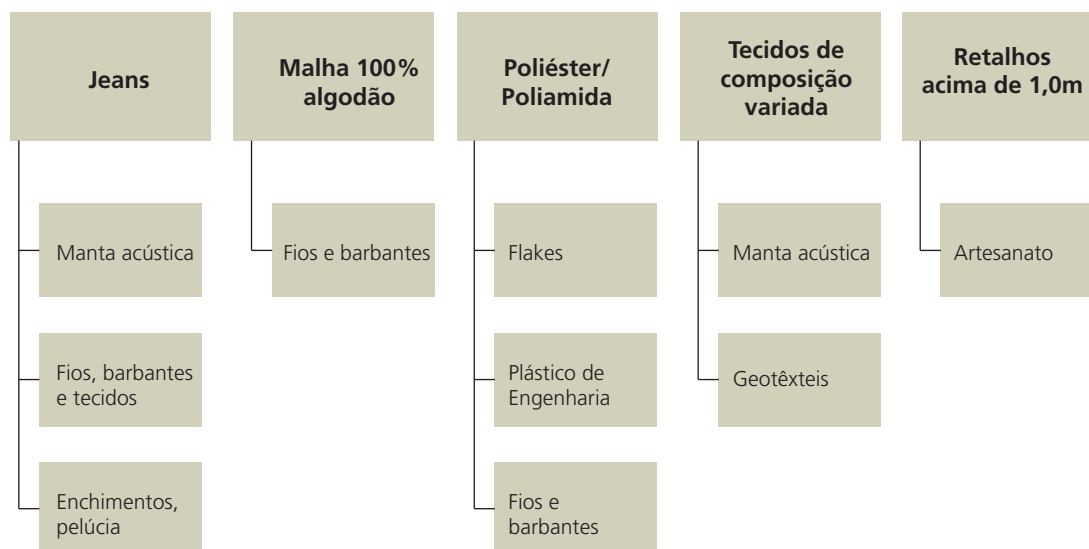
Fonte: Estação de tratamento de efluentes da empresa Cedro Cachoeira.

Com relação aos resíduos têxteis, denominados aqui de retalhos, a falta de uma coleta estruturada desse material passível de ser reciclado, retira qualquer valor agregado que o mesmo poderia ter. Sem valor econômico algum, esse material, que poderia gerar emprego e renda para milhares de famílias, está se acumulando nos aterros sanitários.

Como podemos observar no fluxograma abaixo, todos os resíduos têxteis são passíveis de reutilização através da logística reversa, independente da composição.



## Possibilidades de destinação dos retalhos têxteis



Fonte: Elaboração Sinditêxtil, 2013.

Diante desse contexto, fica claro que a sustentabilidade é fator crítico para a diferenciação competitiva do setor em nível global. Para tanto, grandes desafios devem ser assumidos no intuito de minimizar os impactos indesejáveis ao meio ambiente, promovendo mudanças expressivas no patamar da sustentabilidade.

## Experiências do setor em gestão de resíduos sólidos

As iniciativas de entidades de classe e do setor produtivo implementaram alternativas ambientalmente viáveis para praticamente todos os resíduos sólidos provenientes tanto da indústria têxtil como das confecções. Tais ações evidenciam, além disso, que o setor pode contribuir para o desenvolvimento sustentável de forma criativa e economicamente viável, cumprindo o que determina a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), como demonstram alguns exemplos a seguir.

### **Retalho Fashion - Inclusão social e preservação ambiental por meio da reciclagem de resíduos têxteis**

Criado pelo Sindicato das Indústrias de Fiação e Tecelagem do Estado de São Paulo – SinditêxtilSP, com a parceria de instituições como o Sindicato das Indústrias de Vestuário do Estado de São Paulo – Sindinvest, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI, Câmara dos Dirigentes Lojistas do Bom Retiro – CDL, o Projeto Retalho Fashion tem por objetivo desenvolver um plano de gerenciamento de resíduos sólidos por meio da organização e promoção da coleta de resíduos têxteis provenientes das confecções instaladas nos bairros do Brás e Bom Retiro, em São Paulo.

Busca a preservação ambiental e a geração de renda com ocupação qualificada, além da criação de condições socialmente justas de trabalho, restabelecendo a preservação das condições socioambientais na área envolvida.



Baseado na responsabilidade socioambiental, o projeto também visa agregar valor para a indústria têxtil e de confecção, antecipando-se à disseminação dos preceitos da PNRS.

O projeto, além de estar fundamentado na responsabilidade socioambiental, também visa agregar valor para a indústria têxtil e de confecção, e disseminar os preceitos da Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

Segundo dados da Câmara de Dirigentes Lojistas do Bom Retiro (CDL, 2013), atualmente 1.200 confecções estão instaladas no bairro do Bom Retiro, sendo 60% consideradas grandes geradoras de resíduos, ou seja, descartam, individualmente, mais de 200 kg de resíduo por dia e, portanto, necessitam de um descarte adequado, alternativo à coleta pública. No entanto, considerando os pequenos e os grandes geradores, estima-se que a região produza, ao todo, uma média de 12 toneladas de resíduo têxtil diariamente. Já o bairro do Brás conta com aproximadamente 2.500 confecções, segundo estimativas da Associação dos Lojistas do Brás – ALOBRÁS (2013).

Os grandes geradores de resíduos devem, conforme estabelecido na Lei 13.478/02 que *dispõe sobre a organização do sistema de limpeza urbana do município de São Paulo*, contratar empresa especializada em coleta de lixo para dar um destino a esses resíduos. Porém, foi constatado pelo Sinditêxtil-SP (2013) que as empresas que realizam a coleta de resíduos nesta região encaminham a maioria desses resíduos têxteis para os aterros sanitários.

Empresas classificadas como pequenos geradores, ou seja, que produzem menos de 200 kg por dia de resíduos, realizam a separação, embalam os resíduos e disponibilizam para a coleta pública. Porém, antes que a coleta ocorra, os catadores que trabalham na região selecionam os resíduos têxteis descartados que possuem maior valor no mercado (conforme matéria-prima e tamanho) e, para isso, rasgam os sacos plásticos, espalhando o restante dos resíduos e rejeitos nas vias públicas. Assim, o retalho se torna causa de poluição, entupimento de galerias, enchentes e outros impactos ambientais e sociais.

Após a coleta e seleção, os catadores encaminham os resíduos têxteis aos galpões, onde são separados conforme matéria-prima, cor e tamanho e, depois de triados são vendidos para empresas têxteis recicladoras.

O processo de reciclagem de retalhos têxteis através de máquinas que desfibram o material até que ele se transforme novamente em fibra não é uma tecnologia nova, porém, uma das principais dificuldades das empresas recicladoras é a logística para encontrar matérias primas devidamente coletadas e processadas.

Com a implantação do projeto Retalho Fashion, pretende-se formalizar o trabalho dos catadores e encaminhar os resíduos coletados, tanto por eles como pelas empresas responsáveis pela coleta dos resíduos dos grandes geradores, para uma cooperativa que ficará responsável por gerenciar os catadores, separar os resíduos e preparar a matéria prima para ser vendida às empresas recicladoras, evitando que toneladas de resíduos têxteis sejam descartadas em aterros sanitários ou nas ruas, bem como diminuindo os impactos sociais e ambientais decorrentes do descarte irregular.

A primeira etapa desse projeto foi realizar o diagnóstico da região, além de promover ações de mobilização das empresas. Na seguinte etapa, foi levantada tanto a infraestrutura necessária para implantação do projeto quanto à demanda por resíduos têxteis das empresas recicladoras. O estágio atual de implantação do Projeto Retalho Fashion encontra algumas dificuldades de operacionalização em virtude da forma como os resíduos são descartados nas ruas. Em maio de 2013, foi realizada uma coleta teste em uma das ruas do bairro Bom Retiro, sendo a amostra coletada de 3,5 toneladas de resíduos, da qual foi constatado que apenas 50% eram retalhos e o restante do resíduo descartado composto por papel, papelão, plásticos, eletrônicos e muito lixo orgânico proveniente de cozinha e sanitários, práticas que levam o material têxtil a ficar impróprio para a reciclagem ou torna sua separação economicamente inviável. Para tanto, faz-se necessário à conscientização das empresas para que a separação dos resíduos têxteis seja feita no processo de corte, evitando sua contaminação por outros resíduos e rejeitos.



Resíduos têxteis da Rua José Paulino em São Paulo. Crédito: Sinditêxtil, 2013.

### **Reaproveitamento térmico na secagem de lodo**

As indústrias têxteis que possuem a etapa de acabamento e lavanderia já implementam, em suas estações de tratamento de efluentes, processos que visam minimizar o volume do lodo através de sua secagem. Esse processo de reaproveitamento térmico ocorre por meio da transferência do calor gerado nas chaminés das caldeiras para a aplicação nos leitos de secagem e como resultado obtêm-se a redução do volume e a evaporação da umidade.

A desidratação do lodo tem como principal objetivo a eliminação máxima da água incorporada ao resíduo, pois ela é o veículo de propagação dos poluentes presentes neste resíduo. Para tanto, retira-se a umidade do lodo proveniente de processos de tratamento de efluentes, o que pode ser feito por transferência de calor ou secagem por processos físicos, como, por exemplo, a prensagem (COGO et al).

É comum a utilização do filtro de prensa pelas grandes indústrias, dada a eficiência que esse equipamento oferece, com a redução do tempo de secagem e minimização do espaço físico utilizado para a remoção da água. Além do filtro de prensa, são usados outros equipamentos para esse fim, como o separador centrífugo.

Afora os processos físico-químicos, em algumas ocasiões podem ser utilizados, em conjunto, sistemas biológicos de tratamento. O sistema mais usualmente empregado é o de lodos ativados. Em geral,





na indústria têxtil, os processos de tratamento baseiam-se na operação de sistemas físico-químicos de precipitação-coagulação, seguidos de tratamento biológico via sistema de lodos ativados. Esse processo permite a remoção de aproximadamente 80% de carga de corantes dos lodos provenientes de lavanderias têxteis, por exemplo (COGO et al).

O sistema de lodos ativados consiste em se provocar o desenvolvimento de uma cultura microbológica na forma de flocos (lodos ativados) em um tanque de aeração, que é alimentada pelo efluente a ser tratado.

Estes processos visam proporcionar benefícios ambientais de forma sustentável, através da melhoria da eficiência energética, pois sua implantação resulta na redução de consumo de combustível, assim como promove o consumo mais eficiente nas estações de captação e tratamento de água e efluentes. Ademais, com o processo de secagem, seu volume torna-se consideravelmente menor, diminuindo seu passivo ambiental e reduzindo o custo do transporte para o descarte do lodo, uma vez que, sendo um subproduto de um processo industrial, seu destino são os aterros industriais.

## Desafios

### Resíduos têxteis

Para a fabricação de fios ou barbantes reciclados é necessário que o resíduo têxtil esteja limpo, separado por cor e por composição. A falta de uma separação e organização do descarte de resíduos têxteis no Brasil é tão grave que as indústrias recicladoras, as quais precisam abastecer diariamente suas unidades produtivas, preferem importar resíduos têxteis de outros países, pois os fardos importados entram no país separados desta forma. Em 2012, 9.829.928 Kg Líq. de retalhos e trapos têxteis compostos de seda, lã, algodão, fibras artificiais e sintéticas foram importados pelo Brasil, o que equivale a US\$ 11.421.644, preço Free on Board (FOB) – valor do produto sem o frete (MDIC - Sistema ALICEWEB, 2013).

Entende-se, nesse caso, que a comunicação, divulgação e conscientização são quesitos chave para o sucesso de um projeto de reciclagem de resíduos têxteis e, portanto, o Projeto Retalho Fashion visa, além da organização da coleta, a difusão de informações acerca da reciclagem desses resíduos sólidos, assim como já é sabido que ocorre com o papelão, o papel e o plástico.

### Lodo industrial

A poluição por metal pesado é extremamente perigosa pela toxicidade e persistência no ambiente. Ao contrário dos poluentes orgânicos, os metais pesados são geralmente refratários e não podem ser degradados ou facilmente desintoxicados biologicamente.

Encontrar soluções efetivas e seguras para resíduos semissólidos que contêm metais pesados é sempre um desafio para as indústrias geradoras, devido ao custo das alternativas de tratamento disponíveis.

## Visão de futuro

Uma forte tendência mundial nos setores produtivos que vem ganhando força e notoriedade são as certificações, que comprovam a qualidade do produto e o compromisso da empresa com questões sociais e ambientais. Foi pensando nessas questões, que a Abit celebrou um convênio com a ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial) para criar, normalizar e implementar a certificação de roupas profissionais no país, dando origem ao Programa Brasileiro de Autorregulamentação de



Roupas Profissionais, Militares, Escolares e Vestimentas – SELO QUAL. Atualmente, a certificação foi estendida para os demais elos da confecção e para a indústria têxtil.

Entre outras práticas, a utilização do SELO QUAL atesta que a empresa atende às normas ambientais, não descartando resíduos que causam poluição ao meio ambiente, além de ser socialmente responsável.

Além da certificação, as empresas também buscam tecnologias para minimizar a geração de resíduos sólidos. No caso das confecções, a geração de resíduos ocorre na etapa de corte e uma das alternativas para diminuir o descarte é adotar o método de design zero waste (desperdício zero), que consiste em técnicas de modelagem que objetivam reduzir ou mesmo eliminar o desperdício de tecido decorrente do encaixe dos moldes no tecido.

Já na indústria têxtil, nossas tecnologias são desenvolvidas para diminuir o consumo de água nos processos produtivos e, conseqüentemente, reduzir o volume de lodo gerado.

## Propostas

O planejamento e a execução de um projeto de gerenciamento de resíduos têxteis vão muito além dos benefícios ambientais e sociais. Estes podem ser vistos, também, como um fator de diferenciação no mercado, competitividade, aumento de eficiência, economia, e podem, principalmente, evitar ônus para a indústria têxtil e de confecção, através de uma regulamentação compulsória no âmbito da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, além de outros licenciamentos ambientais.

Como foi observado, existem processos e metodologias de recuperação de produtos e resíduos têxteis que podem ser desenvolvidos de acordo com o produto final desejado. Dentre os possíveis produtos finais, tem-se: mantas, estopas, revestimentos, barbantes, fios, matéria-prima para patchwork ou artesanato e plásticos de engenharia, sendo todo resíduo têxtil passível de ser reprocessado de alguma maneira.

Apesar de relativamente baixo o custo de implantação e execução de um galpão de triagem e seleção de resíduos têxteis, estas são iniciativas desafiadoras, visto as dificuldades de se implantar o procedimento de separação dos resíduos e rejeitos na cultura diária das empresas, as quais trabalham há muitos anos com seus processos de produção consolidados.

Em pouco tempo, a PNRS será uma realidade para todos os segmentos industriais e a indústria têxtil e de confecção já possui todos os processos consolidados para realizar a logística reversa. No entanto, para que ocorra uma efetiva logística reversa no setor têxtil e de confecção, é necessário que o resíduo têxtil seja valorizado – assim como acontece com latinhas de alumínio, vidro e garrafas PET – e sejam criados incentivos fiscais para estimular o reaproveitamento desse material e fomentar o desenvolvimento tecnológico no setor.

Novas tecnologias são o que movem a corrida contra o desperdício e a favor da eficiência produtiva. E, quanto ao descarte correto e ao reaproveitamento do lodo industrial, a indústria têxtil encontra-se muito avançada. Além do processo de secagem supracitado, outras destinações já estão sendo estudadas para o reaproveitamento do produto desse processo. Atualmente, estão sendo feitos estudos para a aplicação do lodo seco em fabricação de materiais de engenharia civil, visando o tratamento e a reciclagem total deste subproduto industrial.



A indústria têxtil e de confecção vem se aprimorando cada vez mais para enfrentar os desafios do mercado globalizado, em que a qualidade, a eficiência e a sustentabilidade são quesitos fundamentais não só para uma concorrência saudável, mas também para uma relação de respeito e preocupação com a sociedade.

---

## **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO (Abit)**

Rafael Cervone Netto

**Presidente do Conselho de Administração**

Fernando Valente Pimentel

Diretor Superintendente

## **SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE FIAÇÃO E TECELAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Alfredo Emilio Bonduki

**Presidente**

### **Departamento de Tecnologia e Inovação – Abit**

Sylvio Tobias Napoli Junior

**Gerente**

Mariana Correa do Amaral

**Analista de Projetos Industriais**

Luiza Lorenzetti

**Analista de Tecnologia**





ANFAVEA - AS SOLUÇÕES  
DA INDÚSTRIA  
AUTOMOBILÍSTICA  
PARA GESTÃO DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS







A indústria automobilística tem papel preponderante na economia brasileira: representa hoje 5% do PIB e 21% do PIB Industrial. São 62 unidades industriais instaladas em 10 estados e 46 municípios brasileiros. Além disso, com o programa Inovar-Auto, cujo objetivo é incentivar a produção local, promover a engenharia nacional e atrair investimentos, novas fábricas entrarão em operação – fruto do aporte de R\$ 75,8 bilhões já anunciados até 2018 para instalação de unidades fabris, ampliação das já existentes e desenvolvimento de novos produtos.

É uma indústria com mais de um século de história que transforma seus produtos, ou seja, automóveis, comerciais leves, caminhões, ônibus e máquinas agrícolas e rodoviárias, em protagonistas do direito de ir e vir das pessoas, do transporte de cargas que movimenta a economia, da atividade no campo e da construção de grandes obras.

Tais constatações demonstram o forte impacto do setor para a economia e sociedade, tanto no Brasil quanto no mundo todo. E essa importância carrega com ela a necessidade de desenvolver novos processos, sejam eles produtivos ou de gestão, para manter esta indústria como inovadora de evoluções industriais, inclusive em quesitos socioambientais.

Um dos principais focos da indústria está no desenvolvimento de novos sistemas para diminuir a geração de resíduos nas linhas de montagem. Já há algum tempo as empresas têm adotado inúmeras formas de reduzir o impacto gerado pelas fábricas e otimizar o material utilizado para a fabricação de um veículo.

Os resultados já são evidentes: há 10 anos as empresas geravam 348,5 quilos de resíduos sólidos por veículo produzido e hoje este número caiu 42%, para 202,05 quilos, fruto direto da implantação de diversos mecanismos para melhorar o aproveitamento do material e descartar cada vez menos. Destaca-se ainda o alto índice de reciclagem de 94,2%, seis pontos percentuais acima dos 88,3% de dez anos atrás – taxa que já era elevada. Isto só foi possível com a adoção de diversas ações. E são vários os exemplos.

Os fabricantes desenvolveram processos para reduzir ou reaproveitar as madeiras utilizadas em estruturas – conhecidas como pallets – para transportar material para as linhas de montagem. Além disso, reutilizam embalagens de madeira, metal e papelão em toda companhia.

A tecnologia e a engenharia de toda cadeia automotiva – especialmente da indústria química – permitiram também que montadoras passassem a utilizar tintas veiculares a base de água. Outro aspecto sobre o uso da tinta veicular é o tratamento da borra que se acumula após o processo. As montadoras utilizam nas cabines de pintura pistolas eletrostáticas para reduzir esse acúmulo.

Com a utilização de novos produtos, menos nocivos, as montadoras estão cada vez mais em linha com as melhores práticas sustentáveis.

Todas estas práticas se estendem pela cadeia produtiva. Boas ações na área de sustentabilidade fazem parte dos requisitos das montadoras para escolha de seus fornecedores. Mais do que isso: grupos de executivos tanto da montadora como do fornecedor são formados para discutir como aprimorar continuamente estes processos – na linha de montagem do veículo e na fabricação das peças.

Treinamentos também são feitos em toda rede de concessionárias das marcas. Atualmente são 5.116 mil lojas espalhadas por todo o País com o uso diário de óleos, filtros, fluidos de freios, efluentes, baterias, pneus e outras peças que precisam ser descartadas de forma correta ou reutilizadas na medida do possível.



O uso de óleos e outros fluidos gerados na produção e na manutenção do veículo é uma preocupação em toda cadeia produtiva. O mesmo é esperado das concessionárias, que precisam direcionar os materiais usados no reparo do veículo para o descarte correto.

A destinação dos pneus também é uma preocupação: os materiais são reciclados e servem de matéria-prima para novos produtos.

Voltando às fábricas, fora das linhas de montagem também há preocupação quanto à sustentabilidade. Exemplo disso são as coletas seletivas feitas nos escritórios para reciclagem e reuso de materiais a base de metal, plástico, vidro ou papel. Importante lembrar a dedicação das equipes da área de compras na introdução de embalagens retornáveis nos fornecedores nacionais.

Há ainda desafios e oportunidades a serem implantadas pelas empresas, como o uso de novos materiais na fabricação do produto. Com o programa Inovar-Auto e o investimento feito pelos fabricantes, cerca de R\$ 12 bilhões serão destinados para engenharia e desenvolvimento local, o que envolve a pesquisa por novos materiais que tornem os veículos mais leves, resistentes e seguros.

A aplicação de outros materiais em motores ou carroceria do veículo é uma dessas tendências com objetivo de diminuir o peso do produto, tornando-o mais eficiente e com menor utilização de recursos naturais. Outra tendência é o uso de fibras naturais e do plástico verde, materiais recicláveis.

Pesquisa e desenvolvimento são ações contínuas da indústria com o objetivo de entregar o melhor veículo, mais seguro, moderno e compatível com o meio ambiente. Sempre pensando estrategicamente na melhor forma de produção e descarte dos resíduos.

---

Luiz Moan Yabiku Junior  
**Presidente da ANFAVEA**



CBIC - A INDÚSTRIA DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL  
E A GESTÃO DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS





A construção civil é uma das atividades que mais estimulam o crescimento e a sustentabilidade econômica do Brasil. Sua importância se traduz, em larga medida, nas inúmeras e inegáveis contribuições que seus atores dão para a consolidação, no país, de uma economia comprometida com o desenvolvimento sustentável.

Programas governamentais, como o Minha Casa, Minha Vida, que viabiliza a redução do déficit habitacional, as obras do PAC, o Programa de Aceleração do Crescimento, e do Plano Nacional de Logística e Transporte, que visam melhorar a infraestrutura, e as obras da Copa 2014 e das Olimpíadas de 2016 têm impactado de forma positiva a economia. Some-se a esse impacto o bom desempenho do mercado imobiliário nos últimos anos.

O DNA desenvolvimentista da construção civil obriga, porém, a enfrentar os grandes desafios das questões ambientais, decorrentes das ocupações de áreas (e consequente alteração das características locais), da geração de resíduos, da extração de recursos naturais (para aplicação direta nas construções) ou da fabricação dos insumos utilizados.

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), representante das entidades empresariais da indústria da construção e do mercado imobiliário, é responsável pela interlocução com os órgãos de governo e com a sociedade e pela formulação de propostas que norteiam toda a cadeia produtiva. Os eixos prioritários e programas da CBIC estão em sinergia com a tendência global de se adotar uma economia verde. A Câmara acredita que a execução das ações previstas nos seus programas está permitindo à indústria da construção consolidar as condições necessárias para viabilizar o desenvolvimento sustentável no país.

Esses programas proporcionam à CBIC atuar em parceria com o governo, o setor produtivo, as universidades, o terceiro setor e demais segmentos da sociedade civil. Garantem à Câmara presença marcante na elaboração de políticas públicas nacionais e setoriais, assim como papel relevante na consolidação da construção de um Brasil sustentável.

O desafio da sustentabilidade assumiu, há alguns anos, importância crucial no desenvolvimento e a construção civil está cada vez mais consciente de sua importância neste cenário, como veremos a seguir.

## Resíduos

Resíduos da construção civil (RCC) são aqueles provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, como tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama nº 307/2002 e suas alterações).

A geração dos resíduos ocorre de forma difusa. A maior parcela deles nas cidades provem de reformas e da autoconstrução – cerca de 70% do volume gerado. Para efetiva solução, considerando-se ainda as especificidades regionais, são necessárias ações integradas da governança municipal, estadual e federal com a iniciativa privada.

Aprovada em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos disciplina a gestão dos resíduos de construção de maneira diferenciada das regras para a indústria em geral e à semelhança do que é determinado para resíduos sólidos urbanos. Aspecto fundamental de seu decreto de regulamentação é que a gestão de resíduos da construção deve ser tratada de acordo com as regulamentações específicas do Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama), que inclui as resoluções do Conama.



Dessa forma, a resolução 307 do Conama, publicada em 2002, passa a ser a principal diretriz para o setor público, setor privado e a sociedade como um todo. Ela estabelece critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos de construção civil, disciplinando as ações necessárias para minimizar os impactos ambientais. A resolução apresenta um modelo de gestão na qual são definidas responsabilidades para os agentes envolvidos: geradores, transportadores, áreas de destinação e municípios.

Desde sua publicação, a resolução tem sofrido alterações contemplando as melhorias decorrentes de sua implementação. A Resolução 448, de 2012, altera a Resolução 307, incorporando as diretrizes da Política Nacional de Resíduos e estipulando prazos para que os municípios definam as regras de gestão dos resíduos pelos pequenos e grandes geradores.

Vale destacar que a Resolução 307 apresenta como objetivo principal a não geração de resíduos e como objetivos secundários a redução, reutilização, reciclagem e disposição final. Esta visão tem feito as empresas estabelecer em seus processos de gestão a preocupação com a não geração, que envolve a melhoria dos projetos, inovação dos processos produtivos e escolha dos materiais a serem empregados.

No Brasil, a indústria da construção está mobilizada há mais de 12 anos para a questão dos resíduos. Nesse período, treinamentos de capacitação para a correta gestão nos canteiros de obras foram realizados em todo o país. As empresas construtoras perceberam que os conceitos da **não geração**, da **correta segregação** e da **destinação ambientalmente adequada** trazem ganhos para as obras. Destaca-se, entre eles, a redução de desperdícios, que leva à diminuição de custos para a destinação. A preocupação com a gestão nos canteiros tem se refletido em obras mais organizadas, melhorias na limpeza e, conseqüentemente, queda no número de acidentes de trabalho.

A cadeia produtiva da construção tem-se engajado ainda no estudo das possibilidades de reaproveitamento e reciclagem dos resíduos e na criação de negócios na cadeia da reciclagem. Exemplo disso é o uso de agregado reciclado em obras de pavimentação. É necessário, todavia, maior empenho na busca de soluções para outros tipos de resíduos, de modo a atender à logística reversa, que começa a ser instalada no país.

Cabe aos municípios, no entanto, a regulamentação para os grandes e pequenos geradores e a implantação de equipamentos públicos que possam suprir as necessidades deles.

O Plano Nacional de Resíduos, instrumento de execução da Política Nacional, traçou metas até 2014 para a eliminação da disposição irregular dos resíduos, implementação de pontos para entrega voluntária, aterros de resíduos inertes Classe A da construção e áreas de reciclagem. É preciso lembrar que o poder público pode, juntamente com a iniciativa privada, atuar nestas frentes.

## Experiências

Há avanços visíveis no setor da construção civil e em políticas públicas, desde a edição da Resolução 307 do Conama, em 2002.

A CBIC, por meio de suas entidades associadas, em especial os Sinduscons de todo o país, tem promovido a capacitação de empresas e profissionais para a correta gestão de resíduos. Além disso, o setor tem evoluído constantemente para que os projetos e sistemas construtivos sejam cada vez mais industrializados e racionalizados, o que, conseqüentemente, minimiza a geração dos resíduos. Programas de qualidade, produtividade e logística no canteiro de obras têm sido implantados contemplando a gestão de resíduos. As obras que incorporaram os requisitos de sustentabilidade, necessariamente, tratam da gestão de resíduos de forma diferenciada.





Diversas publicações elaboradas pelas entidades associadas e entidades parceiras orientam como o setor deve evoluir e se capacitar. Ressalte-se que estas publicações têm sido utilizadas tanto pelo setor privado quanto pelo setor público na capacitação dos profissionais envolvidos.

Apresentamos a seguir algumas experiências do setor:

## 1. Programa Construção Sustentável CBIC



Lançado em 2010, o Programa Construção Sustentável CBIC (PCS CBIC) é uma proposta de convergência e diálogo que visa aperfeiçoar e compartilhar soluções, mostrando à sociedade que esse caminho é mais do que viável - é inevitável. O Programa Construção Sustentável (PCS) aborda temas prioritários para o desenvolvimento sustentável e tem como principais objetivos:

- definir diretrizes, prioridades e práticas que façam da construção sustentável uma realidade no Brasil;
- estabelecer comunicação aberta e transparente com a sociedade em geral, ONGs e governo para superar os desafios da sustentabilidade do setor da construção;
- subsidiar os governos com informações e elementos capazes de induzir a elaboração de políticas públicas.

O Programa Construção Sustentável CBIC definiu o tema resíduos como um dos seus prioritários, tendo como objetivo específico a diminuição do consumo de recursos naturais. Para que o setor possa alcançar este objetivo, os meios a serem utilizados são o poder de compra, os projetos, a gestão de pessoas e processos, a inovação tecnológica e a atuação em políticas públicas, além da formulação de legislações e normas.

As metas do PCS CBIC para resíduos da construção são:

- promoção de parcerias público-privadas para implementação das áreas de manejo de resíduos;
- participação da cadeia produtiva na elaboração de leis estaduais e municipais no âmbito da Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- mapeamento de dificuldades e entraves ao processo de licenciamento para áreas de transbordo e triagem, atividades de reciclagem e instalação de aterros;
- implementação de sistema on-line de gestão de resíduos para geradores, transportadores e áreas de tratamento e destinação;
- estabelecimento da exigência da logística reversa prevista para os acordos setoriais.

Tendo os objetivos e metas definidos, o Programa Construção Sustentável CBIC orienta o setor da construção como um todo na sua forma de atuação. Dessa forma, as entidades e seus associados têm se empenhado em ações para implementar o programa em suas obras e com o poder público nos estados e municípios. Os exemplos 2 e 3, a seguir apresentados, demonstram a convergência com as diretrizes do PCS.

## 2. Sistemas on-line de gerenciamento de resíduos da construção

Uma das principais necessidades detectadas pelo setor é a criação de ferramentas que auxiliem os gestores públicos e privados a cumprirem suas atribuições definidas em legislações e normas. Tais ferramentas são essenciais, também, no levantamento de informações que possam ser utilizadas na melhoria dos processos produtivos, identificação de oportunidades de novos negócios e no planejamento dos municípios, de forma a atender as demandas dos grandes e pequenos geradores.



Nesse sentido, destacamos a seguir duas experiências: a ferramenta ERA – Energia, Resíduo e Água, e o sistema Sigor - Sistema Estadual de Gerenciamento on-line de Resíduos Sólidos. Afora estas duas ferramentas, há interesse crescente de municípios em informatizar o seu sistema de gerenciamento de resíduos da construção, de modo a facilitar a identificação de pontos de descarte irregular, áreas de destinação não licenciadas, transportadores e obras não legalizadas.

Como exemplos de cidades que estão implantando sistemas on-line de gerenciamento de resíduos da construção estão São José dos Campos, Jundiaí, São Carlos, Taubaté, Pindamonhangaba, Americana, Praia Grande, Araraquara, Bauru, Piracicaba, em São Paulo; Uberaba, em Minas Gerais, e Blumenau, em Santa Catarina. Essas cidades já percebem os benefícios do uso de ferramentas informatizadas, principalmente para agilização dos processos, desburocratização e fiscalização.

### 2.1. ERA - Ferramenta para levantamento de indicadores de geração de resíduos



Coerente com as metas do Programa Construção Sustentável (PCS) do Programa de Inovação Tecnológica (PIT), a CBIC lançou, em maio último, durante o 86º Enic (Encontro Nacional da Indústria da Construção), a plataforma ERA, que reúne dados sobre o uso de energia e água, e sobre a geração de resíduos em canteiros de obras de empresas de pequeno, médio e grande portes.

Desenvolvida especialmente para o setor da construção, a ERA é uma ferramenta simples e prática, focada na gestão desses recursos, que visa a atender ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e aos requisitos e critérios de certificações ambientais e de construção sustentável.

A ERA é fruto do Pacto Setorial (PS) da CBIC e do Ministério do Meio Ambiente (MMA), que tem como principal objetivo o desenvolvimento de metodologia para definição do Índice de Sustentabilidade Ambiental, considerando o uso de água e energia e a geração de resíduos. A ferramenta foi desenvolvida conjuntamente pela CBIC e pela Universidade de Brasília (UnB). A plataforma permitirá reunir dados da geração de resíduos durante o processo de construção de obras.

Apesar de diversos trabalhos que versam sobre geração de resíduos, não existem dados disponíveis que relacionem volume de resíduo gerado por tipologia de obra, o que será possível com esta ferramenta. A apuração dos indicadores poderá servir de referência na fixação de metas futuras para a redução da geração, reutilização e reciclagem dos resíduos da construção.

### 2.2 Sigor – Sistema Estadual de Gerenciamento on-line de Resíduos Sólidos



O decreto estadual nº. 60.520, de 5 de junho de 2014, instituiu no estado de São Paulo o Sigor, que tem o objetivo de gerenciar as informações referentes aos fluxos de resíduos sólidos no estado, da geração à destinação final, incluindo o transporte e destinações intermediárias, bem como de centralizar e facilitar o acesso às informações referentes aos resíduos sólidos gerados localmente. Pelo decreto, é estipulado prazo de 180 dias para a entrada em vigor do primeiro módulo do sistema voltado para a construção civil.

A definição do Sigor – Módulo Construção Civil como o primeiro a ser implantado dentro do sistema é resultado do convênio firmado em fevereiro de 2010 entre o governo do estado, por meio da Secretaria do Meio Ambiente e da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb) e o Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo (Sinduscon-SP).



O Módulo Construção Civil do Sigor consiste em uma plataforma eletrônica que permitirá a elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos pelos geradores e a emissão de Controle de Transporte de Resíduos (CTR), documento que acompanha as cargas transportadas. Caberá aos transportadores aceitar o CTR e transportar os resíduos às áreas de destinação indicadas. Essas áreas poderão ser de transbordo e triagem (ATTs e PEVs), áreas de reciclagem, aterros de resíduos Classe A (Resolução Conama 307/2002 e suas alterações) e aterros de rejeitos. As áreas de destino que receberem os resíduos deverão aceitar o CTR.

O sistema permitirá a emissão de relatórios, entre eles o Sistema Declaratório Anual - uma das exigências da Política Nacional e da Política Estadual de Resíduos - além de agilizar o fluxo de informações e facilitar o gerenciamento e a fiscalização pelos municípios e pelo estado.

Para a sociedade como um todo, o Sigor terá um papel fundamental na prestação de serviços. Estará criando um amplo banco de dados com informações como a relação de transportadores cadastrados nos municípios, a relação de áreas de destinação por tipo de resíduos que estão licenciadas a receber, legislações e normas referentes aos resíduos de construção, manuais, publicações e a divulgação de eventos e treinamentos. O Fale conosco do sistema Sigor permitirá o esclarecimento de dúvidas, orientação dos usuários do sistema e recebimento de denúncias no caso da gestão não correta dos resíduos.

### **3. Logística reversa de resíduos da construção civil**

Há vários exemplos de viabilidade da logística reversa de resíduos provenientes da construção. O primeiro e mais conhecido é a reciclagem de resíduos inertes, Classe A, para a produção de agregados reciclados para uso em pavimentação ou em aplicações de concreto não estrutural. Exemplificamos citando a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (Abrecon), que possui hoje mais de 20 empresas associadas produzindo os agregados reciclados a partir dos resíduos encaminhados pelas obras. O mercado para este tipo de negócio, apesar de ainda recente, tem se mostrado viável.

Outra iniciativa é a da reciclagem de resíduos de gesso. A Associação Dry Wall, que reúne as empresas fabricantes de painéis de gesso acartonado, tem tornado possível o envio do resíduo de gesso para indústrias cimenteiras. O trabalho é executado por parcerias com Áreas de Transbordo e Triagem, que recebem os resíduos ou diretamente com obras de grande porte, ou de transportadores e da indústria. No entanto, esta ação ainda é pontual, concentrando-se na região metropolitana de São Paulo. Um dos principais entraves à sua disseminação é a pouca disponibilidade de áreas de transbordo e triagem para receberem o resíduo do gesso.

Em acordo com a Secretaria do Meio Ambiente do Paraná, o Sinduscon PR tem desenvolvido, em conjunto com o SENAI local, projeto para implantação da logística reversa de resíduos da construção no estado. Numa primeira etapa, foi feito o levantamento das quantidades de resíduos nas principais cidades e das usinas de reciclagem, áreas de transbordo e triagem e de associações de catadores.

A segunda etapa contempla a definição de metas para o Plano de Logística Reversa. Faz parte do objetivo do Sinduscon PR ampliar a iniciativa para outros estados. Esta ação integra a pauta da CBIC, que considera fundamental uma ampla discussão para superar as dificuldades de implementação do processo de logística reversa - entre elas, o baixo envolvimento dos fabricantes, a falta de áreas de destinação e reciclagem e a não estruturação dos planos de resíduos de construção civil por parte dos municípios.



## Desafios

No conjunto das iniciativas necessárias ao avanço da construção sustentável, a gestão dos resíduos é, provavelmente, a que mais rapidamente pode oferecer resultados significativos. Mas há desafios a vencer, internos, do setor da construção, e externos, na sua relação com as administrações públicas e com os fornecedores da cadeia produtiva.

Entre os desafios internos do setor podemos elencar:

- elaboração de projetos e escolha de sistemas construtivos industrializados e racionalizados para a redução da geração de resíduos;
- utilização de materiais que causem menor impacto ambiental ao longo de seu ciclo de vida, considerando requisitos como durabilidade, manutenção, viabilidade de reuso e reciclagem, facilidade na destinação final;
- implantação de um gerenciamento de resíduos eficaz nos canteiros de obras;
- capacitação das empresas e profissionais envolvidos com a execução das obras, incluindo empresas terceirizadas.

São quatro os principais desafios no tocante à administração pública:

implementação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e do Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção contemplando a definição de pequenos e grandes geradores e as ações estruturantes no município;

- implantação de soluções voltadas para o pequeno gerador;
- operação de sistemas informatizados de gestão de resíduos que permitam maior agilidade e controle, e desburocratização nos processos;
- fiscalização eficaz.

No tocante aos fornecedores, o desafio está centrado em:

- legalidade das empresas de transporte e destinação;
- buscar soluções conjuntas para o exercício da logística reversa;
- transparência na divulgação de informações sobre as características ambientais do produto, principalmente as relacionadas à destinação de resíduos.

## Visão de futuro

As experiências positivas do setor em iniciativas voltadas para a construção sustentável demonstram diversas oportunidades para as empresas. Entre elas:

- desenvolvimento tecnológico e gestão;
- competitividade;
- melhoria de imagem;
- melhoria do relacionamento com clientes e fornecedores;
- melhoria do desempenho ambiental dos empreendimentos;
- promoção de geração de empregos sustentáveis;
- redução de custos;
- geração de novos negócios.



Todas essas oportunidades se aplicam perfeitamente quando tratamos da gestão de resíduos da construção civil.

Percebemos que as empresas quando conscientes dessas oportunidades incorporam ações relacionadas à gestão de resíduos. A adesão tem sido progressiva e reflete o trabalho de conscientização que tem sido feito no setor. Sendo assim, não enxergamos grandes dificuldades no tocante à gestão de resíduos nos canteiros de obras.

No entanto, o esforço do setor privado só obtém sucesso se os esforços da gestão municipal e estadual caminharem na mesma velocidade e de forma integrada. Sem a adesão da administração pública torna-se inviável a solução dos resíduos nas cidades e nos estados. E este é o maior ponto preocupante do setor.

Outra fragilidade é a baixa adesão dos fornecedores de produtos e sistemas construtivos para soluções do pós-consumo. Ressaltando que essas soluções devem estar voltadas aos grandes e pequenos geradores.

## Agenda positiva – Melhoria na gestão de resíduos da construção civil nas empresas e no pós-consumo

Como propostas do setor para a efetiva implantação da gestão de resíduos da construção civil, reafirmamos as já definidas no Programa Construção Sustentável CBIC:

- promoção de parcerias público-privadas para implementação das áreas de manejo de resíduos;
- participação da cadeia produtiva na elaboração de leis estaduais e municipais no âmbito da Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- mapeamento de dificuldades e entraves ao processo de licenciamento para áreas de transbordo e triagem, atividades de reciclagem e instalação de aterros;
- implementação de sistema on-line de gestão de resíduos pela administração pública;
- estabelecimento da exigência da logística reversa prevista para os acordos setoriais.

Não temos dúvida de que tais propostas são perfeitamente viáveis. Com sua execução, a indústria da construção ampliará enormemente sua contribuição decisiva no desenvolvimento sustentável do país.

---

### CRÉDITOS

#### CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

José Carlos Martins

**Presidente – CBIC**

Nilson Sarti

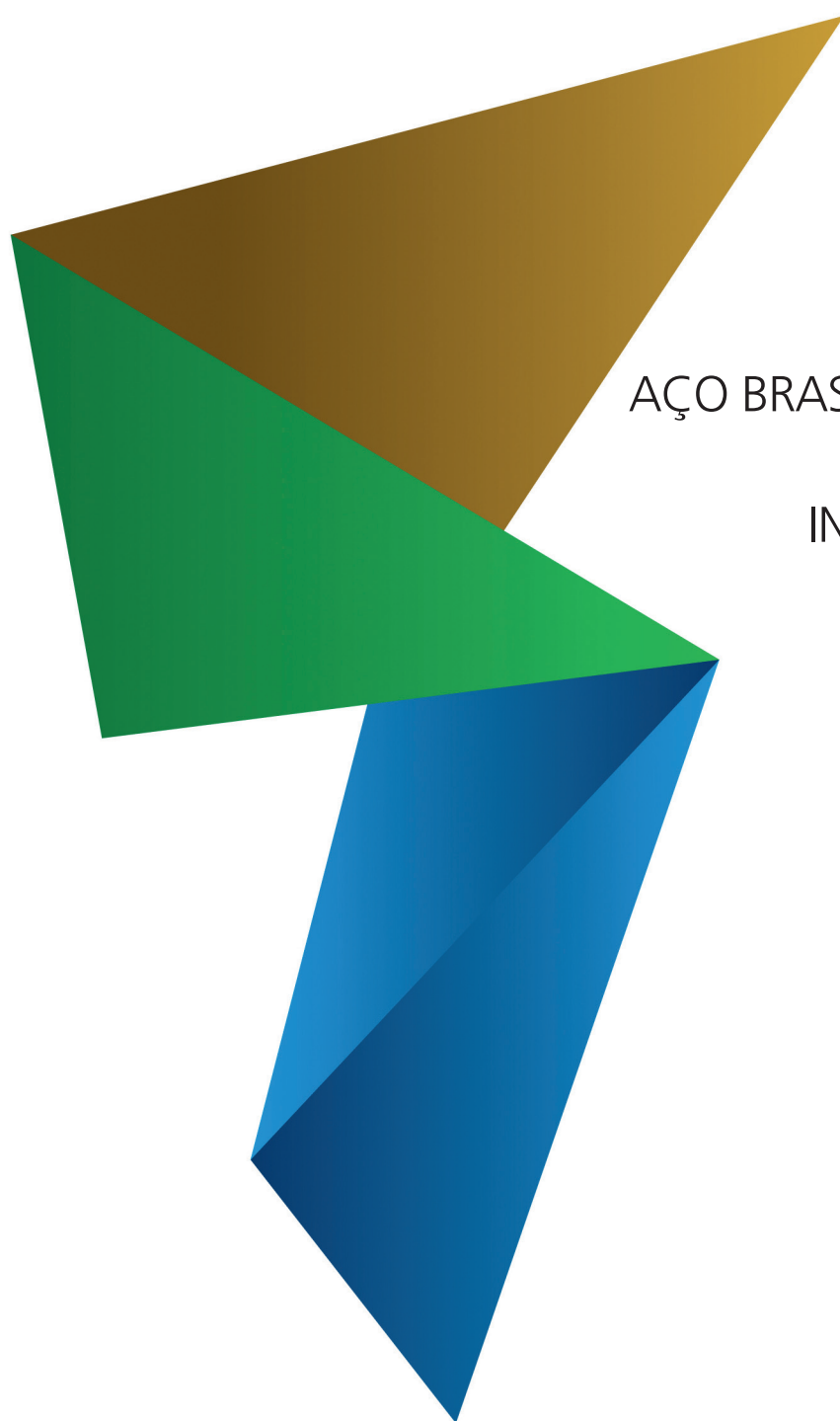
**Presidente da Comissão de Meio Ambiente - CBIC**

Texto elaborado por:

Lilian Sarrouf

**Consultora CBIC**





AÇO BRASIL - COPRODUTOS  
E RESÍDUOS DA  
INDÚSTRIA DO AÇO







A indústria do aço está associada à história do desenvolvimento brasileiro. Das usinas siderúrgicas instaladas no país saiu o aço de nossas hidrelétricas, plataformas de petróleo, navios, torres de transmissão. O aço está nas máquinas e equipamentos que impulsionam todos os segmentos industriais e do agrobusiness. É usado nos meios de transporte, na construção de edifícios, pontes e viadutos. O aço está presente em todos os momentos do nosso dia-a-dia.

A imprescindibilidade do aço para o desenvolvimento do país resultou na instalação no país de um parque produtor de 34,2 milhões de toneladas/ano. A indústria brasileira do aço ocupa o 9º lugar no ranking de produção mundial, sendo responsável por aproximadamente 52% da produção de aço na América Latina.

O setor está presente em 10 estados, com 11 grupos empresariais operando 29 usinas, promovendo o desenvolvimento, emprego e renda nas comunidades onde atuam.

Figura 1 – Localização das empresas produtoras de aço no país.





Atualmente, o setor emprega mais de 100 mil colaboradores, entre efetivos e terceirizados, e estimula cerca de 2,4 milhões de empregos indiretos e induzidos, considerando o estudo da Fundação Getúlio Vargas “Importância Estratégica do Aço na Economia Brasileira”, de 2010. O trabalho concluiu que cada emprego na indústria do aço gera outros 23,57 empregos nos demais setores da economia.

## O processo de fabricação

A produção de aço é realizada por meio de duas rotas tecnológicas: integradas e semi-integradas.

As usinas integradas são aquelas que produzem aço a partir do minério de ferro e carvão (mineral ou vegetal). Possuem todas as etapas do processo de produção do aço, ou seja, redução, refino e laminação.

O minério e o carvão são previamente preparados para melhoria do rendimento e economia do processo. O minério é transformado em pelotas ou sinter e o carvão é destilado, obtendo-se o coque.

No processo de obtenção do coque são gerados os coprodutos carboquímicos utilizados principalmente nas indústrias químicas para produção de tintas, solventes e plásticos. O gás de coqueria gerado é utilizado no reaquecimento de placas, como combustível em outras unidades produtivas e na geração de energia elétrica, assim como os pós e lamas que, em sua maioria, retornam ao processo produtivo.

O coque exerce duplo papel na fabricação do aço. Por ser combustível, permite atingir altas temperaturas, de aproximadamente 1.500° Celsius, necessárias à fusão do minério de ferro. Como agente redutor, associa-se ao oxigênio que se desprende com a alta temperatura, deixando livre o ferro ( $\text{FeO}_2 + \text{C} = \text{Fe} + \text{CO}_2$ ).

O processo de redução do óxido de ferro dá origem ao ferro-gusa. A fração não metálica, denominada escória, também é vazada do alto forno. Escórias e outros coprodutos desta etapa, como o gás de alto forno e pós e lamas são utilizados internamente ou destinados a outros setores, como a produção de cimento.

A fase seguinte é o refino do aço, que ocorre nas aciarias a oxigênio, onde são adicionados outros elementos ao ferro-gusa. Nesta fase é gerado o gás de aciaria, pós e lamas e a escória de aciaria que, após beneficiamento, é transformada nos produtos AçoBrita® ou AçoFert®.

A AçoBrita® tem sido utilizada, principalmente, na construção civil em sub-base, base e camadas asfálticas de pavimentos rodoviários, estradas vicinais, lastros ferroviários e contenção de encostas. Já a AçoFert® é utilizada como corretivo e fertilizante de solos.

Em seguida, vem a laminação, etapa em que o aço passa por grandes máquinas, sendo deformado e transformado em diversos materiais, como chapas de diferentes formatos e espessuras.

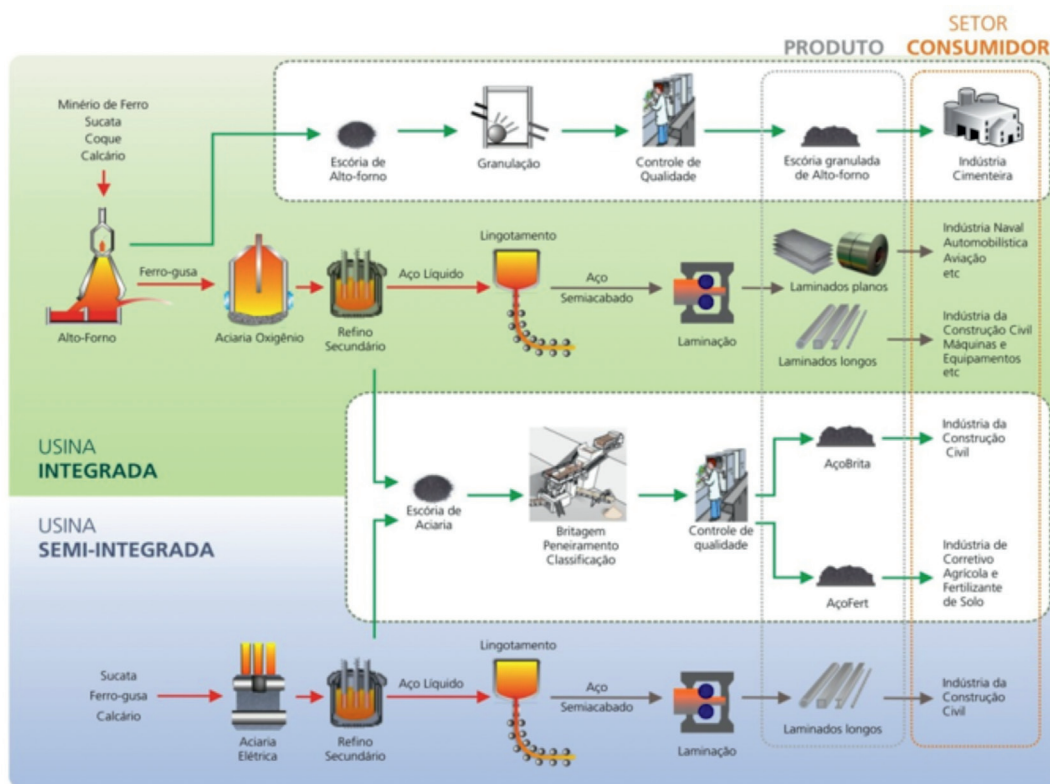
É importante ressaltar que o Brasil se diferencia dos demais países por utilizar, em parte de sua produção de aço, carvão vegetal como agente redutor. O carvão vegetal é oriundo de madeira proveniente de florestas plantadas com esta finalidade. Desta forma, compensa as emissões de CO<sub>2</sub> geradas no processo industrial, através do processo de fotossíntese das florestas.

Já na rota semi-integrada, a produção de aço é feita basicamente em duas etapas principais: aciaria elétrica e laminação. O aço é produzido, predominantemente, a partir da fusão de sucata metálica em fornos elétricos a arco e, por fim, laminado, dando forma ao produto final.

A Figura 2 apresenta as etapas de produção do aço em usinas integradas e semi-integradas.



Figura 2 – Representação esquemática das etapas de produção do aço em usinas integradas e semi-integradas.



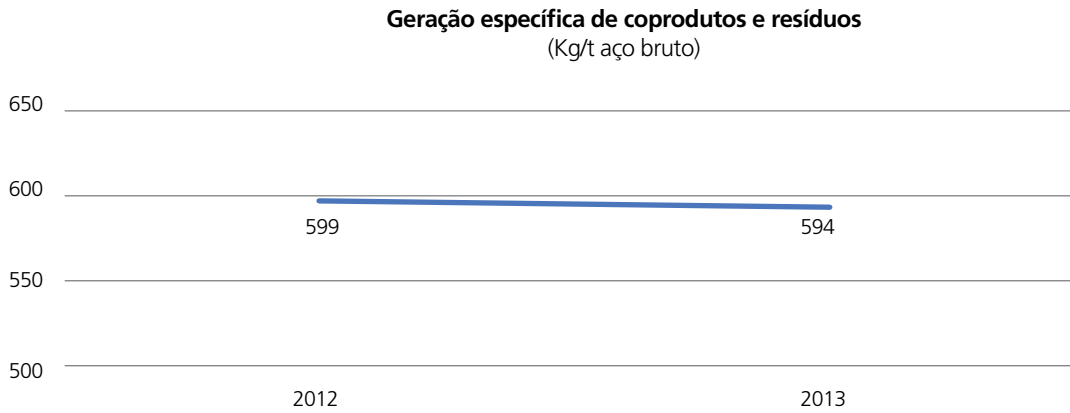
## Resíduos e aplicação dos coprodutos

Os coprodutos são materiais que, juntamente com o aço, resultam do processo siderúrgico e para os quais foram desenvolvidas tecnologias que permitem sua utilização, de forma ambientalmente adequada, como matéria-prima ou fonte de energia na própria atividade geradora ou por outras indústrias. Já os resíduos são os materiais resultantes do processo de produção do aço para os quais ainda não se desenvolveu aplicação técnica e/ou economicamente viável e, portanto, ainda são destinados a aterros.

A geração de coprodutos e resíduos tem se mantido estável durante os últimos anos. Em 2013, as empresas associadas ao Instituto Aço Brasil geraram 17,7 milhões de toneladas de coprodutos e resíduos. Este total equivale a uma geração específica de 594kg de coprodutos e resíduos para cada tonelada de aço produzido, como apresentado na figura 3.

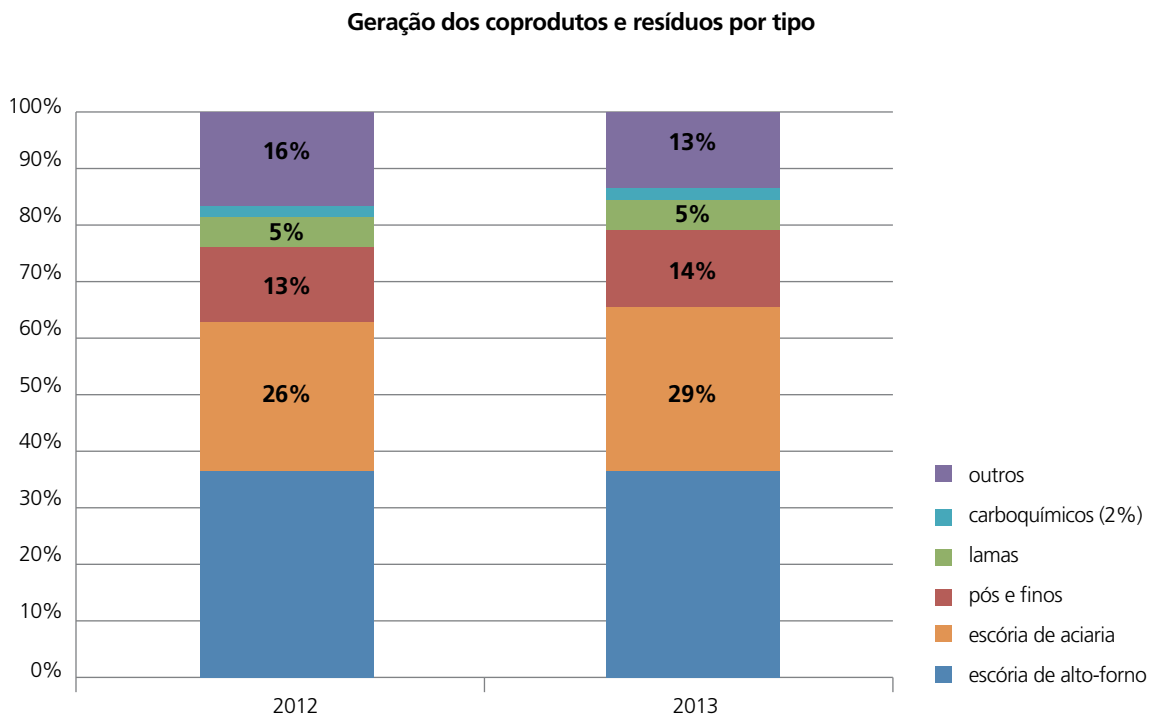


**Figura 3 – Geração específica de coprodutos e resíduos do aço.**



A figura 4 apresenta a geração de coprodutos e resíduos por tipo. Em 2013, os principais coprodutos gerados pela indústria do aço foram as escórias de alto-forno (37%), escória de aciaria (29%), seguidos de finos e pós (14%), lamas, (5%), carboquímicos (2%) e outros (13%).

**Figura 4 – Geração específica de coprodutos e resíduos do aço.**



A escória de alto forno é oriunda do processo de produção do ferro gusa nos altos-fornos. Já a escória de aciaria provém do processo de refino do aço.

Os finos, pós e lamas são gerados no manuseio de matérias-primas e nos sistemas de limpeza de gases e de estações de tratamento de efluentes das unidades industriais.



Os coprodutos carboquímicos são produzidos através do tratamento dos gases gerados na coqueria e da destilação do alcatrão. Desse processo resultam produtos como amônia anidra, benzeno, tolueno e xileno industrial, piche, óleo antracênico e naftaleno.

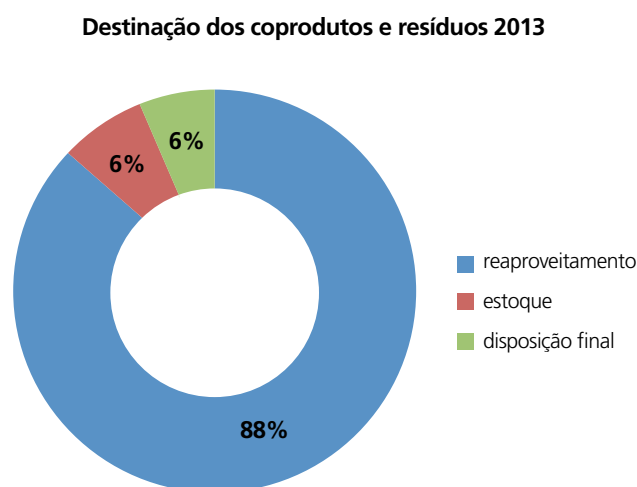
Os demais coprodutos e resíduos gerados (13%) pela indústria do aço são refratários em final de vida útil, carepas e borras decorrentes da etapa de laminação, forjamento, tratamento térmico, entre outros.

## Destinação e aplicação dos coprodutos

O uso de coprodutos contribui para a sustentabilidade da indústria do aço, evitando a disposição de resíduos em aterros, reduzindo a emissão de CO<sub>2</sub> e substituindo o consumo de recursos naturais não renováveis.

A figura 5 apresenta a destinação dos coprodutos e resíduos. Em 2013, 88% dos materiais gerados foram reaproveitados caracterizando-se como coprodutos, 6% destinados ao estoque e os outros 6% enviados à disposição final em aterros.

Figura 5 – Destinação dos coprodutos e resíduos.



### Escórias de Alto Forno

Atualmente, 100% das escórias de alto forno geradas são destinadas à indústria cimenteira. Esta aplicação ocorre desde 1991 e o percentual de cimentos que levam em sua composição a escória de alto-forno cresce a cada ano. Além das características especiais e o uso para toda e qualquer obra, são cimentos que propiciam benefícios ambientais, já que substituem o clínquer e, conseqüentemente, reduzem a emissão de CO<sub>2</sub> e o consumo de recursos naturais não renováveis (jazidas de calcário) na produção de cimento.

### Escórias de Aciaria

As escórias de aciaria, após resfriamento, passam pela etapa de beneficiamento. Em 2013, estes coprodutos foram aplicados, principalmente, em sub-bases, bases e capas asfálticas de pavimentos rodoviários (62%), nivelamento de terrenos (20%), corretivos e fertilizantes de solos (8%), produção de cimento (5%), lastros ferroviários (1%) e outros, como estradas vicinais, gabiões e rip-raps (5%).



Tanta tem sido a confiança do setor na ampla utilização desses materiais que se registraram as marcas AçoBrita® e AçoFert® no INPI, para designar esses coprodutos em suas aplicações, respectivamente, na construção civil e na agricultura.

O uso da AçoBrita apresenta uma série de vantagens em relação aos agregados naturais:

- reduz o consumo de recursos naturais não renováveis, já que substitui materiais provenientes do desmonte de morros e da mineração de rochas, areia e outros materiais primários;
- possui excelente Índice de Suporte California - CBR (120% - 200%), contra 85% - 100% da brita – representando maior durabilidade ante uma mesma intensidade de carga e espessura;
- Módulo Resiliente elevado de 400 Mpa comparado ao da brita, de 240 Mpa – possibilitando a redução da espessura da base e da camada de rolamento, reduzindo o custo da obra;
- menor custo comparado a qualquer outro material pétreo;
- compactação de campo obtida com menor custo, devido ao número de passadas do rolo compactador ser inferior ao de outros materiais;
- melhor desempenho do pavimento.

### Finos, pós, lamas e gases de processo

Em sua maioria, os finos, pós e lamas gerados durante o processo de fabricação de aço retornam ao processo produtivo, assim como os gases gerados na coqueria, alto-forno e aciaria são utilizados internamente para produção de energia elétrica, reaquecimento de placas, entre outros fins, evitando o consumo de insumos sucedâneos, como óleo combustível e gás natural.

A figura 6 apresenta o alto índice de reaproveitamento dos gases gerados durante o processo de produção do aço. Vale ressaltar que, em 2013, o setor gerou 48% de toda energia elétrica que consumiu.

Figura 6 – Reaproveitamento de gases da fabricação do aço

Reaproveitamento de gases	2011	2012	2013
Gás de Coqueria			
Reutilizados	99%	99%	99%
Queimados no Flare	1%	1%	1%
Gás de Alto-forno			
Reutilizados	92%	92%	90%
Queimados no Flare	8%	8%	10%
Gás de Aciaria			
Reutilizados	61%	73%	71%
Queimados no Flare	39%	27%	29%

### Coprodutos carboquímicos

Os coprodutos carboquímicos são vendidos a empresas produtoras de tintas e solventes, fertilizante, plástico, refrigeração, ferro-ligas, alumínio.



## Algumas experiências

### **De fonte de despesa a fonte de receita**

Para dar destinação adequada a cerca de 3.200 toneladas anuais de carepa de aço, gerada pela oxidação do aço durante os processos de tratamento térmico, forjamento e laminação, era preciso viajar 400 quilômetros para se chegar ao local onde esse resíduo era aproveitado para coprocessamento em uma indústria cimenteira.

A partir de 2012, no entanto, o que era preocupação virou solução e o que era custo transformou-se em receita. A carepa de aço passou a ser reutilizada para enchimento enclausurado de contrapesos de alta densidade. Esse tipo de material é destinado, por exemplo, às máquinas de terraplenagem e construção pesada, e ainda aos rebocadores de portos.

Além de vantagens econômicas, entre os bons resultados da mudança na gestão desse resíduo também se destaca a redução dos impactos ambientais. O atual local de destinação da carepa de aço fica a 46 quilômetros da usina onde o material é gerado, o que resulta no menor consumo de combustível e, conseqüentemente, na queda das emissões de gases de efeito estufa, entre outros benefícios, pelos veículos transportadores. Além disso, esse tipo de material substitui parte do concreto antes consumido como enchimento de contrapesos, resultando em economia de diversos recursos naturais.

### **Agregando valor ao coproduto**

É compromisso do setor reutilizar e/ou reciclar os coprodutos gerados em suas operações. Para alcançar esse objetivo, houve investimentos em pesquisas em parceria com universidades e instituições de pesquisa. O objetivo é buscar novas alternativas de aplicações para agregar valor aos coprodutos e desenvolver novos mercados.

Exemplo dessa iniciativa é a reutilização, como nutriente agrícola, da lama produzida após a lavagem do gás de alto-forno. Como esse material contém altos teores de carbono, apresenta um conteúdo de matéria orgânica compostável e contribui para a reposição de nutrientes e o condicionamento do solo em áreas de silvicultura.

## Desafios do setor

Internamente, o principal desafio da indústria do aço foi o de ultrapassar o “pré-conceito” do termo resíduo associado a material indesejável e de custo elevado de disposição para o de um material ao qual se pode agregar valor econômico, ambiental e social. Nesse sentido, o setor evoluiu significativamente, com o apoio e a parceria de outras instituições do setor privado, nacionais e internacionais, e da academia.

Externamente, os principais desafios têm sido o de superar os obstáculos da legislação ambiental, que, ao invés de incentivar a reciclagem e a utilização de resíduos e coprodutos, cria restrições que desestimulam o aproveitamento desses materiais.

## De olho no futuro

O setor produtor de aço vem, a cada ano, ampliando estudos técnicos e a presença em foros específicos para que o aço e os coprodutos cresçam suas participações nas economias brasileira e global, com soluções inovadoras.

Por isso, o Instituto Aço Brasil, com o apoio das suas associadas e de colaboradores externos, como as universidades, criou em 2011 o Centro de Coprodutos Aço Brasil (CCABrasil). O CCABrasil tem o objetivo de incentivar o desenvolvimento e agregar valor aos coprodutos da indústria do aço, desenvolvendo, promovendo e ampliando a sua aplicação de forma ambientalmente sustentável, socialmente responsável e economicamente viável.

O CCABrasil vem executando várias ações:

- criação de mecanismos de integração e cooperação com instituições públicas e privadas, nacionais e internacionais;
- realização de pesquisas e de alternativas de aplicação para os coprodutos, divulgando as vantagens técnicas e ambientais do agregado siderúrgico;
- atuação na normalização das aplicações consolidadas dos coprodutos;
- consolidação do uso do agregado siderúrgico na construção civil;
- promoção e disseminação do uso do agregado siderúrgico como substituto dos recursos naturais não renováveis.

## Agenda positiva

A agenda positiva da indústria do aço no Brasil contribui significativamente mais para a preservação dos recursos não renováveis, redução das emissões de gás de efeito estufa e para o desenvolvimento do país, de forma ambientalmente sustentável e socialmente responsável. Dessa forma, dá um passo importante para o desenvolvimento e consolidação das diversas possibilidades de aplicação dos coprodutos gerados pelo setor, como demonstram algumas ações:

- Na parceria com instituições internacionais, o CCABrasil faz parte do WoISS, juntamente com as associações australiana, europeia, americana e japonesa. Esta parceria é um excelente canal para troca de informações, experiências, projetos e tendências entre as principais associações no mundo que tratam do tema coprodutos da indústria do aço.
- Na parceria com instituições nacionais, o CCA Brasil estabeleceu convênio com o DNIT e a Universidade de Brasília para executar trechos experimentais com a AçoBrita®, elaborar Normas Técnicas, especificar o produto nas obras e certificar as rodovias executadas com o material, como “rodovias verdes”.
- Registrou, como mencionado, as marcas AçoBrita® e AçoFert® junto ao INPI.
- Implementou grupos de trabalho para desenvolver o mercado de coprodutos. Estes GT’s trabalham na classificação fiscal da AçoBrita®, no desenvolvimento de norma ABNT para lastro ferroviário e pavimentação, na elaboração de procedimento padrão para o uso dos nossos materiais, entre outras atividades.
- Na normatização, foi criada a Comissão de Estudos Coprodutos do Aço no âmbito do Comitê Brasileiro de Siderurgia - CB28, da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.





- Importante para troca de experiências, o CCABrasil é presença constante em seminários, congressos e eventos nacionais e internacionais, como o Constructionexpo, Brazil RoadExpo, Global Slag Conference e The NSA Anual Meeting.

O CCA Brasil possui um site ([www.ccabrazil.org.br](http://www.ccabrazil.org.br)) no qual todos poderão acompanhar o trabalho que o setor vem desenvolvendo nesta área. Além das versões em português e inglês, foi recentemente lançada a versão do o site em espanhol.



## CRÉDITOS

### INSTITUTO AÇO BRASIL

Marco Polo Lopes  
Presidente executivo do Instituto Aço Brasil

Maria Cristina Yuan  
Diretora de Assuntos Institucionais

Cassius Cerqueira  
Gerente de Suprimentos e Coprodutos

Alexandre Costa  
Assessor Técnico





IBP - OPORTUNIDADES  
E DESAFIOS DA GESTÃO  
DE RESÍDUOS PARA  
O DESENVOLVIMENTO  
DO BRASIL:  
CONTRIBUIÇÃO  
DO SETOR DE  
PETRÓLEO, GÁS E  
BIOCOMBUSTÍVEIS





## Apresentação setorial

O Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis ( IBP) participa desta iniciativa da CNI pelo terceiro ano consecutivo para mostrar, nesta edição, os avanços da sustentabilidade na gestão dos resíduos sólidos nas atividades de exploração e produção.

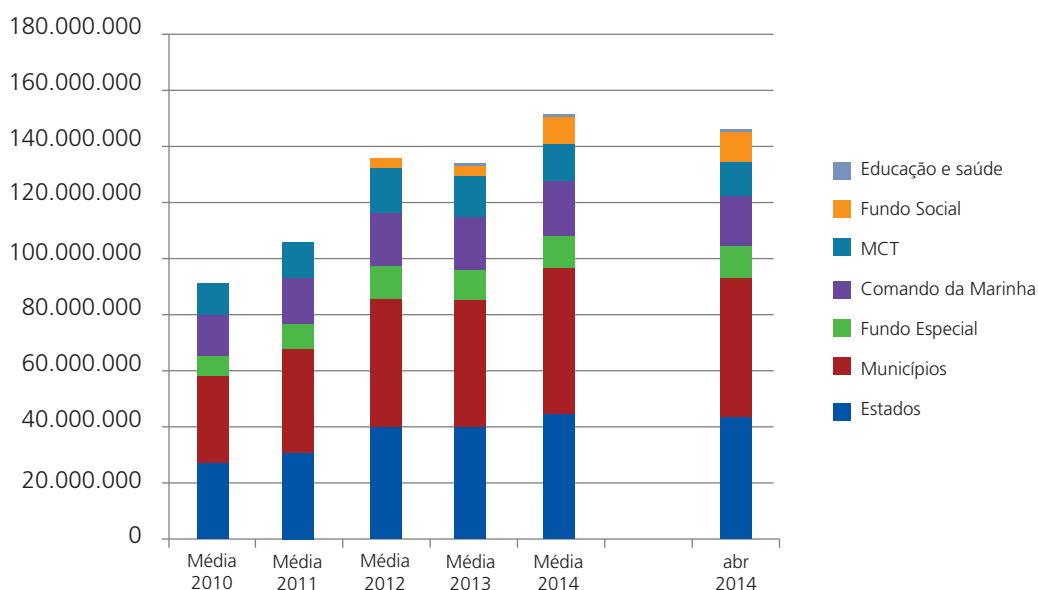
Com a missão de promover o desenvolvimento do setor nacional de petróleo, gás e biocombustíveis, visando uma indústria competitiva, sustentável, ética e socialmente responsável, o IBP tem hoje cerca de 230 empresas associadas. O Instituto passa atualmente por transformações importantes em sua estrutura organizacional, com o objetivo de modernizar e assegurar a adequação de seus serviços, produtos e atividades ao crescimento do setor no Brasil.

## Mudanças

A abertura do setor petrolífero brasileiro, em 1997, modificou de forma significativa a dinâmica das atividades de exploração e produção (E&P) de petróleo e gás no país.

Em 2007, foram anunciadas as descobertas na camada do pré-sal, aumentando significativamente as reservas brasileiras para patamares da ordem de 50 bilhões de boe<sup>1</sup>. Como consequência, a produção de petróleo deve ultrapassar o dobro da atual, em 2020 (para cerca de 5 milhões de barris/dia), com a atração de investimentos e a geração de oportunidades de desenvolvimento e crescimento econômico, além do pagamento de tributos, como royalties e participação especial.

Figura 1 - Distribuição Governamental de Royalties (em reais)

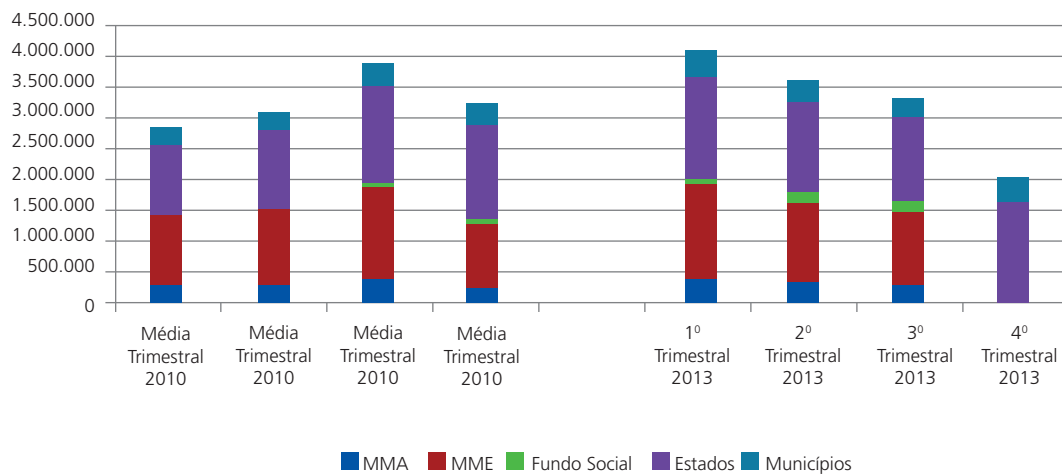


Fonte: Monitor IBP, 2014.

1 Boe – Barril de óleo equivalente



Figura 2 - Distribuição Governamental das Participações Especiais (em reais)



Fonte: Monitor IBP, 2014.

O crescimento da demanda por energia e a expectativa de que a indústria petrolífera seja capaz de suprir parte dela fazem com que as empresas de óleo e gás (O&G) se deparem com o desafio de descobrir novas reservas, a fim de garantir ao país e à sociedade brasileira o seu desenvolvimento de forma segura, sustentável e ambientalmente correta.

Além dos incentivos legais visando ao desenvolvimento sustentável, as empresas de óleo e gás vêm identificando grandes oportunidades de encontrar benefícios econômicos, sociais e financeiros com a inclusão do gerenciamento de resíduos sólidos como uma das prioridades de suas operações e decisões.

Sabe-se que a poluição advinda da geração de resíduos a bordo de plataformas e embarcações de apoio das atividades de exploração e produção, deve ser minimizada ao máximo. O armazenamento e condicionamento dos resíduos, bem como sua destinação final, devem ser gerenciados de forma eficaz, com objetivo de proteger a saúde e o meio ambiente, fatores essenciais para que empresas de óleo e gás preservem suas responsabilidades legal e financeira.

O elevado consumo mundial de derivados de petróleo, combinado com o potencial petrolífero offshore no Brasil, traz um prognóstico de considerável aumento na prospecção de petróleo e gás na costa brasileira e, por consequência, uma ampliação significativa também na geração de resíduos sólidos ao longo de todo o litoral e em regiões até então sem histórico deste tipo de atividade. Equacionar estes dois fatores é um grande desafio para o setor, neste momento, e se torna complexo face ao aumento do número de regulamentos e legislações que surgem, a todo momento, em nível federal, estadual e até municipal, impulsionadas pela crescente e saudável preocupação da sociedade com a preservação ambiental.

Nesse sentido, o IBP elaborou recentemente o Manual de Gerenciamento de Resíduos em Bases Portuárias para Atividades de E&P de Petróleo e Gás Natural, que estabelece premissas para o gerenciamento de resíduos por Bases Portuárias que prestem serviço de apoio às atividades de exploração e produção offshore de petróleo e gás natural. A disseminação dos conceitos e práticas descritas neste Manual será feita em todas as regiões do país, por meio de uma estratégia de capacitação de agentes públicos e privados.



## Marco regulatório

No Brasil, as atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural estão legalmente condicionadas ao licenciamento ambiental, processo administrativo pelo qual “o *órgão ambiental competente licencia (...) empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras (...)*”, conforme definido pela Resolução CONAMA 237/1997.

Instituído como um instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente – PNMA (Lei Federal Nº 6.938/1981), o licenciamento ambiental<sup>2</sup> tem como principal objetivo a conciliação do desenvolvimento econômico com o uso dos recursos naturais, de modo a assegurar a sustentabilidade dos ecossistemas em suas variabilidades físicas, bióticas, socioculturais e econômicas. Para tanto, baseia-se na análise dos estudos ambientais, submetidos pelo empreendedor como ferramenta de auxílio ao licenciador no processo de tomada de decisão.

Conforme determinam as diretrizes legais para sua elaboração, esses estudos devem apresentar, entre outras informações, uma proposta de medidas mitigadoras para os impactos negativos identificados. A implementação de tais medidas e a evolução dos parâmetros ligados, direta ou indiretamente, a elas devem ser monitorados através da implantação de Projetos e Programas Ambientais.

O IBAMA, a fim de garantir o cumprimento da legislação e a manutenção da qualidade ambiental, exerce um rigoroso controle, exigindo das empresas de óleo e gás a elaboração de um Projeto de Controle de Poluição (PCP) como parte do processo de licenciamento ambiental federal para análise ambiental e, conseqüentemente, para o gerenciamento eficiente destes resíduos, efluentes e emissões.

O PCP é consubstanciado pelas diretrizes da Coordenação Geral de Petróleo e Gás (CGPEG), da Diretoria de Licenciamento Ambiental (DILIC), do IBAMA, através da Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA número 01/2011, intitulada “*Diretrizes para apresentação, implementação e para elaboração de relatórios, nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás*”.

A Nota Técnica descreve as premissas para o estabelecimento do PCP (contêm os objetivos fundamentais, resultados esperados, metas, indicadores etc.); bem como diretrizes para sua implementação (contêm detalhadamente as principais ações a serem tomadas em relação a emissões atmosféricas, resíduos sólidos e efluentes líquidos); as diretrizes para apresentação das metas do PCP e para elaboração de relatórios (contêm os principais procedimentos a serem realizados para as atividades de pesquisa sísmica, perfuração e produção e escoamento, assim como os modelos necessários a cada uma).

Traz, por fim, um item sobre vistoria e acompanhamento, que trata dos procedimentos a serem realizados após o PCP, tanto pela CGPEG quanto pelo setor. Isto é, no PCP, a empresa de óleo e gás apresenta o detalhamento das etapas do gerenciamento de resíduos que inclui o controle desde sua geração, passando pelas fases de segregação, armazenamento temporário, transporte, tratamento e disposição final, que é realizada em terra através de tecnologias específicas para cada tipo de resíduo.

Sob o ponto de vista de vistorias técnicas, o tema está presente também na Nota Técnica nº 08/12 CGPEG/DILIC/IBAMA (Manual de Procedimentos para Vistorias de Embarcações de Emergência e de Pesquisa Sísmica, e de Plataformas de Perfuração e Produção). Neste Manual está claro que o PCP deve estar implementado para que a vistoria seja realizada, além de descrever alguns itens relacionados à coleta de resíduos e equipamentos.

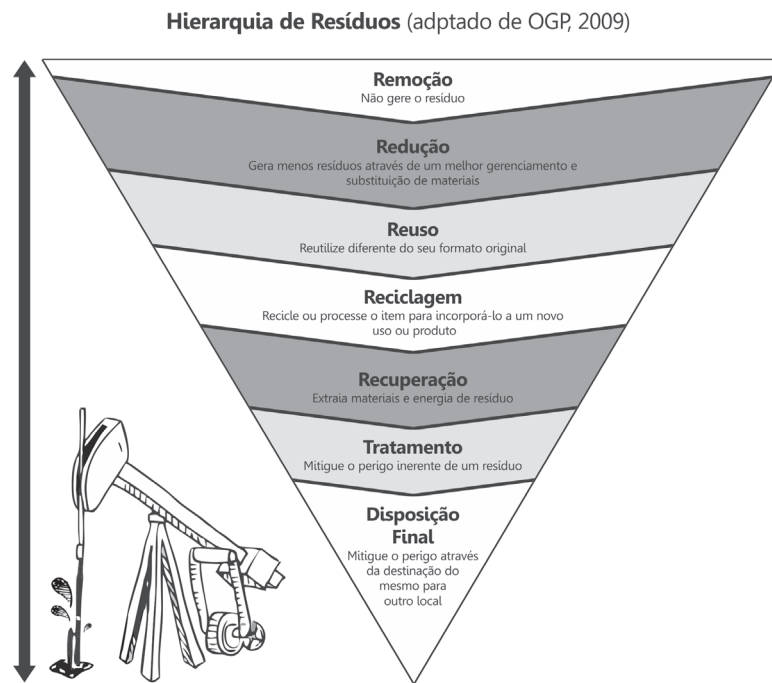
<sup>2</sup> As principais diretrizes para a execução do licenciamento ambiental das atividades de E&P estão descritas na Lei Federal Nº 6.938/1981 e na Lei Complementar Nº 140/2011; nas Resoluções CONAMA Nº 001/1986, Nº 237/1997 e Nº 350/2004; e Portaria MMA Nº 422/2011.



## Desafios do setor

A boa prática de gerenciamento de resíduos se inicia na prevenção da poluição. À semelhança dos diversos processos de gestão ambiental, a prevenção da poluição é obtida seguindo as quatro práticas de boa conduta (e.g., redução na fonte, reuso/reciclagem, tratamento e disposição adequada) e observando a hierarquia ilustrada na Figura 3 e o passo a passo a ser seguido na Figura 4.

Figura 3 – Hierarquia dos resíduos.

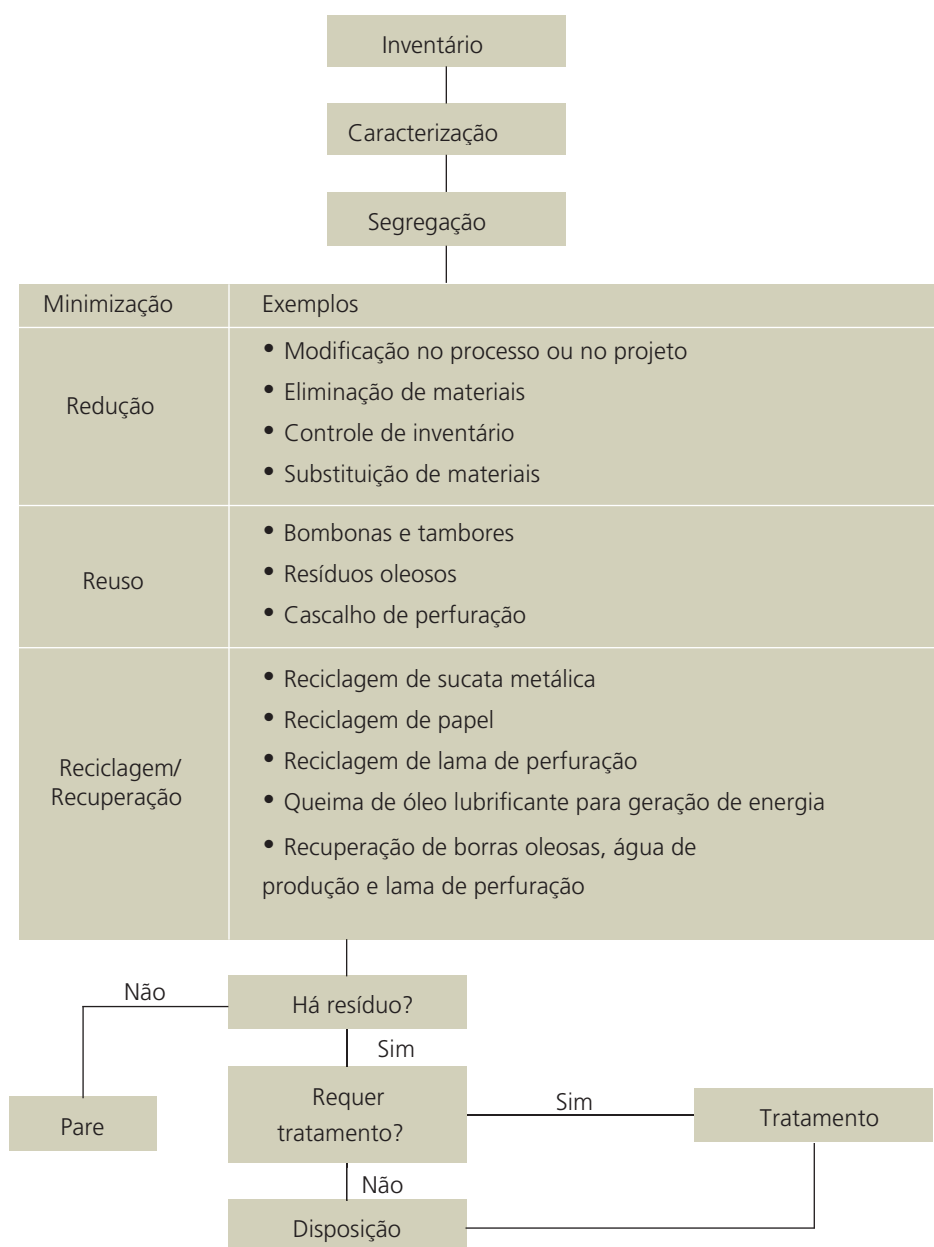


Fonte: Araruna, 2013.





Figura 4 – Passo a passo no gerenciamento de resíduos.



Fonte: Araruna, 2013.

Neste cenário, a Base Portuária pode ficar incumbida pelo gerenciamento dos resíduos em terra, desenvolvendo boa parte das operações previstas no âmbito da cadeia de resíduos (recebimento, armazenamento temporário e encaminhamento para a destinação final)<sup>3</sup>. Para esses casos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) define, através do princípio da “Responsabilidade Compartilhada”, que a responsabilidade legal pelos resíduos, até a sua efetiva destinação final, é compartilhada por todos os agentes da cadeia, incluindo o operador do sistema de armazenamento. Sendo assim, a Base Portuária estaria submetida aos mesmos preceitos descritos pela NT 01/11, especialmente no

<sup>3</sup> Em alguns casos, a Base pode oferecer apenas a infraestrutura física necessária para o desembarque dos resíduos, ficando o gerenciamento deles a cargo do próprio agente gerador (o Operador/Concessionário), ou da pessoa/instituição por ele designada.



que diz respeito aos resultados esperados para o PCP, entre os quais destacam-se:

- A redução, por meio da destinação final adequada, da poluição que poderia ser provocada em terra; e
- A gestão de médio e longo prazos dos resíduos sólidos dos empreendimentos localizados ou recorrentes em uma mesma região.

A partir da análise dos dados gerados por esta gestão, espera-se que seja possível avaliar aspectos como a disponibilidade dos serviços de destinação final em uma dada região e a capacidade de suporte dos serviços para atender às demandas existentes, em termos de quantidade de resíduos desembarcados e destinação final adequada. Obtém-se ainda, a partir dessa análise, uma visão integrada e sinérgica das dinâmicas e reflexos socioeconômicos e ambientais no desenvolvimento de tais atividades.

As diversas técnicas para o tratamento dos resíduos sólidos objetivam reciclá-los, estabilizá-los ou então reduzir seus volumes para ampliar a vida útil do aterro. Já a disposição final do resíduo deve ser realizada em aterros. A depender do tipo de resíduo, pode ser realizada em aterros Classe II (resíduos não perigosos) ou em aterros Classe I (resíduos perigosos).

A Tabela 1 indica as opções disponíveis e usuais para a gestão de resíduos oriundos da indústria de óleo & gás.

**Tabela 1 – Opções para gestão de resíduos oriundos da indústria de óleo & gás**

	Reciclagem				Tratamento					Disposição			
	Recuperação/reutilização	Uso como combustível	Compostagem	Reintrodução	Incineração	Neutralização	Evaporação	Sistemas de águas residuais	Tratamento em meio terrestre	Solidificação/estabilização	Injeção subsuperficial	Disposição em superfície	Aterro sanitário
Ácidos/álcalis	X			X	X	X	X	X			X	X	
Carvão ativado	X	X		X	X				X				X
Asbesto/materiais refratários													X
Cinzas (Resíduo de combustão)	X		X							X			X
Eletrólito de bateria	X			X		X				X			X
Catalisadores	X			X	X	X				X	X		X
Produtos químicos – Não utilizados ou gastos e resíduos	X	X		X	X	X	X	X		X			X
Material de construção ou de demolição	X	X	X	X	X								X
Containers (vazios) – Tambores/barris	X			X	X	X							X
Resíduos sólidos/lixo/resto de comida	X	X	X		X				X				X
Tambor de lavagem	X	X			X	X	X	X			X		X
Lixo eletrônico	X			X									X



Filtros (ar/água/outros)	X	X		X	X					X			X
Cilindros de gás	X			X									X
Vidro	X			X	X								X
Glicol e anticongelante	X			X	X			X		X	X		X
Fluidos de hidroteste	X			X	X		X	X			X	X	
Materiais isolantes (não asbestiformes)					X								X
Resinas de troca iônica/peneiras moleculares	X			X	X								X
Fluidos lubrificantes e hidráulicos	X	X		X	X					X			X
Resíduos de serviços de saúde					X					X	X		X
Resíduos que contenham mercúrio (incluindo lâmpadas fluorescentes)	X			X						X			X
Resíduos de papel e embalagens	X	X	X	X	X				X				X
Resíduos de tinta e outros revestimentos	X	X		X	X		X			X			X
Bifenilas Policloradas (PCBs) e resíduos contaminados com PCBs					X								
Resíduos de plástico e borracha	X		X	X									X
Areia produzida			X		X				X	X	X		X
Materiais radioativos (não incluindo material radioativo de ocorrência natural)	X			X						X	X		X
Refrigerantes	X			X									
Sucata metálica	X												X
Lodo de tratamento de esgoto doméstico			X				X	X	X	X		X	X
Produtos químicos/solventes abandonados – Halogenados, não-halogenados, corrosivos, etc	X	X		X	X		X			X	X		X
Pneus	X	X		X	X								X
Águas residuais			X				X	X	X		X	X	

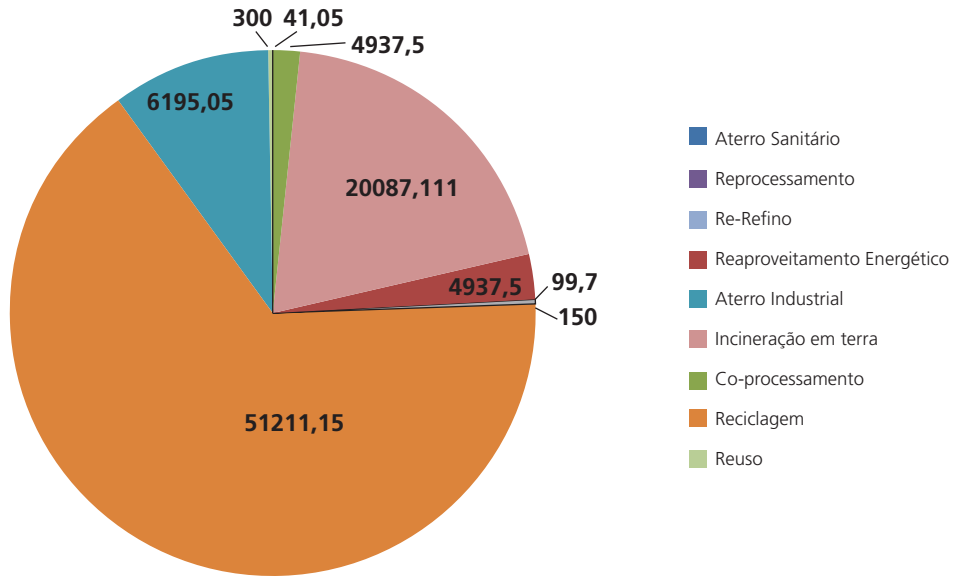
Fonte: Araruna, 2013.

De fato, dados extraídos de PCP's de diversas operadoras elencados na Figura 5 permitem aferir que as boas práticas de gerenciamento de resíduos vêm sendo adotadas no país na Exploração e Produção (E&P) *offshore* de óleo e gás. Verifica-se, com base nos dados coletados junto às operadoras referentes a 2013, que somente de 2,4 a 7,5% de todo o resíduo gerado nas operações de exploração e produção offshore de petróleo e gás são destinados a aterros sanitários ou industriais. Isto significa que o percentual de rejeito gerado fica abaixo dos 7,5% de todo o resíduo produzido.

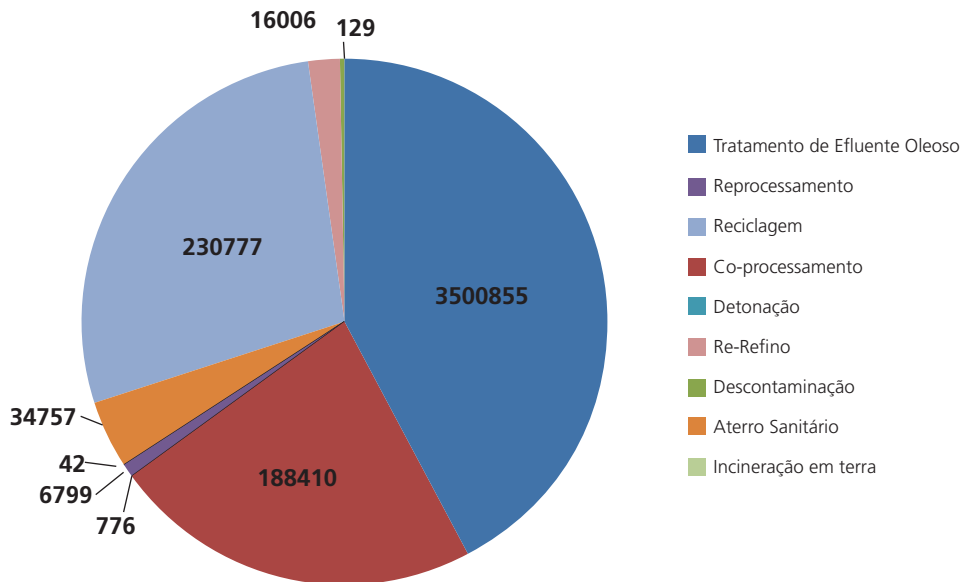


Figura 5 - Opções para gestão de resíduos oriundos de E&P offshore em 2013.

Distinção dos Resíduos BP Energy Brasil Ltda. (Kg)

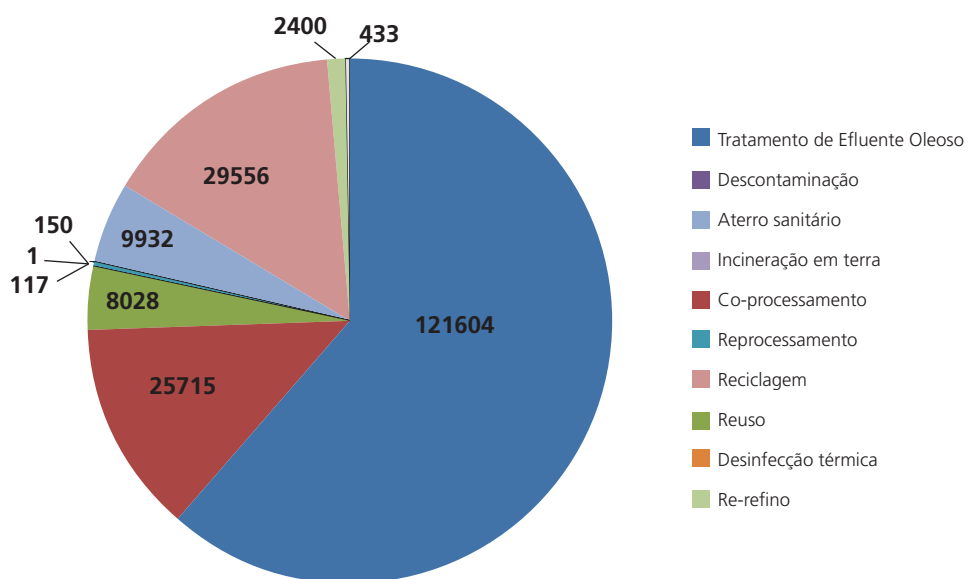


Distinção dos Resíduos Statoil Brasil Óleo e Gás (Kg)





**Distinção dos Resíduos Statoil Brasil Óleo e Gás (Kg)**



**Distinção dos Resíduos Karoon Petróleo e Gás S.A (Kg)**

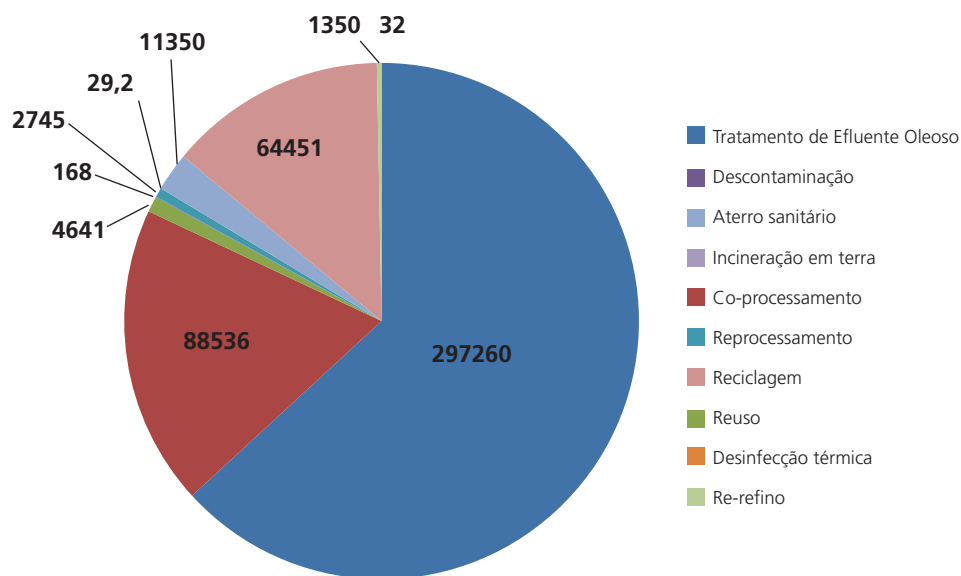
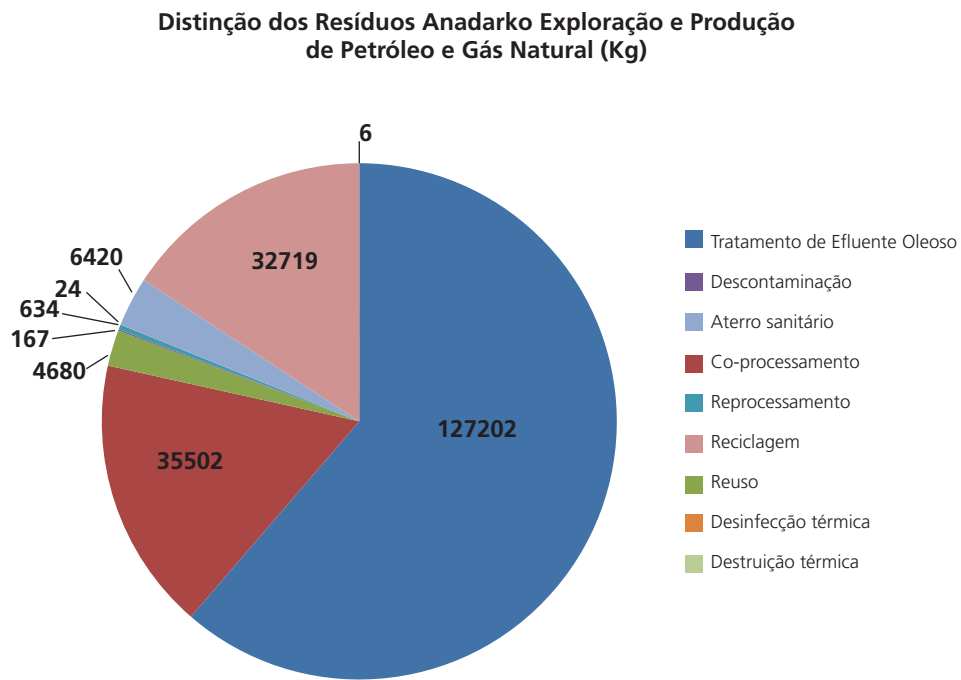




Figura 5 - Opções para gestão de resíduos oriundos de E&P offshore em 2013.



A maior parte do resíduo gerado nas operações de exploração e produção offshore de petróleo e gás consiste em efluente oleoso. Observa-se que foi tratado por grande parte das operadoras no decorrer do ano de 2013 em estações de tratamento de efluentes em terra. Verifica-se ainda que os rejeitos gerados são oriundos, em quase sua totalidade, de resíduo alimentar desembarcado que é disposto em aterros.

Com base nos dados disponibilizados pelas empresas de óleo e gás, relativos ao ano de 2013, foi possível constatar uma similaridade entre os processos de tratamento empregados para cada resíduo. A Tabela 2 apresenta o tipo de tratamento empregado para cada resíduo gerado durante as operações de exploração e produção offshore no Brasil.



Tabela 2 – Tipo de tratamento empregado pelas operadoras de E&P offshore.

<i>Tipo de Tratamento</i>	<i>Resíduo</i>
Tratamento de efluente	Resíduo oleoso
Co-processamento	Resíduos contaminados, tambor contaminado, produtos químicos
Desinfecção térmica	Resíduo infecto-contagioso
Incineração em terra	Resíduo infecto-contagioso
Reciclagem	Vidro não contaminado, plástico não contaminado, papel/papelão não contaminado, metal não contaminado, lata de alumínio, óleo de cozinha, Tetra Pak
Reprocessamento	Pilhas e baterias, resíduos eletrônicos
Reuso	Madeira não contaminada
Recondicionamento	Aerossol

## Tecnologias

A grande maioria dos resíduos gerados nas atividades de exploração e produção offshore de petróleo e gás é classificado pela NBR 10.004 como resíduo sólido. Estes resíduos, ao longo das operações ainda na unidade marítima, são segregados e posteriormente transportados pelas embarcações de apoio para a base de operação em terra.

Nos últimos anos, é crescente a resposta do poder público às dificuldades inerentes ao gerenciamento de resíduos pelo aumento do número de empresas com atividades de exploração marítima no país. Houve grande avanço dos instrumentos normativos (i.e., leis, normas, notas técnicas), seja em forma de novas publicações e/ou revisões.

As empresas que prestam serviço ao setor desenvolvem pesquisas contínuas sobre a utilização de tecnologia mais limpa para tratamento e destinação final de resíduos. Entre as tecnologias disponíveis e adequadas no mercado de serviços, o tratamento térmico por pirólise tem destaque, por minimizar o quantitativo de resíduos gerados pela atividade, mitigando seus possíveis impactos ambientais. Resultados preliminares indicam que essa tecnologia, com reaproveitamento energético, é válida, pois os líquidos pirolíticos apresentam alto teor de hidrocarbonetos (Oliveira, 2006).

Apesar de todos os gargalos existentes, o gerenciamento de resíduos sólidos se apresenta como um nicho de oportunidades para o desenvolvimento sustentável do setor de óleo e gás.

# REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR 10004: Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro: Norma brasileira, 2004. 71p.

ARARUNA, J.; BURLINI, P. Gerenciamento de Resíduos na Indústria de Petróleo e Gás: os Desafios da Exploração Marítima no Brasil. São Paulo: Elsevier Editora Ltda. 2013. 210p.

BRASIL. Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11. Rio de Janeiro: IBAMA, 2011. 34p.

BRASIL. Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 07/11. Rio de Janeiro: IBAMA, 2011. 38p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS - IBP. Manual de gerenciamento de resíduos em bases portuárias para atividades de E&P de petróleo e gás natural. No prelo.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS – IBP. Monitor IBP: Maio 2014. Ano VI – Número 5. Disponível em: <http://www.ibp.org.br/main.asp> Acesso em: 25 de jul. 2014.

OLIVEIRA, M. L. Caracterização e Pirólise dos Resíduos da Bacia de Campos: Análise dos Resíduos da P-40. 2006. 192p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2006.

---

## CRÉDITOS

### **INSTITUO BRASILEIRO DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS**

João Carlos de Luca

#### **Presidente**

João Carlos de Luca, Milton Costa Filho e Antonio Guimarães

#### **Organização**

Carlos Victal, Carlos Henrique Mendes, Felipe Dias, Francisco Ebeling e Maria Augusta Nogueira

#### **Equipe Técnica do IBP**

Mara Oliveira (SSOG), Patrícia Burlini (ExxonMobil), Cláudio Henrique Guimarães (Petrobras), Ana Paula Brandão (Statoil), Anne Guedes (QGEP), Sérgio Sahlit (Anadarko), Adriana Almeida (BP), Ricardo Canela (Karoo), José Araruna (Consultor)

#### **Colaboradores**





IBRAM- UMA VISÃO  
COMENTADA DOS  
RESÍDUOS SÓLIDOS NA  
MINERAÇÃO





A mineração é a atividade destinada a pesquisar, descobrir, extrair e transformar os recursos minerais em benefícios econômicos e sociais. O regime de aproveitamento dos recursos minerais, inclusive os do subsolo, sempre mereceu tratamento diferenciado na legislação brasileira, por sua relevância.

O setor mineral tem grande importância social e econômica para o país. Em 2013, respondeu por aproximadamente 3% do PIB industrial e por 17% das exportações. Além disso, é responsável por aproximadamente um milhão de empregos diretos, incluindo a indústria da transformação mineral.

Ressalte-se ainda que o setor mineral é base de várias cadeias produtivas. O Brasil produz cerca de 80 substâncias minerais não energéticas, destacando-se, entre outras, as produções de nióbio, minério de ferro, bauxita e manganês (Tabela 1). Embora seja um importante produtor mundial de várias substâncias, o país depende da importação de minerais essenciais à economia. Por exemplo, o Brasil é o quarto maior consumidor mundial de fertilizantes, mas importa 91% do potássio e 53% do fosfato utilizados na produção desses insumos agrícolas (IBRAM, 2012).

**Tabela 1 Posição Mundial do Brasil na Produção de Minerais**

<i>Exportador (Global Player)</i>	<i>Exportador</i>	<i>Autossuficiente</i>	<i>Importador/ Produtor</i>	<i>Dependência Externa</i>
Nióbio (1º)	Níquel	Calcário	Cobre	Carvão Metalúrgico
Minério de Ferro (2º)	Magnesita	Diamante Industrial	Diatomito	Enxofre
Manganês (2º)	Caulim	Talco	Fosfato	Potássio
Tantalita (2º)	Estanho	Titânio	Zinco	Terras Raras
Grafite (3º)	Vermiculita	Tungstênio		
Bauxita (2º)	Cromo			
Rochas Ornamentais (4º)	Ouro			

(Fonte: IBRAM 2012)

## Contextualização do setor

A indústria mineral se diferencia de outros setores produtivos não somente pelo fato das substâncias minerais serem os recursos básicos de sua cadeia produtiva, como também pela particularidade no dimensionamento da geração dos resíduos para cada tipologia mineral. E, principalmente, pela conotação diferenciada e peculiaridades distintas dos resíduos sólidos gerados nos outros segmentos.

Na mineração, as principais alterações físicas da paisagem em suas atividades situam-se nas aberturas das cavas, que necessitarão da deposição de material estéril (ou inerte ou não aproveitável), proveniente do decapeamento superficial e da deposição de rejeitos decorrentes do processo de beneficiamento.



**Figura 1 - Principais etapas da atividade minerária e a geração de resíduos.**



(Fonte: IBRAM)

Na geração de resíduos, destaca-se a existência dos resíduos sólidos de extração (estéril) e do beneficiamento (rejeitos). Estes resíduos, de modo geral, podem ser pilhas de minérios pobres, estéreis, rochas, sedimentos, solos, aparas e lamas das serrarias de mármore e granito, as polpas de decantação de efluentes, as sobras da mineração artesanal de pedras preciosas e semipreciosas, principalmente em região de garimpos, finos e ultrafinos não aproveitados no beneficiamento.

Os outros resíduos resultantes da operação das plantas de mineração são em geral, os esgotos das estações de tratamento, os pneus, as baterias utilizadas nos veículos e maquinários, além de sucatas e resíduos de óleo em geral.

**Tabela 2- Geração de Resíduos no setor de mineração (2013).**

Tipologia mineral	Produção	Resíduos	
		total (T)	reciclados/reutilizados (%)
Bauxita	4,383 Mtpa (ROM)	915,56	78,8
Fosfato	1,4 Mtpa (concentrado)	6,8 M	80
Carvão mineral	2,4 Mtpa (ROM)	58,66	58,4
Ouro	486 mil oz	3.719	56
Ferro	22,9 Mtpa (ROM)	18,1 mil	62,4
Crisotila	305,0 mil tpa	689,3	82,9
Cobre	25 mil tpa	718	80,7
Nióbio	4,4 mil tpa	1,4 mil	91

Fonte: IntheMine, 2013.



## Arcabouço legal

Os maiores avanços observados na gestão de resíduos da mineração se devem à evolução e consolidação do arcabouço legal, desde 2000, sobretudo à instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), à segurança de barragens de rejeitos; ao desenvolvimento de uma nova abordagem dos estudos e projetos de barragens; ao avanço tecnológico dos processos de beneficiamento de minério e à incorporação dos princípios de sustentabilidade como uma nova visão de valor nas empresas.

O aumento dos dispositivos legais estabelecidos a partir de 2000 implicou em mudança das práticas de gestão de barragens e de depósitos de estéril até então adotadas pelas empresas de mineração. Tal mudança ocorreu pela necessidade de se atender os requisitos e exigências nos critérios de elaboração dos projetos, de operação da recuperação e fechamento dessas estruturas, aos mecanismos de controle, licenciamentos e atuações dos órgãos fiscalizadores

### Quadro 1: Dispositivos legais a partir de 2000.

#### Âmbito federal:

- **Portaria DNPM Nº 416, de 03 de setembro de 2012:** cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração e dispõe sobre o Plano de Segurança, Revisão Periódica de Segurança e Inspeções Regulares e Especiais de Segurança das Barragens de Mineração conforme a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que dispõe sobre a Política Nacional de Segurança de Barragens.
- **Ministério do Meio Ambiente - Conselho Nacional de Recursos Hídricos - Resolução Nº143, de 10 de julho de 2012:** estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo seu volume, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.
- **Ministério do Meio Ambiente - Conselho Nacional de Recursos Hídricos - Resolução Nº144, de 10 de julho de 2012:** estabelece diretrizes para implantação da Política Nacional de Segurança de Barragens, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, em atendimento ao art. 20 da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que alterou o art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.
- **Lei Federal Nº 12.305/2010 - 02/08/2010:** institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências, que apresenta o rejeito da mineração como uma categoria de resíduo (art.13, inciso I, "k").
- **Lei Federal Nº12.334/2010 - 20/09/2010:** estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei no. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei no. 9.984, de 17 de julho de 2000.

#### Âmbito estadual:

- **Estado de Minas Gerais:** define os requisitos legais da Deliberação Normativa COPAM nº 62, de 17 de dezembro de 2002 e da Deliberação Normativa COPAM nº 87, de 17 de junho de 2005 e Deliberação Normativa COPAM no. 124, de 09 de outubro de 2008 que dispõem sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração.

#### Outros requisitos:

- **ABNT NBR 13028:2006** – Mineração -Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água;
- **ABNT NBR 13029:2006** Mineração - Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha.



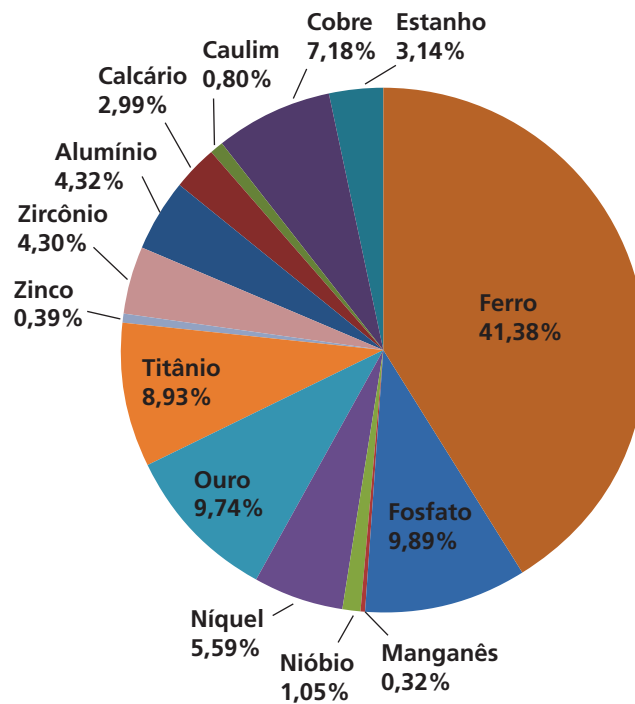
Destaque-se a sinergia hoje existente entre a Lei N<sup>o</sup> 12.305/2010, que instituiu a PNRS, com as ações previstas no Plano Nacional de Mineração 2030 e com a Lei N<sup>o</sup> 12.334/2010, que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens.

Apesar dessa sinergia entre as legislações, o setor mineral discorda da definição legal de rejeito na mineração. O rejeito pode e deve ser tratado, mas sem esgotar as possibilidades para tal, ao contrário do pressuposto para resíduos sólidos urbanos. É que o rejeito da mineração de ontem e de hoje poderá ser a mineração do amanhã.

A compatibilização do Plano Nacional de Resíduos Sólidos com o Plano Nacional de Mineração 2030 não poderá prescindir, ademais, da integração entre os órgãos de licenciamento ambiental e os órgãos gestores dos recursos minerais. O estabelecimento de cenários sobre as tipologias de atividades minerárias e a geração e destinação adequada de resíduos gerados na mineração deverá ser revisto e atualizado, de modo a garantir a sustentabilidade da mineração brasileira a médio e longo prazos.

A elaboração do cenário de produção de rejeitos para o período 2010-2030 (Figura 2), realizada em relatórios produzidos pelo Projeto de Assistência Técnica ao Setor de Energia (Projeto ESTAL), do Ministério das Minas e Energia, que subsidiaram a elaboração do Plano Nacional de Mineração 2030, destaca-se como um balizador de tendências para o tema. Tais relatórios, baseados na produção (bruta, beneficiada ou comercializada), no consumo e/ou demanda das substâncias selecionadas permitem, portanto, estimar a geração de rejeitos.

**Figura 2- Contribuição média da produção de rejeitos para cada substância no período de 2010-2030.**



(adaptado de [http://www.mme.gov.br/sgm/menu/relatorios\\_plano\\_nacional\\_mineral.html](http://www.mme.gov.br/sgm/menu/relatorios_plano_nacional_mineral.html))





## Sistemas de disposição de rejeitos

A disposição de rejeitos em reservatórios criados por diques ou barragens é o método mais comumente usado. Estas barragens ou diques podem ser de solo natural ou construídos com os próprios rejeitos, sendo classificadas, neste caso, como barragens de contenção alteadas com rejeitos e as de solo natural como barragens convencionais. Muitos rejeitos são transportados para a área de disposição com um alto teor de água (10 a 25% de sólidos).

Figura 3- Barragem de rejeitos de mineração



Fonte: Samarco

Figura 4- Barragem de rejeitos de mineração



Fonte: Vale

Na disposição dos rejeitos, além dos aspectos intrínsecos da construção e segurança, é necessário que o reservatório formado para conter o material seja estanque, para impedir a infiltração dos efluentes danosos à qualidade das águas, como, por exemplo, soluções contendo cianetos, metais pesados ou com pH muito ácido. Nestes casos, a investigação geológico-geotécnica é de grande importância.

Conforme estudo realizado pelo Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), denominado *Gestão para Sustentabilidade na Mineração: 20 anos de História*, publicado em 2012, as maiores mudanças na gestão das barragens de rejeitos após o ano de 2010 estão associadas aos avanços tecnológicos no processo de beneficiamento do minério. Estes avanços tornaram viável a redução de áreas



necessárias para a ampliação e implantação de novas barragens, bem como práticas para a redução dos volumes de rejeitos a serem nelas dispostos.

O estudo, baseado em dados primários fornecidos pelas próprias empresas do setor em 2011, mostra que houve um aumento do número de empresas que declararam possuir todas as práticas para gestão de rejeitos e estéril em comparação com o ano de 1990.

Os resultados da pesquisa indicaram que mais de 50% das empresas desenvolveram e implantaram, nos últimos anos, sistemas informatizados para o gerenciamento de barragens de rejeitos e depósitos de estéril. Houve melhoria dos sistemas de controle das barragens. A pesquisa mostrou também outros exemplos de boas práticas, como o reaproveitamento de águas de barragem de rejeitos e uso de rejeitos e estéril para preenchimento de galerias em minas subterrâneas.

Entre as mudanças de gestão dos rejeitos gerados pelo beneficiamento de minérios e sua deposição em barragens de rejeitos podem ser citados os seguintes exemplos.

#### *Aproveitamento de Rejeitos para Aterro*

A Mineração Caraíba adotou em 2010, em sua mina de cobre no município de Pilar (BA), a prática de lançamento da polpa de rejeitos da flotação da planta de beneficiamento nas cavas a céu aberto. A finalidade foi reduzir a deposição na barragem de rejeito existente e eliminar a implantação de nova barragem. Além disso, os rejeitos dispostos nas cavas integram as ações do plano de recuperação da mina como parte integrante do PRAD (PIGNATON, 2010). Passaram a ser feitos acompanhamentos e monitoramentos da qualidade das águas subterrâneas e superficiais para controle dos parâmetros físicos e químicos presentes nos rejeitos dispostos nas cavas.

Outro exemplo de disposição de rejeitos em cavas exauridas está na mina de Capão Xavier da MBR (Minerações Brasileiras Reunidas S.A), em Minas Gerais, cuja disposição de rejeitos adensados (pastas de rejeitos) gerados no beneficiamento do minério apresenta vantagens ambientais. Entre as vantagens, estão a maior capacidade do reservatório da barragem, não saturação do dique, menores riscos a jusante e melhores possibilidades de revegetação no fechamento da barragem (SILVA, 2005).

**Figura 5- Aproveitamento da cava exaurida da Mutuca para co-disposição de rejeitos e estéril**



(Fonte: Vale)





### *Aproveitamento Agrícola de Rejeitos*

No caso específico de minas cujos rejeitos do beneficiamento do minério apresentem potencial para aproveitamento em outros usos como, por exemplo, no aproveitamento agrícola, existem iniciativas nas quais os rejeitos do processo de beneficiamento da planta de zinco, que antes correspondiam ao pó de calcário industrial, e que passaram a ser destinados como corretivo do pH de solos para atender as necessidades do mercado agrícola regional.

Os resultados de tal iniciativa reduzem novas áreas ou ampliações de barragens ou lagoas de rejeitos gerados pelo processo de beneficiamento do minério. Contribuem, dessa forma, para diminuir os potenciais efeitos ambientais e sociais desencadeados por estas estruturas de deposição de rejeitos.

É o caso da mina de Morro Agudo, em Paracatu, MG, onde um circuito de flotação trata o minério sulfetado de zinco e chumbo, gerando rejeitos com alta concentração de calcita. Em 2007, a Votorantim Metais iniciou o projeto “Resíduo Zero”, que visou transformar o rejeito em coproduto, viabilizando sua comercialização como corretivo de solo, conhecido como pó calcário.

Melhorias nas instalações de tratamento de minério possibilitaram ainda maior recuperação de metal juntamente com o reprocessamento de rejeito armazenado em barragens, denominado de pó calcário industrial. Resultou disso um rejeito comercializável, chamado de pó calcário agrícola, denominação de amplo uso no mercado.

Da produção anual de 880 mil toneladas de rejeito – agora coproduto – a Votorantim Metais comercializou 550 mil toneladas em 2011, obtendo receita de cerca de R\$ 7 milhões. A iniciativa evitou a construção de uma nova barragem de rejeitos, a um custo estimado de mais de R\$ 20 milhões. O reprocessamento do pó calcário industrial, adicionado à moagem de minério, possibilitará a eliminação do estoque desse antigo rejeito.

**Figura 6- Vista geral das bacias de armazenamento de rejeitos, observando-se também as instalações industriais e o cavalete do poço de acesso à mina subterrânea.**





**Figura 7- Vista das instalações de flotação, onde inovações incrementais foram necessárias para melhor controle de qualidade.**



Fontes: Votorantim Metais, Brasil Mineral nº 318 (junho de 2012) e DNPM, Sumário Mineral 2012.

Vale ressaltar a técnica conhecida como rochagem, em que o pó de rocha é usado diretamente no solo como insumo agrícola alternativo. Este pó fornece nutrientes ao solo, como cálcio, fósforo, magnésio e, principalmente, potássio.

Outra função dessas rochas é de serem condicionadores do solo - isto é, permitem que outros nutrientes e condições do solo sejam mais equilibrados e que os nutrientes estejam disponíveis conforme a demanda da cultura.

#### *Redução da Geração de Rejeitos*

Apesar dos recentes estudos e projetos de algumas empresas de mineração sobre a redução da geração de rejeitos não corresponderem a uma ação direta na gestão de barragens de rejeitos, tal iniciativa tem o grande potencial de contribuir em redução significativa dos volumes de rejeitos a serem dispostos nas barragens. Um exemplo de projeto de redução da geração de rejeitos é o da usina de beneficiamento Conceição em Itabira (MG), da Vale (MINERIOS e MINERALES, s/d), com resultados elevados de redução do percentual de transbordo dos rejeitos na barragem, aumento de reserva de água na barragem, o que é de alta relevância devido ao fato da barragem estar inserida na área urbana de Itabira e ser fonte de água para esta.

Os resultados podem ser aplicados em outras usinas de concentração de minério, não só da Vale, como das demais empresas de mineração, disseminando-se pelo país.

#### *Recuperação de Rejeitos*

Outras técnicas que contribuem para a boa gestão de barragens de rejeitos são empreendimentos de recuperação de rejeitos de barragem que se transformam em novos projetos de mineração.

#### *Aproveitamento de Rejeitos para novos usos*

A indústria da mineração vem ampliando largamente o aproveitamento dos rejeitos para outros usos econômicos.

É o caso do Projeto Sambaíba, da empresa SAMA S.A. Minerações Associadas. A partir do aproveitamento da rocha estéril da mineração do crisotila, a empresa desenvolve material para ser trabalhado e transformado em peças ornamentais, utilitárias e artesanais.

Outra forma de aproveitamento que vem ganhando espaço tem ocorrido no setor de rochas ornamentais. O segmento se caracteriza por grandes volumes de perda de material, tanto na extração quanto no beneficiamento. Estudos mostram que já existem várias alternativas tecnológicas, não só



para o tratamento desses resíduos, como para seu aproveitamento industrial, como nas indústrias da cerâmica, do vidro, da construção civil, metalúrgica, química, na agricultura e no artesanato, na confecção de pavimentos e tijolos, entre outros.

### Sistemas de Disposição de Estéreis

Figura 8 – Disposição de pilha de estéril.



Fonte: Votorantim Metais.

Figura 9 - Disposição de pilha de estéril e início de revegetação da área.



Fonte: Votorantim Metais.

Nas práticas de gestão em depósitos de estéril, verifica-se que, assim como nos projetos de barragens de rejeitos, os requisitos legais e normativos estabelecidos a partir de 2000 contribuíram para a adoção de critérios técnicos de segurança e de prevenção de riscos e de impactos ambientais.

Assim, desde 2010 os projetos e as práticas de operação de depósitos ou pilhas de estéril vêm incorporando critérios geotécnicos de prevenção e controle destes depósitos, bem como da recuperação na fase de fechamento.

A redução dos depósitos de estéril também vem sendo realizada como prática de utilização de parte do estéril na recuperação de voçorocas e preenchimento de cavas exauridas.

É importante destacar a distinção entre as tipologias de minérios metálicos e não metálicos, nos quais a geração de rejeitos e estéreis não são equivalentes. A mineração dos não metálicos é potencialmente geradora de estéreis. Os rejeitos de não metálicos são gerados na transformação mineral, que se notabiliza por ser a sequência da cadeia produtiva da mineração.



## Desafios do Setor Mineral quanto aos resíduos sólidos

A eficiência no uso dos recursos e o desenvolvimento de tecnologias para o aproveitamento de resíduos são estratégicos para o setor mineral.

O conhecimento geológico mais detalhado do território é um importante fator na diminuição da geração de resíduos. A exatidão do mapeamento em uma escala compatível para a pesquisa mineral resulta em projetos mais eficientes no aproveitamento dos minérios extraídos e, por consequência, na menor geração de resíduos. Atualmente, menos de 30% do território brasileiro é conhecido em uma escala de 1/100.000. Há que se trabalhar também no aperfeiçoamento das técnicas de geologia de mina, especialmente com introdução de ferramentas de modelagem em 3D, visando ampliar a precisão na identificação de alvos minerais e, assim, aumentar a eficiência do processo produtivo.

Existe a necessidade de projetos de P&D&I relacionados com o ciclo de vida dos resíduos, tanto para a redução da sua geração como para a identificação de novos usos dos resíduos. É necessário estabelecer mecanismos e instrumentos públicos de incentivo que fomentem o aproveitamento e/ou reutilização dos resíduos gerados pela mineração.

São outros desafios da indústria da mineração a capacitação técnica de mão-de-obra na gestão dos resíduos e o levantamento e gerenciamento de dados e as destinações adequadas. O aproveitamento, por exemplo, de minas exauridas, cujas cavas podem ser utilizadas para destinação de resíduos da construção civil e urbanos, é uma solução tecnológica interessante para a destinação final adequada dos resíduos gerados pela sociedade.

Além disso, a definição de diretrizes, estratégias e metas dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Mineração constitui uma importante variável no planejamento estratégico dos resíduos. Deve ser dada atenção especial à dificuldade em se distinguir o que é resíduo de mineração, de transformação mineral e industrial e ainda à diferença entre os resíduos gerados na indústria da mineração e os resíduos sólidos urbanos.

## Tendências

O futuro da gestão de resíduos sólidos na mineração contempla a necessidade de um olhar sistêmico sobre todo o processo da mineração, desde sua concepção, ainda na fase da pesquisa mineral, até o seu fechamento. Em resumo, o papel da indústria da mineração no desenvolvimento sustentável passa pela eficiência no uso dos recursos, pelo aproveitamento, reprocessamento, reciclagem, destinação e/ou disposição final ambientalmente adequada dos seus resíduos.

Este novo olhar não pode prescindir de inovação e competitividade para uma produção mais limpa e recuperação energética e econômica dos resíduos. Além, é claro, de todo o controle da qualidade ambiental que garantirá a conservação da qualidade das águas e da biodiversidade. Neste tocante, a tendência do setor de mineração é a seguinte:

- Redução da geração de resíduos a partir da otimização do processo produtivo;
- Ecodesign das minas, visando maior aproveitamento dos recursos minerais extraídos;
- Eficiência no uso dos recursos naturais;
- Biomineração<sup>(1)</sup>, importante nos casos de descontaminação e recuperação de metais;



- Utilização de resíduos em outras áreas de atividades econômicas;
- Novas técnicas de disposição adequada, diminuindo a necessidade de grandes áreas para disposição dos resíduos, como, por exemplo, a técnica de espessamento de rejeitos, denominada pasta.

## Perspectivas

O setor mineral vive hoje um novo paradigma. A constante busca por eficiência no uso de recursos, e por consequência, na geração de resíduos, e a necessidade de ampliação da competitividade da indústria da mineração vem modificando as estruturas corporativas das empresas, criando novas formas de relacionamentos com os atores envolvidos. Os incentivos à inovação e ao desenvolvimento científico-tecnológico e à disseminação de práticas sustentáveis nos processos produtivos e nas cadeias de suprimento têm sido estratégicos para a transição a meios mais sustentáveis de produção, fazendo com que as empresas assumam o protagonismo na gestão integrada dos territórios.

No que concerne à gestão de resíduos sólidos da mineração, o entendimento de sua relevância deverá nortear a visão estratégica de que este assunto pode e deve conjugar um rol de oportunidades de negócios sistêmicos, com uma nova perspectiva de atuação dos empreendimentos nos territórios e consequentemente na sociedade em geral.

Neste sentido, o IBRAM vem fomentando a sustentabilidade como prática habitual do setor, entendendo o papel da mineração como transformadora dos padrões de qualidade de vida da sociedade. Esta transformação se dá a partir das boas práticas desenvolvidas dentro das próprias empresas, como também de ações que promovam a geração de benefícios, incremento de renda e a melhoria da vida das comunidades relacionadas, direta e indiretamente, com as atividades da mineração.

O Instituto entende que é por meio de um processo coletivo de ações, harmonizadas com o meio ambiente e concatenadas com objetivo de consolidar o desenvolvimento sustentável com inclusão social, que será possível alcançar o padrão de crescimento almejado pela sociedade brasileira, hoje e no futuro.

---

### CRÉDITOS

#### **INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO**


Cláudia Salles

**Gerente de Assuntos Ambientais do Instituto Brasileiro de Mineração**

Edmilson Rodrigues da Costa

**Coordenador de Geologia e Mineração do Instituto Brasileiro de Mineração**





FNBF - INOVAÇÕES  
E TENDÊNCIAS PARA  
A SUSTENTABILIDADE  
DO SETOR FLORESTAL







## 1. Contextualização do setor

Com vasta diversidade biológica, o Brasil possui, o maior território e o mais vasto número de espécies de madeira tropical do mundo. Com tamanha riqueza, as florestas tropicais representam hoje mais de 50% do território brasileiro e um potencial produtivo ainda inestimado. O uso das florestas e a exploração da madeira, por meio do manejo sustentável, tem contribuído significativamente para a manutenção do equilíbrio ecossistêmico e para a conservação do bioma amazônico.

Neste sentido, o Fórum Nacional de Atividades de Base Florestal (FNBF) tem trabalhado sistematicamente no processamento dos dados do setor florestal a fim de desvendar o verdadeiro potencial econômico das florestas e o quanto as atividades produtivas são essenciais para a geração de riquezas no país e para a manutenção da vida do maior bioma do planeta. Em seu último estudo, o FNBF identificou o peso do setor na balança comercial brasileira, com uma participação ativa de 28,1% do superávit. Outros estudos, ainda em desenvolvimento pelo Fórum, deverão aprofundar ainda mais sobre as dinâmicas mercadológicas, econômicas e socioambientais deste setor, que atualmente já desponta sólidas evidências com contribuições e soluções para os desafios globais do desenvolvimento socioambiental, da gestão de resíduos, das mudanças climáticas, da conservação biológica e da sustentabilidade global.

A cadeia produtiva do setor brasileiro de base florestal caracteriza-se pela grande diversidade de produtos. As florestas em geral (plantadas e nativas) fornecem ampla gama de produtos madeireiros e não madeireiros. Além disso, os recursos florestais do setor produtivo fornecem uma série de serviços sociais e ambientais, que incluem a reabilitação de terras degradadas, o combate à desertificação e sequestro e armazenamento de carbono.

De acordo com ABRAF (2013), em 2011 o Brasil possuía 519,5 milhões de hectares com florestas nativas. Em 2012, a área com florestas plantadas no Brasil somava 7,2 milhões de hectares, com eucalipto, pinus e outras espécies. Além disso, o setor de base florestal contribui com 66% a mais de sua área total com áreas protegidas, sob a forma de Áreas de Preservação Permanente (APPs), Reservas Legais (RL) Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN).

Em 2012, o valor bruto da produção (VBP) do setor de floresta plantada somou BRL 56,3 bilhões, 4,6% superior a 2011. Os tributos arrecadados atingiram BRL 7,6 bilhões (0,5% do total nacional). O saldo da balança comercial da indústria de base florestal (USD 5,5 bilhões), representou 28,1% do superávit da balança comercial nacional. No âmbito social, as atividades da cadeia produtiva do setor contribuíram em, 2012, na geração de 4,4 milhões de empregos e investimentos de BRL 149,0 milhões em programas sociais, de educação e do meio ambiente.

Conforme Siqueira e Wiecheteck (2014), o Brasil em 2012 se situou como o 1º produtor mundial de carvão vegetal (6.843.000 m<sup>3</sup>), o 2º maior em madeira serrada de folhosas tropicais (16.110.000 m<sup>3</sup>), o 3º maior em celulose (14.401.000 t) e o 4º maior produtor de madeira em tora industriais (154.894.000 m<sup>3</sup>). O país também possui relevância relativa na produção de compensado e laminado, com 2.800.000 m<sup>3</sup> (8ª posição), madeira serrada de pinus, com 9,1 milhões m<sup>3</sup> (9ª posição), MDF e MDP com total de 6.938.407 m<sup>3</sup>, e papel com 10.171.000 t em 2012 (11ª posição).



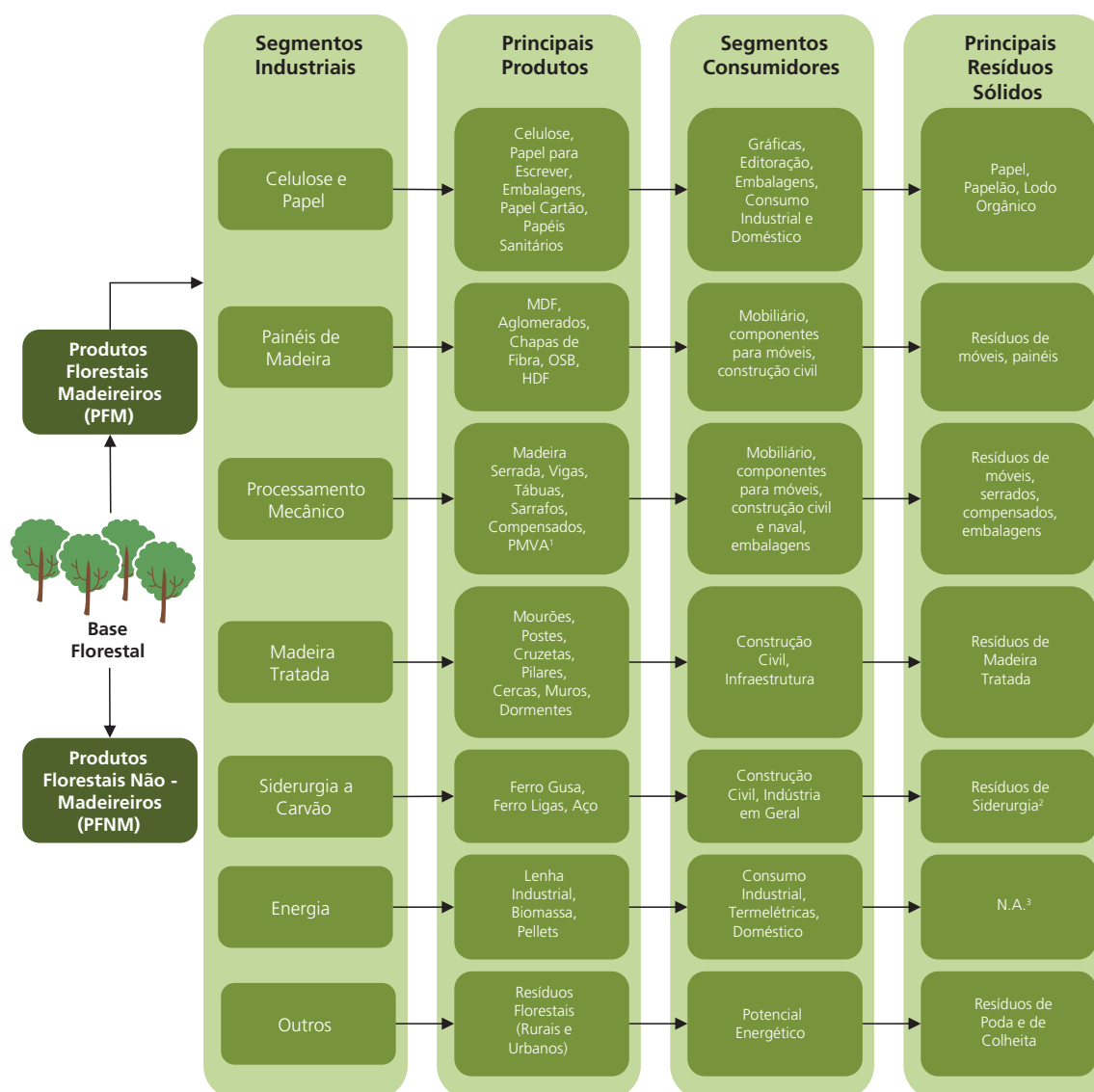
## 2. Contextualização do setor no tema Resíduos Sólidos

A atividade florestal no Brasil é geradora de resíduos de madeira (ver figura 1). Estima-se (MMA 2012) um total de 85.574.465 m<sup>3</sup>/ano de resíduo florestal em duas etapas da cadeia produtiva da madeira (colheita e processamento mecânico), não sendo contabilizada a geração na indústria de transformação. O estudo indicava que os resíduos das indústrias de papel e celulose totalizaram naquele ano 10.916.640 t/ano.

Além de resíduos sólidos de madeira do processo industrial do setor florestal, o reprocessamento e uso da madeira no meio urbano, através da construção civil, descarte de embalagens de madeira e poda da arborização urbana, geram resíduos nos centros urbanos do país. Isto é um problema uma vez que apenas uma parcela dos mesmos tem atualmente algum aproveitamento econômico, social e/ou ambiental. A geração excessiva de resíduos de madeira, associada ao seu baixo aproveitamento, resultam em danos ambientais e perda de oportunidade para a indústria, comunidades, governos e sociedade em geral.



Figura 1 – Cadeia Produtiva do Setor Florestal Brasileiro e Principais Tipos de Resíduos Sólidos Gerados



<sup>1</sup> Caracterizado neste artigo como parte do setor da indústria do aço

<sup>2</sup> Em princípio este segmento econômico é consumidor potencial de resíduos

Fonte: STCP (2014)

Os resíduos de madeira do processamento industrial não utilizados, entretanto, podem deixar de ser um passivo ambiental, ao se tornarem matéria-prima para diversos fins, incluindo o uso energético, e gerar lucro para a iniciativa privada. Um panorama dos diferentes usos de resíduos de madeira no Brasil são mostrados a seguir, por segmento industrial (Wiecheteck, 2009):

- Resíduos na Indústria Madeireira (Serraria e Compensado):** uma parte é destinada à produção de PMVA (Produtos de Maior Valor Agregado) tais como carvão, cabos, briquete, embalagem, etc. A maravalha tem sido utilizada no processo de criação intensiva de frangos, na forma de cama de aviário.
- Resíduos na Indústria de Celulose e Papel:** esta indústria e a de painéis de madeira possuem bom gerenciamento no aproveitamento de resíduos. Como este segmento é dependente de energia no processo



industrial, parte dos resíduos são utilizados como biomassa na cogeração de energia. Empresas deste segmento também aproveitam o lodo orgânico da indústria na compostagem utilizada como adubo;

- iii. Resíduos na Indústria de Painéis de Madeira: por não ser muito demandante de energia, o segmento pode consumir madeireiros como matéria prima para os seus produtos de fibra de madeira (MDP, MDF, OSB e chapas duras);
- iv. Resíduos na Indústria Moveleira: a indústria moveleira se concentra em polos nas regiões Sul e Sudeste, onde existem mercados produtores e consumidores em consolidação em torno dos resíduos de madeira gerados.

Também os **resíduos urbanos** merecem uma abordagem diferenciada, já que os mesmos compõem o passivo ambiental nos grandes centros urbanos. Entre estes destacam-se:

- i. Resíduos da Construção Civil: neste segmento é comum não haver segregação da madeira dos outros resíduos sólidos e seu destino final é via de regra o aterro sanitário. Em alguns aterros, há reciclagem de resíduos da construção civil, mas a madeira não é recuperada;
- ii. Resíduos de Arborização Urbana e Municipal: os resíduos da poda de arborização urbana e remoção de árvores em um município podem gerar graves problemas urbanos se não aproveitados, via de regra sendo descartados em locais impróprios, como aterros sanitários/lixões clandestinos;
- iii. Resíduos de Embalagens de Madeira: enquadram-se principalmente os paletes e as caixas para transporte de alimentos, que pode ser reaproveitados no transporte de produtos orgânicos perecíveis, como cavaco para fins energéticos, ou para confecção de peças artesanais.

### 3. Experiências do setor relacionadas ao tema

#### 3.1. Apresentação de Estudos de Caso

##### **Estudo de Caso 1: Prefeitura Municipal de Curitiba**

O município de Curitiba (PR) apresenta um dos melhores modelos de utilização da madeira de arborização urbana do Brasil. Nas vias públicas da cidade estão plantadas cerca de 300 mil árvores. Como resultado, o volume gerado de resíduos vegetais é elevado. A Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA) conta com três departamentos envolvidos na geração e destino de resíduos vegetais. Em 2009, os resíduos de madeira mensalmente coletados pela SMMA era de 2.800 t/mês. Do total, cerca de 800 t/mês seguiam para compostagem, e o restante (cerca de 2.000 t/mês) para empresa produtora de cavacos, destinando-se ao segmento de celulose e papel da região. Parte do resíduo lenhoso (toras) era usado como lenha e em olarias regionais (Wiecheteck, 2009).

##### **Estudo de Caso 2: BK Energia Itacoatiara**

Em 2002, entrou em operação a BK Energia Itacoatiara Ltda., localizada no município de Itacoatiara, Amazonas. A termelétrica a partir de biomassa é a primeira desse tipo em uma região onde a energia elétrica é gerada integralmente por geradores a diesel. Está instalada junto a uma indústria madeireira (Mil Madeiras Precious Wood) certificada pelo FSC, a qual garante o fornecimento dos resíduos de madeira.

Antes do advento da termelétrica, a empresa não tinha opção para eliminar de maneira sustentável os resíduos de madeira gerados no processo de produção da serraria. A produção de energia elétrica soma 9 MW, equivalente a 64.000 MWh/ano, que atende a demanda industrial da própria indústria madeireira e da população de Itacoatiara através de contrato com a distribuidora local de energia (Tuoto, 2009).



## 3.2. Tecnologias Utilizadas para Gestão de Resíduos

As principais tecnologias utilizadas no aproveitamento e na transformação de resíduos sólidos de madeira pelo setor florestal são apresentadas a seguir, não implicando em uma ampla revisão sobre todas as tecnologias disponíveis.

### Geração de Energia Elétrica, Térmica e de Cogeração

As tecnologias disponíveis e mais utilizadas no Brasil para geração de energia elétrica e de cogeração a partir de biomassa madeireira podem ser classificadas como de combustão direta e indireta (Siqueira, Ferreira e Lange Jr; 2005).

#### *Combustão Direta*

As principais máquinas e equipamentos térmicos disponíveis para geração de energia através da combustão direta da biomassa são:

- i. Turbina de Condensação: empregada principalmente em centrais termelétricas onde o único produto é a energia elétrica.
- ii. Turbina de Contrapressão: utilizada em centrais de cogeração que permitem produzir energia elétrica e energia térmica (vapor).
- iii. Turbina de Extração: utilizadas em instalações onde se requer, além de geração de energia, também vapor para o processo industrial.
- iv. Motor Alternativo (a Vapor): através de gerador, a energia mecânica é convertida em elétrica; sistema usado em unidades de pequena capacidade.

#### a) Combustão Indireta – Gaseificação

Combina a operação simultânea de turbinas a vapor com as turbinas a gás obtido por meio de gaseificação do combustível. A energia térmica contida nos gases quentes exauridos pela turbina a gás é utilizada em uma caldeira para produzir vapor. Este vapor é então utilizado em uma turbina de condensação para gerar energia adicional.

### Uso Alternativo de Resíduos de Madeira para Fins Energéticos

Dada a relevância da utilização de produtos de madeira com fins energéticos no país, percebe-se nos últimos anos a entrada de novos produtos energéticos (briquetes, péletes) que utilizam resíduos. Estes são compostos basicamente pela trituração e compactação de resíduos florestais e de biomassa resultante do processamento de madeira. Países europeus são os principais importadores atuais destes produtos. Segundo o ITC (2014), o comércio global dos mesmos movimentou USD 2,4 bilhões em 2013, frente a USD 695 milhões em 2005, com tendência de aumento nos próximos anos.

### Usos Inovadores de Resíduos para o Segmento Industrial

Novas tecnologias de resíduos têm sido aplicadas pelo segmento de painéis reconstituídos de madeira, onde se utiliza partículas de madeira (na produção de MDP/Aglomerado) e fibras de madeira (MDF e chapa dura). No Brasil, sua produção tem crescido nos últimos anos. O uso de resíduos de madeira neste segmento é alternativa à possível falta de matéria-prima florestal (tora), às expectativas de investimento e ao aumento da capacidade.

Deve-se considerar também o potencial uso de resíduo de madeira (toras descartadas, costaneiras sem casca, etc.) pelo setor de celulose e papel, a partir da sua transformação em cavacos em processos



termo mecânicos e químicos. Apesar deste potencial, poucas empresas fazem uso desta opção, em parte pela exigência da qualidade da matéria prima, bem como por questões logísticas e econômicas.

### **3.3. Inovações em Processos, Produtos e Embalagens Implementadas pelas Empresas**

Nesta seção citam-se exemplos de inovações na reciclagem e aproveitamento de resíduos sólidos pelo setor florestal, notadamente dos segmentos de celulose e papel.

#### **Reciclagem do Lodo Orgânico pela Indústria de Papel e Celulose**

Na indústria de celulose e papel ocorre a geração de um resíduo em forma líquida com alto teor de sólidos em suspensão. O efluente líquido é submetido a um tratamento que tem por objetivo a remoção de sólidos. Após isso, os sólidos decantados passam por desaguamento, gerando lodo primário sólido, com composição de cerca de 60% caulim e 40% celulose.

O lodo primário tem como destino final mais empregado o aterro sanitário. Esta destinação, embora ambientalmente aceita, é pouco sustentável e onerosa. Por isso, as indústrias de papel e celulose estão buscando alternativas para sua utilização como matéria-prima na construção civil (tijolos, fribrocimento) e agricultura (adubo orgânico).

#### **Reciclagem de Embalagens Tetrapak (Longa Vida)<sup>1</sup>**

As embalagens longa vida são fabricadas com papel cartonado, constituído 75% de papel cartão ou papelão e 25% alumínio e plástico, podendo haver outras combinações. Esse tipo de embalagem representava, no início, grande preocupação ambiental, pois apesar de se separar o papelão, as camadas de plástico e alumínio permaneciam unidas. Assim, foi desenvolvida no Brasil a "Tecnologia a Plasma" para reciclagem de embalagens cartonadas, que permite a separação total dos materiais.

Essa tecnologia foi desenvolvida pelo Instituto de Pesquisa Tecnológica de São Paulo (IPT) e as empresas TSL Ambiental e Tetra Pak Ltda. A mesma está sendo aplicada por empresa especializada que reaproveita os materiais de embalagens longa vida (Castanho et.al., 2006).

Como resultado, mais de 71 mil t de embalagens longa vida foram recicladas em 2013 no país. Atualmente, este índice é limitado pela ausência de um número maior de programas de coleta seletiva no país, parte fundamental do processo de recuperação e aproveitamento destes tipos de resíduos (Tetra Pak, 2014).

## **4. Desafios do setor no tratamento do tema**

### **4.1. Desafios Tecnológicos**

Embora existam modernas tecnologias disponíveis, a maioria das indústrias madeireiras não as incorporou. O nível tecnológico limitado destas indústrias no país é um gargalo ao baixo aproveitamento de toras comerciais e, conseqüente alta geração de resíduos. De forma geral, quanto menor é a indústria, menos tecnologia é aplicada. A tecnologia mais comum associada ao aproveitamento de resíduos de madeira é o processo de transformação em cavaco e a geração de energia térmica (vapor).

<sup>1</sup> Embalagens cartonadas feitas de papel (cartão), plástico (polietileno de baixa densidade) e alumínio.



No caso de resíduos de madeira da construção civil e outros do meio urbano (ex.: embalagem de madeira), as principais barreiras tecnológicas ao seu aproveitamento têm estreita relação com sua descontaminação (ex.: metais, plásticos, etc.). As tecnologias envolvendo remoção de contaminantes são relativamente simples e bastante difundidas em países desenvolvidos, porém pouco empregadas no Brasil.

## 4.2. Desafios Econômicos

Além da falta de conhecimento técnico sobre o melhor aproveitamento de resíduos, existe falta de difusão das linhas de financiamento disponíveis para maior aproveitamento dos resíduos. Também existe falta de maior número de linhas de crédito para este fim, além daquelas tradicionais, como o BNDES.

Não obstante, não é do conhecimento da maioria das empresas que os subsídios da CCC/CDE estão acessíveis e que se referem à substituição do consumo de combustíveis fósseis por combustíveis alternativos para geração termelétrica nos sistemas interligado e isolado. Devido a este déficit de informação, os resíduos de madeira são considerados como problema/ passivo industrial, e não como fonte de redução de custos e como oportunidade de geração de renda.

## 4.3. Desafios Burocrático e Legal

Abaixo apresenta-se uma visão geral sobre os principais desafios burocráticos e legais associados com o uso de resíduos sólidos pelo setor florestal. Ênfase é dada a políticas públicas, cadeias produtivas e melhoria de processos e controles.

### **Implantação e Monitoramento da Política Nacional de Resíduos Sólidos e Respective Planos**

Um dos grandes desafios, que permeia não só o setor florestal como outros, é a implantação e o monitoramento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Federal nº 12.305/10. Exemplos incluem os conceitos trazidos pela lei como os de “gestão integrada”, “responsabilidade compartilhada” e “logística reversa”, bem como a elaboração, implementação e monitoramento dos Planos Estaduais e Municipais por tais entes da federação e do Plano de Gerenciamento pelos geradores de resíduos, já que o êxito dos mesmos envolve diversos atores.

Enquanto a elaboração dos Planos Estaduais e Municipais é condição para que estes tenham acesso a recursos da União para políticas dessa natureza, os Planos de Gerenciamento são obrigatórios para geradores de resíduos, incluindo indústrias em geral, empresas de construção civil e responsáveis por algumas atividades agrossilvopastoris.

### **Integração das Políticas de Resíduos Sólidos com Outras Políticas e Instrumentos Existentes**

Integrar as Políticas de Resíduos Sólidos às demais políticas e instrumentos existentes é fundamental para seu êxito e para atenuar as burocracias existentes, a exemplo do licenciamento ambiental das atividades potencialmente poluidoras.

### **Mapeamento das Cadeias Produtivas e Planejamento Setorial Adequado**

A gestão adequada dos resíduos do setor florestal passa por um mapeamento adequado de suas cadeias produtivas, que considere os diversos atores, elos e processos produtivos de cada segmento. Para isso, deve-se considerar a complexidade das cadeias do setor; área de abrangência; perfis de produtores; setores consumidores; dificuldades, limitações e soluções apontadas por ator; obrigações/ responsabilidades; causas do não atendimento à legislação; entre outros.



Havendo comprometimento de cada ator (através de acordos) pode-se efetuar um planejamento setorial adequado, em nível nacional, estadual e/ou local, o que é de grande relevância em termos de atendimento à Política Nacional de Resíduos Sólidos.

### **Melhoria dos Processos e Controles Internos das Empresas**

É essencial que as empresas geradoras de resíduos no setor florestal se organizem para se adequarem a exigências legais e diretrizes e ações decorrentes dos acordos setoriais e das suas cadeias produtivas. Também é fundamental maior comprometimento e planejamento pelas empresas, a fim de melhor se estruturarem quanto a controles internos da disposição final ambientalmente adequada de resíduos. Isto passa pela ampliação das negociações formais, pelo controle e incentivo sobre seus fornecedores e consumidores, e pela fiscalização de todo o seu processo produtivo.

## 5. Visão de futuro

O crescimento do setor florestal nos últimos anos indica que a geração de resíduos sólidos pelo setor florestal continuará aumentando e seu manejo, tratamento e disposição devem ser adequados, já que as atividades florestais e seus processos produtivos dependem prioritariamente de recursos naturais para existirem.

As principais tendências e oportunidades de inovação de processos e produtos, que possam incrementar a competitividade da cadeia produtiva do setor florestal passam, necessariamente, por um melhor planejamento do aproveitamentos e da recuperação de resíduos, pela adequação de políticas públicas específicas à realidade setorial, pela realização de investimentos em tecnologias apropriadas, pela implementação de mecanismos inovadores de gestão de resíduos das empresas e de pós-consumo e pelo controle, e monitoramento do processo como um todo.

Em síntese, a informação e o conhecimento da cadeia produtiva e dos resíduos por ela gerados, a organização dos atores público e privado, o estabelecimento de incentivos adequados via políticas públicas orientadas ao perfil do setor e a implementação destas iniciativas são os principais fatores para o aumento no tratamento e na disposição dos resíduos sólidos gerados pelo setor.

No setor florestal, ao mesmo tempo em que há oportunidades não exploradas na utilização de resíduos sólidos, também existem desafios técnicos, econômicos, burocráticos e legais que inviabilizam seu maior aproveitamento. Fatores como tecnologia, logística, incentivos econômicos, informação e localização geográfica das fontes destes resíduos vis-à-vis os locais de sua utilização interferem diretamente nesta viabilidade e necessitam ser devidamente estudados. Somente assim, com conhecimento mais aprofundado sobre as oportunidades e as ameaças relacionados ao uso de resíduos sólidos pelo setor florestal, será possível atingir o propósito de seu maior aproveitamento.

Dentre as tendências e oportunidades em termos de inovação de processos e produtos, que possam incrementar a competitividade da cadeia produtiva florestal, estão a adoção em larga escala das tecnologias já utilizadas na gestão de resíduos (ex.: uso alternativo de resíduos de madeira para fins energéticos; usos inovadores de resíduos pela indústria), e de inovações em processos, produtos e embalagens (ex.: reciclagem do lodo orgânico pela indústria de papel e celulose; reciclagem de embalagens cartonadas, etc.).





## 6. Propostas

A seguir apresentam-se algumas propostas (agenda positiva) para melhoria em gestão, tratamento e disposição de resíduos sólidos nas empresas e no pós-consumo associados ao setor florestal:

- i. Maior Disponibilidade e Divulgação de Informações: necessária para fomentar o aproveitamento dos resíduos de madeira, minimizando a falta de informações detalhadas aos usuários e demais atores do processo sobre alternativas de uso para diferentes fins, e disponibilizando conhecimento sobre as políticas e alternativas tecnológicas.
- ii. Maior Sinergia Institucional e Integração entre as Políticas Existentes: necessária na medida em que a maioria das políticas atuais relacionadas com o tema são conduzidas pelo MMA e MME de forma isolada, não havendo integração entre as mesmas.
- iii. Foco nas Regiões Prioritárias: o fomento do uso, tratamento e disposição de resíduos de madeira em regiões prioritárias é importante, uma vez áreas isoladas são tradicionalmente grandes geradoras de resíduos sem uso adequado.
- iv. Garantia da Sustentabilidade Ambiental e Participação Social: o aproveitamento de resíduos de madeira está diretamente relacionado com a necessidade de sustentabilidade ambiental e de participação e inclusão social. Sem a integração de tais aspectos socioeconômicos em uma ou mais políticas voltadas ao tema, a eficácia de novas propostas está comprometida.
- v. Identificação de Mecanismos de Estímulo e Fomento: necessários para efetiva mudança de paradigma no país, objetivando o aproveitamento máximo de resíduos de madeira como insumos de um processo produtivo.



## 7. Referências

ABRAF (2013). **Anuário Estatístico da ABRAF 2013 – Ano Base 2012**. Associação Brasileira dos Produtores de Florestas Plantadas. Brasília, 2013.

Castanho et.al. (2006). **Joint Venture para o Beneficiamento e Reciclagem de Embalagens Longa Vida**. Simone Conceição Ramos Castanho, Mario Sacomano Neto, Osvaldo Elias Farah, Antônio Carlos Giuliani. Universidade Metodista de Piracicaba. Piracicaba, 2006.

ITC (2014). **Trade Map**. International Trade Centre (ITC). Disponível em: <http://www.trademap.org/>. 2014.

MMA (2012). **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Disponível em: [http://www.sinir.gov.br/documents/10180/12308/PNRS\\_Revisao\\_Decreto\\_280812.pdf/e183f0e7-5255-4544-b9fd-15fc779a3657](http://www.sinir.gov.br/documents/10180/12308/PNRS_Revisao_Decreto_280812.pdf/e183f0e7-5255-4544-b9fd-15fc779a3657). Brasília, 2012.

Pinheiro (2008). **Reciclagem de Lodo Primário da Estação de Tratamento de Efluentes da Indústria de Papel em Cerâmica Vermelha**. Regina Maria Pinheiro. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Campos dos Goytacazes, 2008.

STCP (2014). **Banco de Dados**. STCP Engenharia de Projetos. Disponível em: <http://www.stcp.com.br/>. 2014.

Siqueira e Wiecheteck (2014). **Panorama da Indústria de Base Florestal no País**. Joésio D.P. Siqueira, Marcelo Wiecheteck. STCP Engenharia de Projetos. Guia Técnico Referência 2014.

Siqueira, Ferreira e Lange Jr (2005). **Aumento da Eficiência da Conversão de Madeira Tropical e Utilização de Resíduos de Fontes Sustentáveis**. Joésio D.P. Siqueira, Aguiar Ferreira e Francisco Lange Jr. FUNPAR e OIMT/STCP Engenharia de Projetos. Curitiba, 2005

Tetra Pak (2014). **Reciclagem**. Disponível em: <http://www.tetrapak.com/br/reciclagem/ciclo-de-vida-da-embalagem/reciclagem>. 2014.

Tuoto (2009). **Levantamento sobre a Geração de Resíduos Provenientes da Atividade Madeireira e Proposição de Diretrizes para Políticas, Normas e Condutas Técnicas para Promover o seu uso Adequado**. Marco Tuoto. STCP Engenharia de Projetos. PNUD. Curitiba, 2009.

Wiecheteck (2009). **Aproveitamento de Resíduos e Subprodutos Florestais, Alternativas Tecnológicas e Propostas de Políticas ao uso de Resíduos Florestais para Fins Energéticos**. Marcelo Wiecheteck. STCP Engenharia de Projetos. PNUD. Curitiba, 2009.

---

### CRÉDITOS

#### FÓRUM NACIONAL DE ATIVIDADES DE BASE FLORESTAL

Geraldo Bento  
**Presidente**



FNS - GESTÃO DOS  
RESÍDUOS SÓLIDOS  
NA AGROINDÚSTRIA  
CANAVIEIRA





O Fórum Nacional Sucroenergético (FNS) congrega as entidades de classe do setor produtor industrial de açúcar, etanol e bioeletricidade, representando nacionalmente os interesses da indústria sucroenergética. Tem a participação de todos os estados produtores, atuando na defesa dos interesses da produção e dos segmentos de mercado destes produtos, buscando as políticas adequadas para o seu crescimento sustentável e uma integração com os interesses da sociedade.

A União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA) é a maior organização representativa do setor de produção de açúcar e de bioetanol do Brasil. Sua criação, em 1997, resultou da fusão de diversas organizações setoriais do estado de São Paulo. Conta atualmente com 132 companhias associadas, responsáveis por mais de 50% do etanol, 60% do açúcar e 70% da bioeletricidade produzida no Brasil. O domínio técnico da UNICA abrange as áreas de meio ambiente, energia, tecnologia, comércio exterior, responsabilidade social corporativa, sustentabilidade, legislação, economia e comunicação.

Na safra de 2013/2014, conforme UNICA (2014), a produção canavieira alcançou os patamares de 27,5 milhões de m<sup>3</sup> de etanol, 37,7 milhões de toneladas de açúcar, com a moagem de cana de 653,3 milhões de toneladas, conforme é apresentado na Tabela 1. A área plantada em 2012 foi de 9,75 milhões de hectares, com 13% no Norte-Nordeste e 87% no Centro-Sul, informa o site [www.unicadata.com.br](http://www.unicadata.com.br) (UNICA, 2013) a partir de informações do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Para a atual safra 2014/2015, a UNICA estimou uma redução de moagem de 2,84% na região canavieira do Centro Sul.

**Tabela 1 - Moagem de cana-de-açúcar e produção de açúcar e etanol - safra 2013/2014 (UNICA, 2014).**

<i>Região Canavieira</i>	<i>Cana-de-açúcar (mil toneladas)</i>	<i>Açúcar (mil toneladas)</i>	<i>Etanol Anidro (mil m<sup>3</sup>)</i>	<i>Etanol Hidratado (mil m<sup>3</sup>)</i>	<i>Etanol Total (mil m<sup>3</sup>)</i>
Região Centro-Sul	596.936	34.293	11.005	14.564	25.569
Região Norte-Nordeste	56.383	3.415	1.212	750	1.962
Brasil	653.319	37.708	12.217	15.314	27.531

Fonte: UNICA, ALCOPAR, BIOSUL, SIAMIG, SINDALCOOL, SIFAEG, SINDAAF, SUDES e MAPA.

Nota: safra 2013/2014 - dados consolidados (finais) para a região Centro-Sul; dados preliminares para a região Norte-Nordeste (referente à posição de 30 de abril de 2014).

São números que fazem do Brasil o maior produtor de açúcar e o segundo maior produtor de etanol do mundo, atingidos com um parque agroindustrial de cerca de 400 unidades produtoras.

A missão da UNICA é liderar o processo de transformação do tradicional setor de cana-de-açúcar em uma moderna agroindústria, capaz de competir de modo sustentável no Brasil e no mundo nas áreas de etanol, açúcar e bioeletricidade. Destaca-se, entre suas prioridades e estratégias, “aperfeiçoar continuamente a sustentabilidade socioambiental da cadeia produtiva da cana-de-açúcar”. Aí se insere a preocupação da UNICA com o meio ambiente, em especial com a correta gestão dos resíduos sólidos.

A entidade participa ativamente da Câmara Ambiental do Setor Sucroalcooleiro, no âmbito da CETESB, no qual foram produzidos trabalhos conjuntos, do setor produtivo e setor ambiental, para aprimorar a legislação ambiental. Destaca-se, entre eles, a Norma Técnica de Aplicação da Vinhaça na Lavoura Canavieira (NT P4.231 “VINHAÇA – CRITÉRIOS E PROCEDIMENTOS PARA APLICAÇÃO NO SOLO AGRÍCOLA”), em vigência desde 2005, que disciplina a reutilização deste resíduo na fertilização da lavoura canavieira.



## O setor e os resíduos sólidos

A indústria canavieira apresenta, na sua cadeia produtiva, etapas de processo que, se não adequadamente gerenciadas, podem desencadear no meio ambiente impactos indesejáveis, principalmente os associados ao solo e à água.

O processo de tomada de decisão para uma gestão ambiental eficaz não representa tão somente a necessidade de conformidade legal da atividade industrial, mas também a demonstração de responsabilidade social do setor produtivo. Além disso, o setor sucroenergético tem importante atuação no mercado internacional e um número crescente de países vem exigindo certificação ambiental de produtos, processos e serviços. Como se vê, a competitividade exige, de forma cada vez mais presente, a reavaliação dos processos produtivos e a adoção de práticas de produção mais limpas, que aperfeiçoem os usos dos recursos naturais.

No ano em que a Lei de Resíduos (Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS) entra em pleno vigor, com a eliminação dos lixões, é importante alinhar algumas definições pertinentes ao setor:

- **Reciclagem:** processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do SISNAMA e, se couber, do SNVS e do SUASA (item XIV).
- **Reutilização:** processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do SISNAMA e, se couber, do SNVS e do SUASA (item XVIII).
- **Rejeitos:** resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade senão a disposição final ambientalmente adequada.
- **Resíduos sólidos:** material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (item XVI).

Observa-se, a partir destas definições legais, que o setor pratica a reutilização dos resíduos sólidos quando os utiliza "in-natura" na lavoura como biofertilizantes ou na indústria, na produção de bioeletricidade. A reciclagem dos resíduos é praticada quando são utilizados após mistura, homogeneização e secagem nos pátios de mistura ou até tratamento.

Não há praticamente interface direta com o consumidor final. Os produtos finais são comercializados a granel. Algumas usinas com refinaria lidam com embalagens plásticas ou papel de sacos de açúcar, tema de pós consumo, não tratado aqui. Os resíduos sólidos gerados pelo setor são:

- **Palha ou palhiço da cana:** originada na colheita da cana sem queimar em uma quantidade aproximada de 0,14 t MS/t cana. Trata-se de um resíduo não perigoso e não inerte (classe II-A, segundo a ABNT). Atualmente, parte é mantida no campo como cobertura do solo, e parte é recolhida juntamente com a cana, compondo-se com o bagaço na moenda. Há pesquisas para um maior recolhimento da palha e seu melhor aproveitamento energético na cogeração de bioeletricidade e produção de etanol celulósico, entre outras possibilidades, como se verá adiante.



- **Bagaço:** longe de ser um resíduo, trata-se de um verdadeiro insumo na produção canavieira. A fibra da cana (bagaço) vai fornecer a energia necessária para a extração da sacarose a ser processada. Há um balanço quase perfeito entre teor de fibra da cana e teor de sacarose para que o processo se desenvolva com viabilidade econômica. O bagaço é produzido na quantidade aproximada de 0,25 t/t cana e é composto pelas fibras e impurezas com um teor de 50% de umidade. Pode ser classificado como resíduo não perigoso não inerte (classe II-A da ABNT) e é reutilizado integralmente nas caldeiras para a produção de vapor e bioeletricidade para autoconsumo e venda. Há um forte mercado de bagaço para fins energéticos de indústrias de outros setores, notadamente a cítrica. Existe empenho em cada vez mais otimizar seu uso na cogeração de energia.
- **Torta de filtro:** resíduo proveniente do lodo do decantador de caldo da fabricação de açúcar e etanol. É feita uma lavagem deste lodo para maior recuperação de sacarose e, depois, uma filtração/prensagem, produzindo uma torta na proporção de 25 a 40 kg/t cana, com umidade entre 70 a 80%. Resíduo não perigoso e não inerte, classe II-A, rico em potássio e macro e micro nutriente. É utilizado como adubo orgânico na lavoura de cana “in natura” ou após mistura, homogeneização e secagem em pátio de mistura ou de “compostagem”.
- **Cinzas:** resíduo proveniente das caldeiras de queima do bagaço, na proporção aproximada de 2,0 kg MS/t cana, cuja classe é II-B (não perigoso – inerte). É composto de areia e cinzas, sendo reutilizado como fertilizante na lavoura, conjuntamente com a torta, para o aproveitamento do potássio.
- **Fuligem:** resíduo originado no sistema de tratamento das emissões atmosféricas das caldeiras, principalmente lavadores de gases da chaminé, numa proporção de aproximadamente 12,0 kg/t cana, com umidade de 70 a 80%. Trata-se de resíduo não perigoso não inerte (classe II-A), que é igualmente reutilizado na lavoura de cana para aproveitamento do potássio, conjuntamente ou não com a torta.
- **Terra da limpeza de cana:** resíduo retirado sob a mesa de alimentação da cana para a esteira, podendo ser arrastado via seca (correia transportadora) ou via úmida (corrente de água). Trata-se da terra trazida juntamente com a cana, pela colheita mecânica ou mesmo pelo carregamento mecânico da cana. São as chamadas impurezas minerais. Sua produção é bem variada, dependendo de épocas de chuva, nas quais sua concentração é maior, pois fica mais impregnada aos colmos, podendo-se estimar de 15 a 30 kg MS/t cana. É um resíduo classe II-B (não perigoso e inerte), nesse caso um rejeito, pois sua disposição final é feita em áreas para acertos de terrenos ou espalhada no campo (podendo espalhar semente de ervas daninhas). Não há reutilização, mas tão somente devolução da terra ao seu local de origem, o campo.
- **Óleos lubrificantes inservíveis:** originados da lubrificação de máquinas, veículos e equipamentos como moendas, são armazenados em tambores ou tanque protegido e vendidos para empresas recuperadoras de óleo para serem reciclados. São resíduo classe I (perigoso). Sua produção é muito variável, podendo-se estimar grosseiramente em 2,5 kg/t cana.
- **Lixo comum:** resíduo originado da varredura de pisos e pátios, classe II-A (não perigoso não inerte), composto por materiais diversos, como terra, bagacilho, pedaço de cana pisado, poda de jardim e outros. Normalmente é acondicionado em caçambas e enviado a aterros de resíduos não perigosos (municipais ou particulares).
- **Lixo de laboratório:** restos de embalagens e produtos químicos vencidos do laboratório, bem como o próprio lixo gerado nos laboratórios de pagamento de cana e da indústria. Possui uma fase orgânica proveniente das análises da cana (essencialmente bagaço, que é reaproveitado no processo) e uma fase colhida e armazenada separadamente. Classe I (perigoso), que é devolvido aos fabricantes (embalagens e produtos vencidos) no sistema de logística reversa.



- **Lixo de ambulatório:** são recolhidos separadamente e enviados para disposição conjunta com os da cidade (incineração ou autoclavagem), por se tratarem de resíduos perigosos (classe I).
- **Lodo de fossas:** resíduo classe II-A (não perigoso – não inerte), é recolhido por caminhão limpa-fossa e enviado a ETE's municipais. Sua geração, estimada em 0,3 kg/pessoa dia, é esporádica e resultante da limpeza de fossas.
- **Embalagens de agrotóxico:** resíduo classe I (perigoso), proveniente das embalagens dos agrotóxicos. São latas, vidros e plásticos. De há muito o setor pratica a “tríplice lavagem”, inutilizando e guardando as embalagens em depósitos cobertos para serem enviadas a centros de reciclagem para reprocessamento. Nestes centros, os materiais são reciclados com segurança e enviados a fábricas de vidros, acearia e de conduites flexíveis, no caso do plástico. As usinas têm também sistema centralizado para o manuseio dos agrotóxicos, denominado “calda pronta”, no qual todo o processo de preparo da calda com o agrotóxico e a tríplice lavagem é centralizado. Evita-se, assim, o espalhamento das embalagens no campo, resultando em grande segurança no manuseio do agrotóxico, destino das embalagens e na lavagem dos equipamentos utilizados.
- **Pneus inservíveis:** são resíduos não perigosos inertes (classe II-B), armazenados convenientemente e devolvidos aos fornecedores (logística reversa).
- **Resíduos especiais:** resíduos perigosos classe I, que possuem legislação própria (lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias). São coletados seletivamente, armazenados e dispostos conforme a lei. São recolhidos pelo fabricante ou enviados a centros de recuperação (do mercúrio no caso de lâmpadas), pela logística reversa do fornecedor.
- **Vinhaça:** resíduo de consistência líquida, porém tratado como resíduo sólido, segundo a ABNT, por não ter tratamento convencional que permita seu lançamento em corpos. Trata-se de resíduo não perigoso – não inerte (classe II-A), cujo volume é estimado em aproximadamente 12 L/L de etanol produzido (com cerca de 3% de sólidos totais). É originado na etapa de destilação do etanol e reutilizado na fertirrigação dos canaviais, devido aos macros e micros nutrientes, principalmente potássio. Substitui com vantagens parte da adubação mineral.

## Gerenciamento dos resíduos sólidos canavieiros

Considerando a produção dos resíduos em relação à matéria prima, o setor maneja um grande volume equivalente de resíduos sólidos, praticamente 1,0 t de RS por t cana. O gráfico da Figura 1 ilustra esta produção média e mostra que a vinhaça é o RS mais volumoso produzido pelo setor, considerado o “mix” de produção açúcar e etanol de 50%. Caso fosse a produção só de etanol em uma destilaria autônoma, este peso relativo seria maior ainda.

Um bom gerenciamento de resíduos deve ser realizado conforme a ABNT NBR 10004, que os classifica, como já foi mencionado, em três categorias: classe I - perigoso; classe II - A, não perigoso e não-inerte, e classe II - B, não perigoso e inerte. A nova legislação de resíduos deixa clara a prática dos 3 Rs - reduzir, reutilizar e reciclar. No setor de açúcar, etanol e bioeletricidade, os resíduos, em sua maioria, são reutilizados pelas suas características energética, como o bagaço da cana, ou agrônomicas, como a vinhaça, torta de filtro e cinzas de caldeiras. São poucos os resíduos rejeitados.

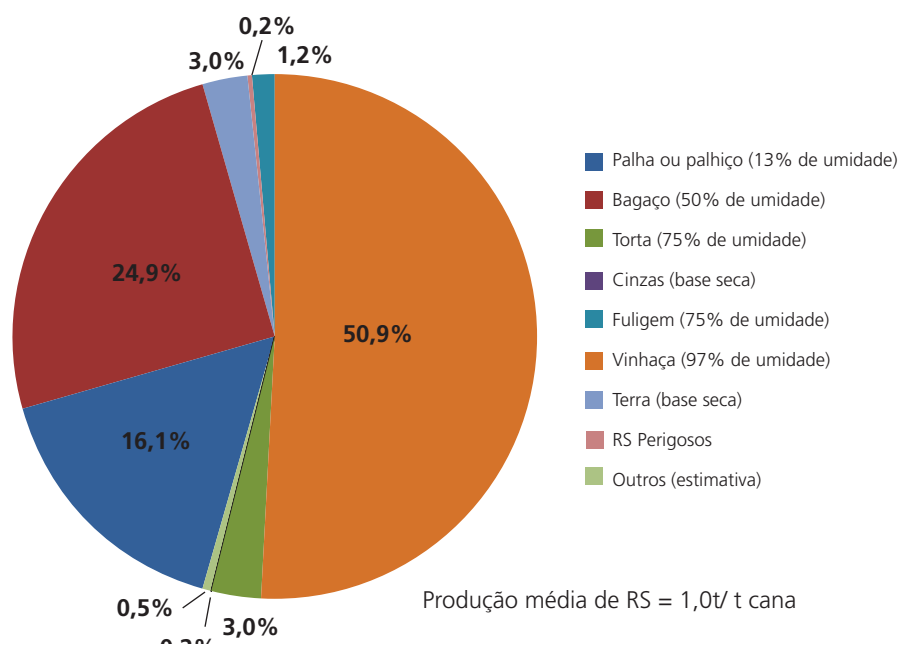
Como já foi visto, a grande maioria dos resíduos sólidos das usinas é enquadrada como não perigosa. A Figura 2 apresenta a distribuição final dos RS do setor. Observa-se que 80% dos resíduos gerados são prontamente reutilizáveis no setor (uso energético e uso agrônomico). Uma porcentagem de



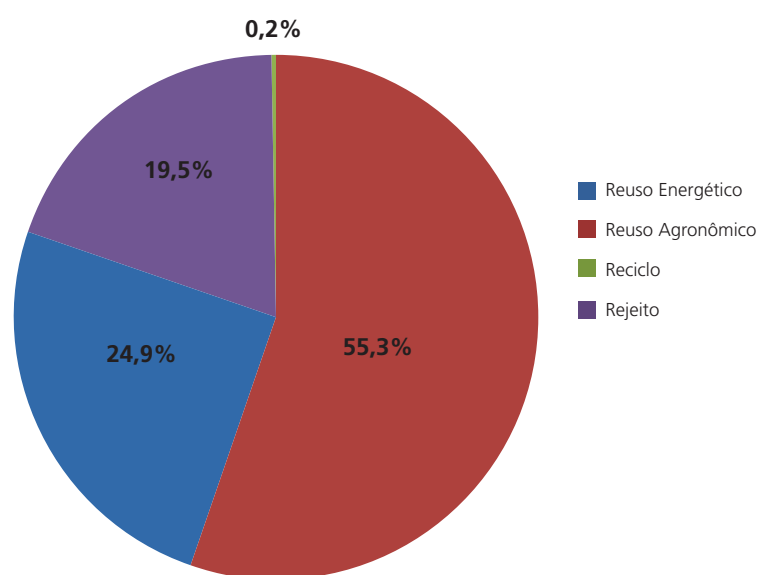


20% é rejeitada, em sua maior parte a palha, que tem grande potencial de utilização na produção de etanol de segunda geração, mas ainda é deixada no campo, e a terra de limpeza de cana, que deve ser cada vez mais objeto de redução, tendo em vista a melhoria da matéria prima.

**Figura 1 – Distribuição percentual média da geração de resíduos sólidos do setor canavieiro**



**Figura 2 – Disposição final dos resíduos sólidos do setor canavieiro**





## Boas práticas

### 1. Produção de bioeletricidade

Utilizado diretamente nas caldeiras de combustão, o bagaço é a fonte energética essencial para o processamento dos produtos canavieiros (açúcar e etanol), aliado a uma produção excedente de bioeletricidade disponibilizada na rede elétrica. Toda a energia necessária para a fabricação de açúcar e etanol é proveniente da queima do bagaço em caldeiras, o que se considera como aproveitamento de um resíduo. Ele gera vapor para a produção de energia térmica (calor), para o processo de energia mecânica na movimentação de equipamentos (turbo bombas e de turbinas para geradores de eletricidade).

O uso do bagaço é um importante diferencial na produção de etanol a partir da cana-de-açúcar, pois a dependência de energia fóssil é mínima, mais voltada para as operações agrícolas, com o uso do diesel. Aliado ao potencial uso energético da palha, tem-se o aproveitamento integral da cana, possível pela eliminação da queimada para a colheita. A cana-de-açúcar é composta de 1/3 de caldo e 2/3 de biomassa, formada por palha, ponteiro e bagaço. Do caldo já se fabrica o açúcar e o etanol. O restante representa um potencial de matéria-prima que começa a ser explorado, muito embora a maior parte do bagaço já seja utilizada no próprio processamento industrial.

Segundo a UNICA, em seminário da CNI (Confederação Nacional da Indústria), (Zilmar de Souza, 2014), em 2013 o setor produziu 31.220 GWh de bioeletricidade, dos quais 16.153 GWh para o autoconsumo e 15.067 GWh com a utilização do bagaço. O potencial de produção de excedentes energéticos para a rede pública é muito grande. Está estimado para 2022, com o crescimento do setor (1 bilhão de toneladas de cana em 2022), “retrofit” de usinas e o uso energético da palha, em 193.526 GWh - ou seja, quase duas usinas do porte de Itaipu.

O autoconsumo e o excedente comercializado atual de bioeletricidade a partir do bagaço de cana representam parcelas aproximadamente iguais de 50 % da geração. Atualmente, a participação da biomassa da cana na geração de energia elétrica na Matriz Elétrica brasileira é de 6,0% (incluindo o autoconsumo), com a geração de 31,22 TWh em 2013, tendo-se por base o consumo final de energia elétrica de 516,3 TWh (EPE - BEN 2014). O potencial é muito maior, podendo a bioeletricidade atingir parcela significativa de 25 a 30% da atual oferta nacional.

### 2. Produção de biogás e biometano

Os resíduos orgânicos canavieiros possuem um grande potencial de produção de biogás pelo processo anaeróbio de biodigestão. De há muito a vinhaça é objeto de tentativas na produção de biogás. Não tem ainda, contudo, viabilidade econômica, pelas baixas tarifas de bioeletricidade pagas ao setor. Em 2010, o custo de produção de bioeletricidade da vinhaça foi estimado em R\$ 200,00/MWh a R\$ 350,00/MWh (ELIA NETO, 2014), não sendo competitivo com o valor de mercado para contratos de médio e longo prazos até então, na ordem de R\$ 100,00 a R\$ 140,00/MWh.

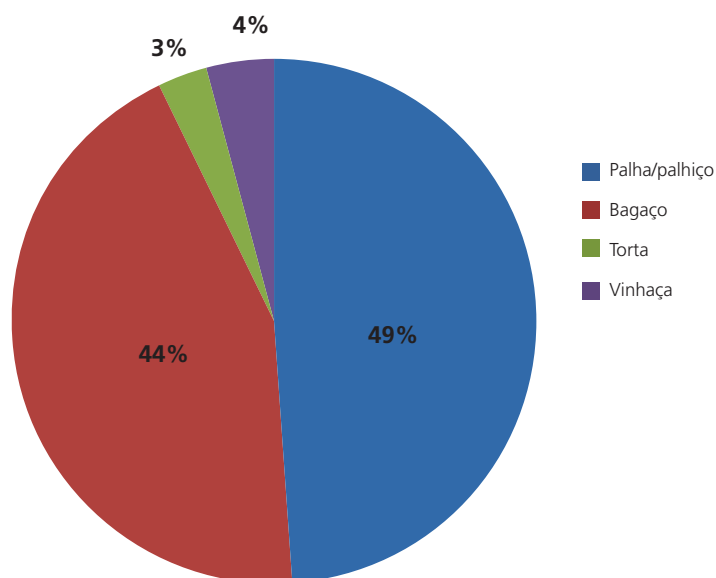
Em 2014, por conta do “stress hídrico” no Sudeste, os preços da bioeletricidade serão mais atraentes, o que, aliado a incentivos governamentais, poderá viabilizar projetos de biogás da vinhaça e de outros resíduos, como torta, palha e bagaço. O potencial de produção energética a partir dos RS canavieiros é mostrado na Figura 3 e foi obtido com base em outros RS similares (GIZ, 2010 e ELIA NETO et al., 2009).

São estimados 83,2 bilhões de m<sup>3</sup> de biogás com aproximadamente 50 a 60% de metano quando se consideram todos os resíduos do setor, podendo-se gerar 167,84 TWh por ano na combustão com moto geradores a biogás, o que representa 32% da atual Matriz de Consumo Elétrico. Saliente-se que boa parte destes resíduos (44% representado pelo bagaço) já tem seu potencial energético usado na cogeração da bioeletricidade. Resta aproveitar, no entanto, 56% do potencial representado



pelos demais resíduos, principalmente da vinhaça e da torta, que poderiam agregar mais 10 TWh de bioeletricidade (cerca de 2% a mais na Matriz Elétrica), conforme é ilustrado na Figura 4.

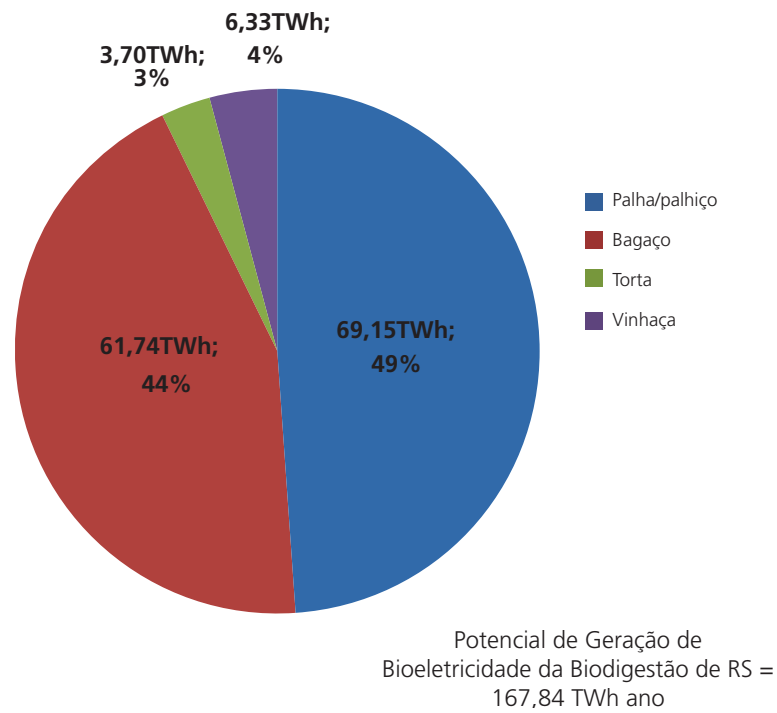
**Figura 3 – Potencial de geração de biogás dos resíduos sólidos do setor canavieiro**



Potencial de Geração de Biogás de RS =  
83.251.776.375 N m<sup>3</sup> biogás ano  
(49.951.065.825 N m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> ano)



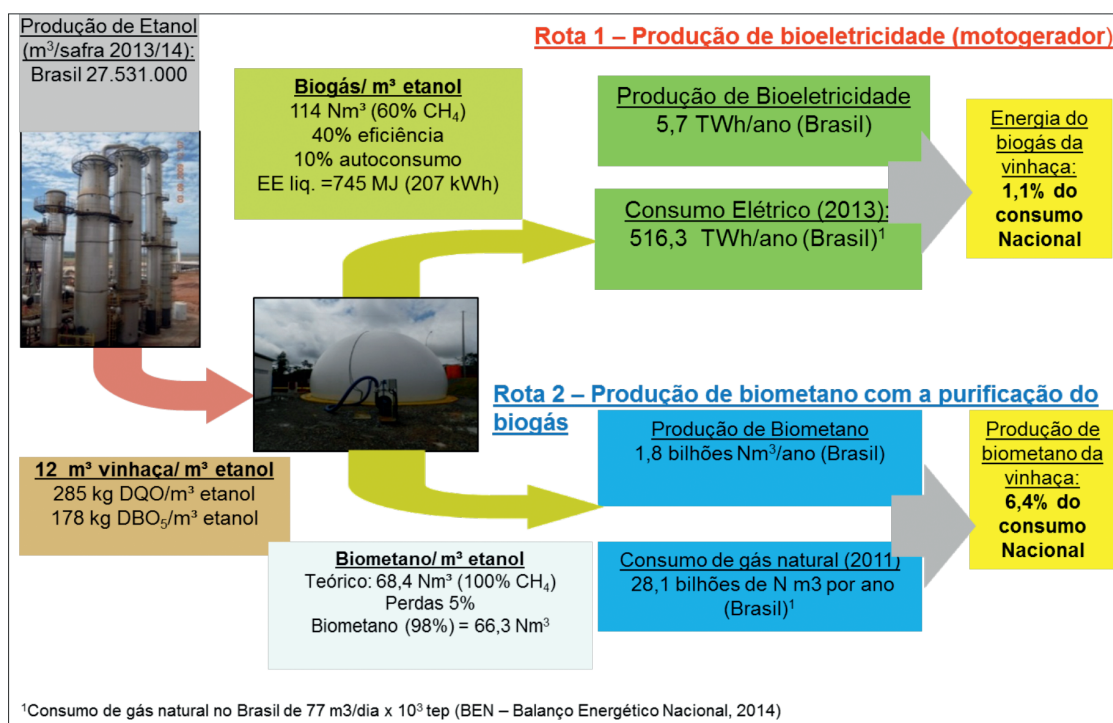
**Figura 4 – Potencial de geração de bioeletricidade da combustão em moto geradores a biogás dos resíduos sólidos do setor canavieiro**



Todo este biogás alternativamente pode virar biometano com sua purificação, atingindo um potencial de 50 bilhões de m<sup>3</sup> de biometano (base safra 2013/2014). Segundo BEN (2014), a produção de gás natural em 2013 foi de 77 milhões de m<sup>3</sup> por dia (28,1 bilhões de m<sup>3</sup> por ano). O potencial de produção dos RS canavieiros representa, portanto, quase o dobro da produção nacional de gás natural. Considerando-se apenas os resíduos ainda sem exploração energética, como vinhaça, torta e palha, o potencial de geração de biometano é de 23,6 bilhões de m<sup>3</sup> (84% da produção nacional de GN). Somente a vinhaça já possui um grande potencial de geração, como mostrado na Figura 5. Na rota 1 de bioeletricidade pode-se incrementar mais 1,1% de energia na Matriz Elétrica, enquanto que na rota 2 de produção de biometano pode-se atingir um patamar de 6.4% a mais na disponibilidade de GN.



Figura 5 – Rotas potenciais de produção de bioeletricidade e biometano da biodigestão da vinhaça – base 2013



### 3. Adubação

Trata-se de um aproveitamento não concorrente com a produção energética. Pode-se explorar o potencial energético dos RS e ainda se terá o potencial como fertilizante. Este aproveitamento agrícola já é realizado pela reutilização dos RS “in natura” - vinhaça, torta, cinzas e fuligens - na substituição de adubo mineral NPK. FARONI et all (2010) estima que a utilização destes resíduos em 2010 substituiu 1,4 milhão de toneladas de NPK, que se fossem reutilizados nas dosagens recomendadas equivaleria a uma economia de adubo de 45% de nitrogênio, 77% de fosfato e 88% de potássio. Calcula-se uma redução de aproximadamente 50% nos custos de adubação da cana de açúcar, estimados hoje em R\$ 5 bilhões por ano.

Parte destes resíduos é reciclada - ou seja, processada em pátio de mistura onde passa pelo processo de homogeneização e secagem - para diminuir os custos de transportes para a lavoura, conforme é ilustrado na Figura 6.



Figura 6 – Misturador de resíduos do setor canavieiro (foto: CTC)



#### 4. Etanol celulósico

Outra linha de aproveitamento dos resíduos é a produção de etanol celulósico a partir do bagaço e palha. O recolhimento da palha (Figura 7) representa um grande potencial de biomassa ainda não inteiramente explorado, que, somado ao bagaço excedente do setor, pode servir de fonte primária para a produção sem a concorrência com a atual cogeração de bioeletricidade do etanol de 2ª geração.

Figura 7 – Transporte de fardos de palha do setor canavieiro (foto: A. Elia Neto).



É uma inovação tecnológica na qual o setor vem investindo, com plantas pilotos em escala comerciais no Brasil e no mundo, considerando várias fontes de resíduos agrícolas. Uma tonelada de RS (bagaço



e palha) base seca pode gerar aproximadamente 450 litros de etanol celulósico (pentose e hexose), ou seja, uma tonelada de cana tem o potencial de gerar mais 57 litros de etanol celulósico a partir do seu bagaço intrínseco. Isto representa um aumento de produtividade da ordem de 30% a 40% de etanol sem aumento de área de cultivo. A esta nova produção a partir de um resíduo vem se somar a produção de mais resíduos, como a nova vinhaça de 2ª geração, que também tem um grande potencial de utilização energética pela sua biodigestão.

## Desafios

Como se demonstrou, é intenso o reuso dos resíduos sólidos do setor canavieiro. O uso energético do bagaço para o auto consumo e venda de bioeletricidade e o reuso dos resíduos agrícolas tornam a produção sucroalcooleira a mais sustentável do mundo. Os desafios ainda são grandes, pois o atual potencial de produção de bioeletricidade pela cogeração com o bagaço ainda não está sendo convenientemente explorado. É possível, portanto, se agregar ainda muito mais energia limpa à Matriz Elétrica brasileira. Para isso, é necessária a inserção definitiva da biomassa na Matriz Energética, com leilões por regiões e por fontes de energia.

O grande desafio é explorar ainda mais o potencial energético dos resíduos orgânicos, tendo em vista que não se perderá o seu reuso agrícola. É perfeitamente viável ampliar significativamente a produção de energia mais limpa tanto para uso próprio da usina, com o biometano na frota, ou para venda a terceiros, com injeção de biometano na rede de gás.

O recolhimento da palha, na proporção que mantenha os benéficos de cobertura de solo no campo e de insumo energético na indústria, é o grande desafio mundial para a nova geração de etanol celulósico.

Devem ser priorizadas as inovações tecnológicas de redução dos resíduos para uso agrícola, como a vinhaça, para que seu manejo seja cada vez mais sustentável ambiental e economicamente. Resta explorar todo o potencial energético da vinhaça.

Exemplo dignificante de sustentabilidade, o setor canavieiro tem amplas condições de aumentar ainda mais sua inestimável contribuição à preservação ambiental e à produção de energia limpa.

## Referências

GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH **Guia Prático do Biogás - Gerção e Utilização**. Probiogás Projeto Brasil Alemanha de Fomento ao Aproveitamento Energético do Biogás. 5ª edição, Gülzow, 2010.

ELIA NETO, A.; SHINTAKU, A.; PIO, A.A.B.; CONDE, A.J.; FRANCESCO, F.; & DONZELLI, J.L. **Manual de Conservação e Reúso de Água na Agroindústria Sucroenergética**. Coordenação Técnica: André Elia Neto, Publicado por: ANA – Agência Nacional de Águas; FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, UNICA – União da Indústria da Cana-de-Açúcar; e CTC – Centro de Tecnologia Canaveira, Brasília, 2009.

ELIA NETO, A. **Biogás a partir de Vinhaça**. 2ª. Conferência Biogás e Bioeletricidade 2014, Realização: Página Sustentável, São Paulo, SP, 28 e 29/04/2014

FARONI, C.E.; DONZELLI, J.L.; PENATTI, C.P.; FORTI, J.A.; SILVA, P.C. **Subprodutos Agroindustriais na Nutrição da Cana-de-açúcar- Safra 09/10**. Relatório Técnico de P&D. Centro de Tecnologia Canaveira, Piracicaba, SP, 2010, 70p.

SOUZA, Z. de, **Bioelectricity Overview - Clean Technology Seminar-CNI**. Brasília, April1, 2014

UNICA UNIÃO DA INDÚSTRIA DA CANA DE AÇÚCAR **Banco de Dados UNICADATA**. Site HYPERLINK "http://www.unicadata.com.br" www.unicadata.com.br, acessado em 11 de junho de 2014.

---

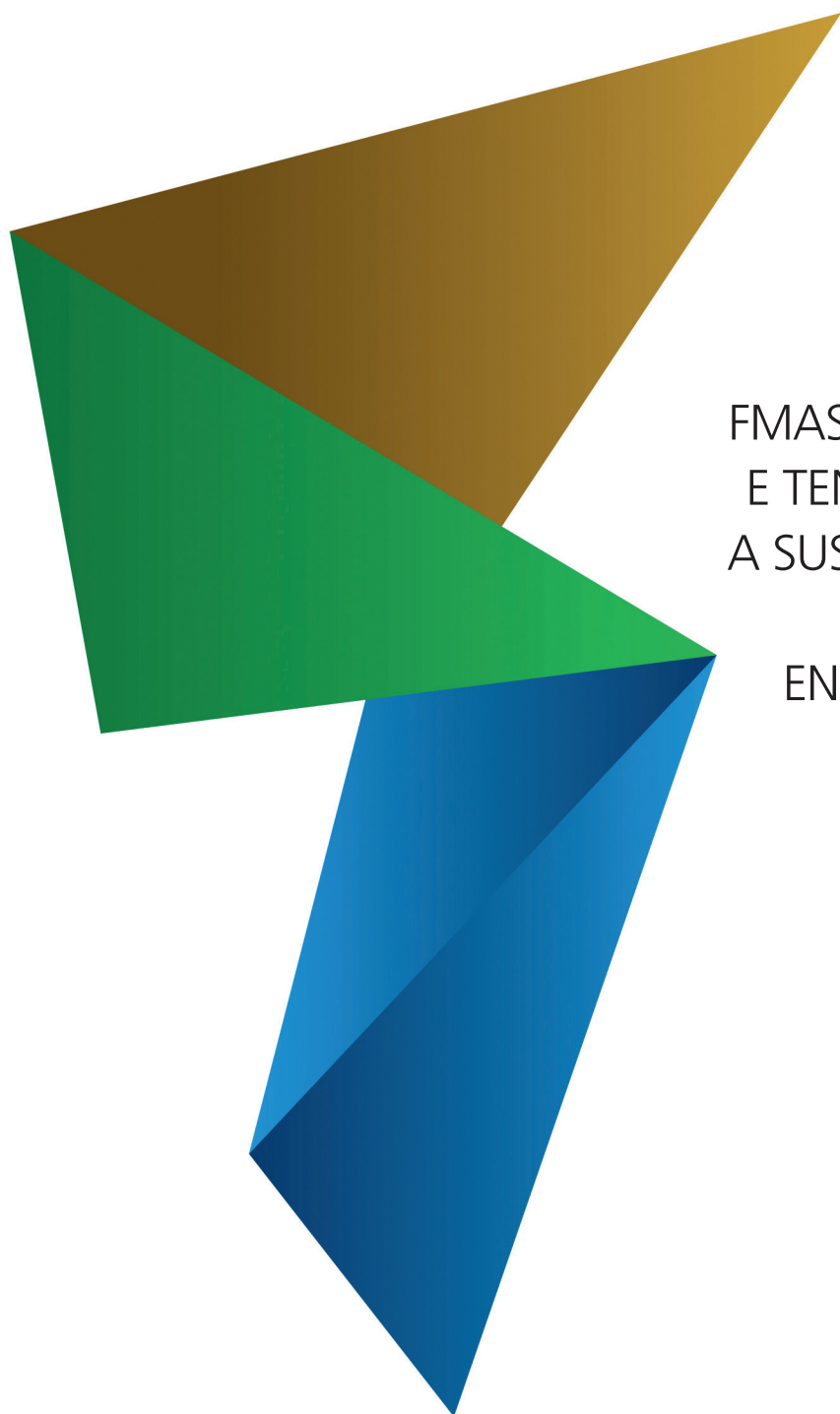
### CRÉDITOS

#### FÓRUM NACIONAL SUCROENERGÉTICO

André Elia Neto

**Engenheiro consultor de meio ambiente e recursos hídricos da UNICA**





FMASE – INOVAÇÕES  
E TENDÊNCIAS PARA  
A SUSTENTABILIDADE  
NO SETOR DE  
ENERGIA ELÉTRICA





# 1. Contextualização do Setor Elétrico Brasileiro (SEB)

Pilar da economia e do desenvolvimento social e econômico mundial, o setor elétrico é de primordial interesse público. Estudos desenvolvidos pelo DOE (*Department of Energy* dos Estados Unidos), de junho/2014, indicam que não ocorrerão mudanças significativas nas participações de fontes renováveis de energia no suprimento das demandas mundiais. A oferta de energia, por sua vez, estará baseada majoritariamente nos combustíveis fósseis, amparada de forma complementar em reduzida participação de fontes renováveis.

Os principais resultados desses estudos apresentam evolução da oferta para 17.094,6 milhões de toneladas Equivalentes de Petróleo (tEP), em 2030, em taxa anual média de crescimento de 1,5% no período. A participação dos combustíveis fósseis no cenário internacional será de 83%, em 2030, indicando redução de 2% no comparativo atual, enquanto a participação das fontes renováveis crescerá, chegando a 11% da matriz, nas próximas duas décadas.

O consumo energético mundial terá crescimento com taxas anuais médias no patamar de 2%. No Brasil, onde a oferta de energias renováveis já representa mais de 45% do total, em virtude da consolidação de políticas de agroenergia e hidroeletricidade, a taxa anual de crescimento do consumo será de 2,8%.

Previsões sobre o crescimento da economia mundial apontam, até o ano de 2035, que o PIB crescerá a uma taxa de 3,2% a.a., passando de US\$ 63,13 trilhões em 2007 para US\$ 153,66 trilhões em 2035, ou seja, o tamanho do mercado mundial aumentará em 243,40%. Sem dúvida, esse crescimento terá um relevante papel no aumento da demanda de energia, pela sua vital importância para o desenvolvimento de qualquer sistema econômico.

Nos últimos anos, o mundo tem dado cada vez maior importância aos riscos e incertezas da degradação ambiental. O uso de energia mais limpa e renovável tornou-se estratégico para o desenvolvimento sustentável.

Ao contrário da presença majoritária das fontes não renováveis de energia na matriz mundial, a matriz energética brasileira é uma das mais limpas do mundo, com forte presença de fontes renováveis de energia. Enquanto no Brasil a energia renovável tem exatos 46,70% de participação, no resto do mundo (já incluídos os países ricos) esse percentual não passa de 13% e 8%, respectivamente. Pelo lado das emissões, enquanto o país emite 1,4 tonelada de dióxido de carbono (tCO<sub>2</sub>) por tonelada equivalente de petróleo (tEP), no restante do mundo este indicador é de 2,4 tCO<sub>2</sub>/tEP. Em alguns países com forte presença de fontes fósseis (óleo, gás e carvão mineral) em suas matrizes energéticas, esse indicador passa de 3 tCO<sub>2</sub>/tEP.

Dado que o Brasil continuará na liderança da produção mundial de energias renováveis nas próximas duas décadas, a sua matriz eletroenergética poderá inspirar outros países com suas experiências bem-sucedidas, inclusive em áreas em foco por iniciativas da ONU, pelos seguintes fatos e resultados:

- (a) O país vem cumprindo os compromissos assumidos na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio +20), assegurando, entre outras ações estratégicas, uma matriz limpa, incremento da eficiência energética e universalização do acesso à energia elétrica - atualmente, 99,5% da população brasileira possui energia elétrica em suas residências. No final de 2013, o Programa Luz para Todos já havia atingido a marca de 15 milhões de beneficiados, gerando emprego e renda e contribuindo para a permanência dos brasileiros no campo.
- (b) A economia energética brasileira pode ser considerada de baixo carbono, pois 46% de sua matriz energética provem de fontes renováveis, entre elas a hidrelétrica e a biomassa. Por sua vez, na matriz elétrica, este número ultrapassa os 80%.



- (c) O planejamento energético nacional prevê que a participação de fontes renováveis na capacidade instalada de geração elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN) crescerá 2% nos próximos dez anos, passando de 83,8% em 2012 para 85,8% em 2022. Esse aumento se deve, em especial, ao crescimento do parque eólico do país, que saltará de 1,5% no final de 2012 para 9,5% em 2022. A capacidade instalada das usinas eólicas, hoje em torno de 1,8 mil megawatts (MW), subirá para 17,4 mil MW no decênio.
- (d) O investimento no setor elétrico, até 2022, será de R\$ 269 bilhões, dos quais 77% destinados à geração e 23% à transmissão.
- (e) As decisões estratégicas, tomadas pelo Brasil, durante a crise mundial do petróleo na década de 1970, possibilitaram ao país ter, hoje, sua matriz eletroenergética em destaque internacional. O país é exemplo de como explorar o potencial hidroelétrico, implantar um sistema de transmissão de grande extensão, desenvolver conhecimento e tecnologia nacional e implementar um programa de biocombustível – etanol de cana-de-açúcar. Graças a isso, dispomos hoje de uma capacidade instalada de 128 mil MW, produzindo mais de 80% de sua energia por meio de fontes renováveis, bem como de um sistema de transmissão de alta tensão com 117 mil quilômetros de extensão, cuja gestão é realizada dentro de critérios de sustentabilidade e segurança.

A grande questão que vem se tornando cada vez mais evidente é se o Brasil estará preparado para atender à demanda futura de energia, diante da pressão sobre a maior produção desse insumo pelas indústrias nos próximos anos. Ao mesmo tempo, o consumo de energia das famílias aumentará por conta do crescimento da população e, principalmente, da renda. Para que a produção de energia não seja o ponto de estrangulamento do crescimento econômico, será preciso definir com clareza no setor as metas de investimento para a produção de energia, bem como o papel estratégico que desempenhará no crescimento econômico nacional.

Considerando que a produção de energia deverá se ampliar na medida em que cresça a economia brasileira, sua indisponibilidade pode produzir efeitos econômicos severos. Assim, diversos estudos que utilizam modelos insumo-produto híbridos vêm sendo desenvolvidos no país para definir a disponibilidade e o uso setorial de energia com suas implicações ambientais.

Um dos desafios do Brasil para as próximas décadas é a infraestrutura. Em menos de dez anos, o país criou 14 milhões de empregos. Segundo o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), “a infraestrutura é ainda um dos principais desafios para o Brasil”. Apesar de investir 2,5% do PIB no setor, isso não é suficiente, segundo o BID.

Há décadas, todos os programas de investimento em infraestrutura repetem os mesmos projetos do programa anterior. Muitos deles têm sido interrompidos por contingenciamentos orçamentários, problemas de licenciamento, escassez de técnicos.

Ainda há dúvidas quanto às medidas que o governo federal pode vir a tomar para equacionar um eventual descompasso entre a oferta e o consumo de energia. Tampouco, há cálculos sobre qual seria a dimensão de uma potencial necessidade de redução do consumo de eletricidade.

O desenvolvimento do setor elétrico é estratégico para o crescimento social e econômico de qualquer país, uma vez que a energia elétrica é insumo essencial para a expansão da indústria, as atividades de comércio, assistência à saúde e vida cotidiana. É necessário assegurar a continuidade da prestação deste primordial serviço público para que se mantenha a segurança nacional. Os investimentos no setor elétrico são vitais, além disso, para o incremento de emprego e renda em regiões deprimidas economicamente.



O cenário brasileiro apresenta crescente demanda por energia elétrica, de forma que são inevitáveis investimentos no setor em novos projetos e tecnologias eficientes. Com isso, se evita a ocorrência de riscos sistêmicos, assegura-se a continuidade da prestação do serviço público e consagra-se a segurança jurídica dos contratos. Os investimentos ampliam a inovação tecnológica, essencial para assegurar ganhos de produtividade e competitividade de produtos e serviços e o desenvolvimento sustentável.

Relatório da Agência Internacional de Energia (AIE) de junho/2014 mostra que 80% dos investimentos em energia na Europa, nos últimos 10 anos, foram aplicados em fontes renováveis, 60% dos quais só para energia eólica e solar fotovoltaica. Independentemente dos problemas de suprimento, o aproveitamento de energias renováveis com eficiência é uma questão de segurança energética e sustentabilidade. Aliadas a outras fontes geradas localmente, as energias eólica e solar podem ajudar a reduzir a dependência brasileira na importação de combustíveis que afetam a nossa balança de transações correntes.

Por outro lado, é necessário desenvolver a geração térmica para dar segurança energética a um sistema renovável de geração de energia. Com isso, desenvolvem-se as fontes energéticas disponíveis no Brasil (carvão, gás e nuclear), aquecendo a economia e a geração de emprego. Cada real aplicado em geração térmica a carvão é multiplicado por 3,68 reais na economia.

A utilização de energia solar, fonte limpa, sustentável e econômica, apresenta diversas possibilidades. Entre elas a utilização de usinas fotovoltaicas de larga escala, a geração distribuída, produtos e soluções personalizados para uso em usinas de energia solar térmica, incluindo campos solares, blocos de energia e componentes essenciais para geração solar (produtos solares orgânicos, refrigeração solar, etc).

A biomassa também é uma importante alternativa. Esta fonte é produzida por meio de toda matéria orgânica não fóssil, de origem animal ou vegetal, que pode ser utilizada na produção de calor, seja para fins térmico industrial, para geração de eletricidade e/ou que pode ser transformada em outras formas de energias sólidas (carvão vegetal, briquetes), líquidas (etanol, biodiesel) e gasosas (biogás de lixo).

Na modalidade hidráulica, outra alternativa de fontes renováveis está nas pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), que já demonstraram ser excelente fonte de energia limpa com baixo custo final, podendo estar localizadas junto aos centros de carga. Assinale-se ainda que o caráter descentralizado da geração hidrelétrica assegura redução do custo de transmissão e segurança energética.

Por fim, há a energia eólica, que, no Brasil, tem experimentado impressionante desenvolvimento e, assim como as outras fontes de geração de energia, deve continuar a ser incentivada. No Brasil, os ventos apresentam uma produtividade média de 42%, bem superior à produtividade na Europa, de 25%.

No Brasil, em média, o megawatt-hora (MWh) gerado pelos ventos foi contratado por R\$ 129,97 no leilão realizado em junho último pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), valor 30% mais baixo do que os R\$ 184,65 alcançados no primeiro leilão, em 2009.

A redução de custos deveu-se especialmente à instalação, no país, de fábricas de aerogeradores, de pás, ao desenvolvimento de novas tecnologias e de equipamentos mais eficientes, às condições de financiamento do BNDES e à política do FINAME, além das políticas de incentivos tributários.



## Os resíduos sólidos do SEB (Sistema Elétrico Brasileiro)

A condição da matriz elétrica brasileira, na qual a fonte hídrica é responsável por cerca de 80% da geração, retrata o baixo índice de geração de resíduos sólidos. O aproveitamento dos recursos energéticos renováveis, como solar, eólico, PCH e bioenergia, não implicam geração direta de resíduos.

A geração nuclear e a geração termelétrica a carvão mineral são os principais segmentos de geração de resíduos no setor elétrico nacional, mas têm vantagens para a economia e a sociedade.

### a) Nas termelétricas

O Complexo Termelétrico Jorge Lacerda, instalado em Santa Catarina, por exemplo, produz cerca de um milhão de toneladas de cinzas de carvão mineral por ano. A grande vantagem comparativa é que toda esta quantidade de resíduos é utilizada como insumo nos processos industriais para fabricação de cimento, substituindo o calcário e podendo representar cerca de 30% da composição do cimento Pozolâmico, elementos construtivos de alvenaria e telhas, entre outros. Essas cinzas são classificadas em cinzas leves (fly ash – cinzas secas) e cinzas pesadas (bottom ash – cinzas úmidas) e cerca de 100% são utilizadas na produção do cimento. Aquelas não comercializadas retornam para as áreas de mineração.

Um dos fatores que contribui para tornar a indústria cimenteira brasileira uma das mais eficientes do mundo em relação às emissões de gases de efeito estufa é o chamado coprocessamento, no qual se utilizam, entre outros insumos, areias de fundição e cinzas, que substituem o combustível e o calcário na fabricação do cimento.

Considerando que o tratamento de resíduos de um determinado processo também é parte integrante de seu ciclo de vida, a disposição das cinzas provenientes da queima do carvão na Jorge Lacerda também deve ser considerada no cálculo das emissões de GEE. Nesse caso, de acordo com dados históricos dos últimos cinco anos, aproximadamente 80% das cinzas da termelétrica catarinense são reaproveitadas como substitutos do clínquer na indústria de cimento.

O clínquer é um insumo muito mais poluente e danoso ao meio-ambiente. Seu processo de produção gera emissões significativas de CO<sub>2</sub>, uma vez que se baseia na transformação do composto químico CaCO<sub>3</sub> em CaO, sendo o CO<sub>2</sub> o gás resultante desse processo de transformação emitido para a atmosfera. Dessa forma, com a utilização das cinzas em substituição ao clínquer, há uma redução nas emissões totais de CO<sub>2</sub> da cadeia, alcançando valores de uma tonelada de CO<sub>2</sub> reduzido por tonelada de cinza utilizada na fabricação de cimento.

Afora a destinação da cinza em pavimentação de estradas e na construção civil, encontra-se em desenvolvimento tecnológico sua utilização na fabricação de zeólitas sintéticas, usadas como adsorventes na remoção de metais pesados de efluentes industriais. Nesse sentido, está em execução projeto de pesquisa conduzido pelo Centro de Tecnologia de Carvão Limpo (CTCL/SATC), localizado em Criciúma/SC, para usar a cinza como adsorvente (via zeólitas) na captura de CO<sub>2</sub> de processos industriais de geração térmica.

### b) Nas usinas nucleares

A indústria nuclear é uma das poucas atividades com interferência humana que tem capacidade para controlar totalmente os rejeitos que produz. Devido às características do material radioativo, a Eletrobrás Eletronuclear armazena e controla em tempo integral os rejeitos das usinas de Angra, no Rio de Janeiro.



Os resíduos são classificados pelo seu teor de radioatividade. Nas usinas de Angra, os rejeitos classificados como de baixa radioatividade são materiais utilizados na operação das usinas, como luvas, sapatilhas, roupas especiais, equipamentos e até fitas crepes. Depois de coletados e separados, estes materiais sofrem um processo de descontaminação para reduzir os níveis de radioatividade. Alguns materiais são triturados e prensados, para ocuparem menos espaço, e acondicionados em recipientes que bloqueiam a passagem dessa radiação.

Os resíduos de média radioatividade, compostos de filtros, efluentes líquidos solidificados e resinas, são acondicionados em uma matriz sólida de cimento e mantidos dentro de recipientes de aço apropriados. Com o passar do tempo, esse material perde a radioatividade, mas até lá tem de ser encapsulado e armazenado em depósitos isolados e monitorados.

Os resíduos de alta radioatividade são os elementos combustíveis usados na geração de energia term nuclear. Como podem ser reaproveitados no futuro, depois de reprocessados, não chegam a ser propriamente rejeitos. Mas, enquanto isso não ocorre, os elementos utilizados na geração de energia ficam armazenados em piscinas especiais dentro dos prédios de segurança das usinas.

Os rejeitos radioativos ficam em depósitos, dentro da área da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), em Itaorna, até que a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) escolha um local para armazená-los definitivamente, assim como outros materiais radioativos usados pela indústria ou pela medicina.

Além de todo o cuidado na manipulação e armazenamento de rejeitos radioativos, a Eletrobrás Eletronuclear tem um programa de monitoramento permanente dos níveis de radiação do ar, da terra e da água em torno da CNAAA, acompanhado por universidades, institutos de pesquisa, IBAMA, CNEN e a Agência Internacional de Energia Atômica. O programa constatou que o funcionamento das usinas nucleares de Angra não alterou os níveis de radioatividade do meio ambiente.

A Eletronuclear implantou a Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Industriais (Catri), em que os trabalhadores separam os diversos tipos de resíduos recolhidos nas instalações de Angra, armazenam e providenciam um destino adequado para cada tipo de material, como, por exemplo, óleo lubrificante usado, lâmpadas fluorescentes, carvão ativado, pilhas, baterias, borras de solvente, restos de madeira, alumínio, entre outros materiais.

Em 2009, foram geradas 971,24 toneladas de resíduos na central nuclear, das quais 87% encaminhados para reciclagem e outros 9% utilizados em outros processos. Cada tipo de material requer um tratamento específico. As pilhas e baterias seguem para uma empresa que recupera os sais metálicos para usá-los como pigmento em tintas e corantes industriais.

As lâmpadas fluorescentes passam por um processo de descontaminação. No corte das lâmpadas, o vapor do mercúrio é capturado para retirada do pó do fósforo. O vidro pode ser usado em indústrias de cerâmica e artesanal. A poeira fosforosa segue para indústrias de tinta e o mercúrio metálico é utilizado em novas lâmpadas, termômetros e manômetros.

Outros resíduos, como solventes, borras de tinta, resinas de troca iônica, carvão ativado e placas de isolamento térmico, são aproveitados na indústria de cimento. Os materiais que têm poder calorífico (por conter carbono) são triturados e misturados, formando um composto que alimenta os fornos no qual é produzido o cimento. Já os materiais que têm outros componentes, como cálcio e ferro, são incorporados ao calcário e à argila do próprio cimento.



## Retornando à cadeia produtiva

O SEB, assim como todas as atividades econômicas, gera diversos resíduos em suas atividades de operação e manutenção. Parte dos resíduos é reincorporada à cadeia produtiva, e outros, devido às características de periculosidade, inflamabilidade, corrosividade ou patogenicidade, têm destinação feita por tecnologias apropriadas.

Entre os resíduos comumente gerados pelas concessionárias de energia, destacam-se os óleos minerais isolantes (OMI), utilizados como fluido isolante em equipamentos elétricos.

O SEB dedica especial atenção aos resíduos, como por exemplo, os óleos minerais contaminados com Bifenilas Policloradas (PCBs). Participa efetivamente das ações de governo para atendimento à Convenção de Estocolmo e, também, na definição e detalhamento da regulamentação em execução pelo governo, com o apoio da Associação Brasileira de Entidades de Meio Ambiente (ABEMA).

Por ser um tema extremamente relevante, a gestão de resíduos é objeto dos Indicadores Ethos da Associação Brasileira de Distribuidoras de Energia Elétrica (ABRADEE), aplicável ao setor de distribuição de energia.

## Experiências com os resíduos sólidos

Os PCBs, popularmente conhecidas como Ascarel, foram largamente utilizadas como fluido isolante em equipamentos elétricos antes dos anos 80. Apesar da comercialização ter sido proibida no Brasil em 1981 (por meio da Portaria Interministerial MIC/MI/MME nº 19, de 29/01/1981), ainda hoje há remanescentes deste produto no setor elétrico e industrial, pela ocorrência de contaminação cruzada.

Os PCBs são moléculas persistentes, bioacumulativos, biomagnificantes e pouco solúveis em água, características que os tornam perigosos à saúde humana e ao meio ambiente.

A Convenção de Estocolmo (CE), promulgada pelo Brasil por meio do decreto 5.472, de 20/06/2005, estabelece o banimento internacional do PCB, além de outros 11 POPs (Poluentes Orgânicos Persistentes).

Segundo a CE, as partes signatárias devem envidar esforços para banir os PCBs até 2028, seja na forma de resíduos ou equipamentos que os contenham.

Além da Convenção de Estocolmo, está tramitando no Congresso Nacional o projeto de lei 1075, de 2011, que dispõe sobre a eliminação controlada das Bifenilas Policloradas e dos seus resíduos. Encontra-se também em discussão na Câmara Técnica de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos (CTQAGR), do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, proposta de resolução para regulamentação do inventário PCB e gestão sustentável para sua eliminação. O SEB está engajado na discussão das duas normas, atuando por meio das entidades de classe, em parceria com o Ministério de Minas e Energia e a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.

Para os PCBs, existem basicamente duas possíveis destinações finais: descontaminação ou incineração. A descontaminação ocorre através de uma reação com sódio metálico, na qual as moléculas de PCB são descloradas, tornando o óleo isento de PCB. A vantagem desta tecnologia em relação à incineração é que as perdas de óleo são pouco significativas, enquanto na incineração há perda total do óleo.

Um dos pontos problemáticos na gestão de PCB é a existência de poucas empresas licenciadas para sua destinação final. Apenas duas promovem a incineração no Brasil (há uma terceira que exporta os resíduos para a Finlândia), e outras três realizam a descontaminação. Todas elas estão situadas próxi-





mas à costa, acarretando dificuldades de entrega principalmente para concessionárias de energia do Norte e Centro-Oeste.

O SEB está preocupado se as empresas atualmente existentes conseguirão suprir a demanda gerada dentro dos prazos estabelecidos na Convenção de Estocolmo. Outro aspecto importante é a realização de ensaios para identificar se há ou não contaminação no OMI por PCB, com a necessidade de metodologia, capacitação e creditação de laboratórios. Atualmente, poucas concessionárias e indústrias possuem laboratório próprio, dependendo de novos recursos, que implicam custos para a contratação de serviços ambientais junto a laboratórios externos.

A gestão dos PCBs divide-se, resumidamente, como já foi mencionado, em duas etapas: inventário e gerenciamento da destinação final sustentável.

Um dos principais pleitos do SEB nos fóruns que discutem as normas em elaboração (o projeto de lei e a resolução CONAMA) é a aceitação de métodos semiquantitativos (potenciométrico e colorimétrico) para determinação do teor de PCB na fase de gerenciamento. A justificativa são os altos custos das análises cromatográficas, além de existirem poucos laboratórios creditados pelo INMETRO para realização de análises. Tais circunstâncias poderão causar alta elevação de custos, se for exigida a creditação no curto prazo disponível para cumprimento da Convenção de Estocolmo.

É fundamental que o país promova a pesquisa de tecnologias de destruição e descontaminação de PCB. Isso tornaria possível atender a Convenção de Estocolmo e ampliar a capacitação da indústria nacional na prestação destes serviços ambientais conforme a demanda do SEB e da indústria em geral.

Outra experiência de destinação correta de resíduos no setor de energia elétrica que está dando certo, como já foi citado, é o uso das cinzas, leves e pesadas, na fabricação do cimento Pozolâmico, que pode utilizar de 15 a 50% de cinzas, substituindo outros minerais, como argilas, calcários, areias. Se considerarmos que o Complexo Termelétrico Jorge Lacerda produz cerca de um milhão de toneladas de cinzas por ano e esse material é adicionado ao cimento na proporção de 30%, estaremos deixando de minerar essa quantidade de matéria prima para produção de cimento ou aumentar a produção num patamar de 15 a 50%.

Outro dado importante são as emissões de GEE. Enquanto a média mundial de emissão de CO<sub>2</sub> chega a 900 kg por tonelada de cimento, no Brasil esse número cai para 600 kg. Isso só é possível graças ao uso de cinzas, escórias de fundição, gesso e resíduos combustíveis no coprocessamento.

Além da produção de cimento, há outros usos das cinzas, como bloquetes, pavers, concreto, sub-base de asfalto. No site Habitare há alguns exemplos do uso de cinzas na construção civil: <http://www.habitare.org.br/pdf/relatorios/15.pdf>

## Desafios

O principal gargalo do SEB na gestão dos PCBs é inventariar todos os equipamentos, como um censo. São cerca de 5 milhões de equipamentos somente no setor de distribuição de energia elétrica.

A adoção dos testes screening (colorimétricos) e dos potenciométricos (medida indireta de PCB através do teor de cloro, utilizando eletrodo específico) ajuda a superar este gargalo. Mas há a necessidade de que estes métodos sejam devidamente normatizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

O SEB considera que este gargalo será superado apenas se forem aceitas pela regulamentação CONAMA, em elaboração, a classificação dos equipamentos pela análise estatística, utilizando o conceito de grupos de risco, sem necessidade de realizar análise censitária de todos eles.



Há necessidade de um maior envolvimento da ANEEL, já que todas as operações devem ser autorizadas pelo órgão regulador.

Do ponto de vista tecnológico, a preocupação é se a pequena quantidade de empresas detentoras da tecnologia de incineração e descontaminação conseguirá atender a demanda setorial nos prazos estabelecidos, considerando a razoabilidade dos custos. É fundamental, portanto, , insiste-se, a pesquisa de tecnologias de destruição e descontaminação de PCB, para viabilizar o atendimento da Convenção de Estocolmo e ampliar a capacidade da indústria nacional em atender a demanda do SEB e da indústria em geral.

Do ponto de vista da gestão de PCBs, há necessidade de adequar os processos das concessionárias. É preciso implantar controles, principalmente quanto à exigência de arquivamento dos laudos laboratoriais quando da aquisição de equipamentos, ou quando realizadas quaisquer manutenções que envolvam operações com o fluido isolante (regeneração, complementação de nível, etc). Estes procedimentos têm por finalidade agilizar a rastreabilidade, reduzir custos e garantir que novos equipamentos não precisem ser analisados mais de uma vez.

Outro ponto de destaque são os custos envolvidos para a eliminação dos PCBs. O SEB estima que, apenas para a realização de análise em todos os equipamentos de distribuição, os custos sejam da ordem de R\$ 7 bilhões, caso os métodos estatísticos e os testes semiquantitativos não sejam validados pela legislação em estudo. Ressalte-se que estes valores não consideram os custos com armazenagem, transporte e destinação final dos resíduos e equipamentos.

O desafio do SEB e da indústria em geral será o de viabilizar recursos junto ao governo para o atendimento da Convenção de Estocolmo sem onerar a tarifa das distribuidoras e sem comprometer a sustentabilidade financeira das concessionárias, de modo a evitar desequilíbrio econômico-financeiro nos contratos de concessão.

O SEB é apontado como o grande detentor de PCB, mas faltam dados objetivos que comprovem esta afirmação. Há o risco, por isso, de ser imputado majoritariamente ao setor elétrico a responsabilidade pela eliminação deste resíduo químico no país.

Cabe ao Governo Federal estimular a pesquisa de novas tecnologias para tratamento de resíduos de PCB, que possam ser implementadas no curto prazo, a partir da realização do inventário de PCB em 2015.

## Visão de futuro

Algumas inovações tecnológicas surgidas ao longo dos anos apresentaram impactos danosos ao meio ambiente e à vida das pessoas, como, por exemplo, o descarte de pilhas e baterias e o uso intensivo de combustível fóssil. A utilização e o descarte desses produtos têm gerado impactos tanto na natureza (flora e fauna) como na saúde humana. Nesse sentido, as inovações tecnológicas têm requerido análises criteriosas antes de serem lançadas no mercado.

Novas tecnologias estão sendo desenvolvidas em ritmo cada vez mais acelerado, o que certamente levará os países a buscarem a cooperação para gerar conhecimento suficiente visando equacionar as demandas associadas ao reaproveitamento de resíduos.

Em contrapartida, as inovações em produtos ou processos também podem ser responsáveis pela redução do impacto das atividades empresariais no meio ambiente, contribuindo na redução da



emissão de gases causadores do efeito estufa e de geração de resíduos, bem como na diminuição dos gastos das empresas com energia, água e outros insumos.

É inquestionável que a indústria produza respeitando a sociedade e o meio ambiente. O setor tem de promover a inovação tecnológica tendo como foco também o desenvolvimento sustentável.

As demandas da Convenção de Estocolmo trazem oportunidades de negócios para os setores envolvidos. Deve-se incentivar a criação e viabilidade de laboratórios creditados perante o INMETRO, aumentando a competitividade do mercado, reduzindo-se os custos para a sociedade, garantindo a sustentabilidade da gestão dos resíduos PCBs.

Quanto à logística envolvida na fase de gerenciamento de PCB, cabe ao SEB e à indústria em geral avaliar a possibilidade de serem criados centros de armazenagem. Com os centros, ganha-se escala, minimizam-se os riscos de armazenagem incorreta, permitem-se a programação do tratamento industrial e destinação final destes resíduos.

Cabe ao governo estimular a pesquisa de novas tecnologias para tratamento de resíduos de PCB, que possam ser implementadas no curto prazo, a partir da realização do inventário de PCB em 2015.

## Propostas

O SEB está engajado no atendimento à Convenção de Estocolmo dentro dos prazos determinados para a destinação final de resíduos PCB. Desta forma, são necessárias algumas ações para garantir que os objetivos sejam alcançados até 2028.

A primeira delas é a continuidade dos trabalhos articulados junto ao CONAMA e à Câmara dos Deputados pela aprovação de legislação coerente com a realidade do setor e que viabilize o apoio à ação empresarial para a destinação final dos resíduos de PCB.

O SEB irá elaborar o Guia de Gestão de PCB, a ser publicado pelo Ministério de Meio Ambiente (MMA) Necessário se faz, igualmente, a implementação do Plano de Atendimento às Emergências, para os casos de derramamento de PCBs, visando a atender a toda a indústria nacional.

Cabe, ainda, às entidades representativas do SEB e da indústria em geral avaliar a pertinência de serem viabilizadas áreas para armazenagem de resíduos de PCB, para serem utilizadas coletivamente pela indústria, tendo por finalidade organizar a logística para destinação final de resíduos PCB e reduzir custos.

Destaca-se a necessidade do governo executar um programa nacional para destinação do PCB, a exemplo do bem sucedido Programa Nacional PROZON da Convenção de Montreal, para coordenar e apoiar a gestão sustentável dos resíduos PCB.


A realização de inventário piloto pelo MMA, conforme proposto pelo SEB e aprovado pelo PNUD GEF, é fundamental para se avaliar a aplicabilidade da metodologia e estimar os custos e prazos setoriais para atendimento da Convenção de Estocolmo, sob pena de se ter uma legislação federal desconectada da realidade brasileira.

## **CRÉDITOS**

### **FORUM DE MEIO AMBIENTE DO SETOR ELÉTRICO**

Alexei Macorin Vivan

**Presidente**



ANEXO B  
RESUMO DAS INICIATIVAS  
GLOBAIS À GOVERNANÇA  
DE RESÍDUOS NAS  
ORGANIZAÇÕES





## INTRODUÇÃO

As iniciativas globais aplicáveis à governança de resíduos abordam diferentes aspectos do sistema produtivo e das relações de consumo, de maneira que as organizações podem escolher e adaptar uma ou mais abordagens que melhor se adequem à sua realidade.

### **WRAP UK – Waste & Resources Action Programme**

Estabelecido no ano 2000 para fomentar o desenvolvimento da reciclagem no Reino Unido e para criar um mercado para materiais reciclados. Focado na premissa de que resíduos são na verdade recursos úteis, e que o desperdício de recursos não faz sentido econômico ou ambiental, o Setor Público do Reino Unido criou, na última década, estratégias que ajudam a lidar com estas questões.

Organizado como uma organização independente sem fins lucrativos, a iniciativa recebe fundos do Departamento para Meio Ambiente, Questões Rurais e Alimentícias do Reino Unido, do Executivo da Irlanda do Norte, da Zero Waste escocesa e do Governo Galês, bem como da União Europeia.

Nos anos recentes a WRAP mediu uma série de acordos setoriais voluntários, incluindo:

- Setor da construção – com mais de 700 companhias reduzindo pela metade seus resíduos até 2012;
- Setor Varejista – por meio do Compromisso de Courtauld, organizações que produzem alimentos e bebidas trabalharam juntas para reduzir desperdícios em embalagem e processos produtivos;
- Setor de Vestuário – por meio do Plano de Ação do Vestuário Sustentável, reduzindo os impactos ambientais da indústria por meio de design sustentável, reuso e reciclagem.

Entre 2011 e 2015 a WRAP pretende:

Encorajar melhor design e consumo mais informado para reduzir todas as formas de desperdícios

Facilitar a reciclagem, reparo e reuso da maior parte dos resíduos possível

Promover a recuperação da maior parcela possível de valor presente nos resíduos coletados, seja como recursos que podem ser reutilizados, seja como energia

Promover a circulação de recursos na economia, economizando dinheiro e reduzindo a demanda sobre recursos naturais cada vez mais escassos.

### **Design out Waste e Zero Waste Alliance UK**

A WRAP e a Zero Waste Alliance UK, uma organização sem fins lucrativos focada na reciclagem e recuperação de resíduos, promovem o conceito de Design out Waste. Como outras iniciativas que abordam o design na gestão integrada de resíduos, a proposta é fundamental para a adaptação e evolução dos sistemas produtivos para além da lógica linear de processamento de recursos naturais e descarte de resíduos.

Para o desenvolvimento de uma economia sustentável e limpa é necessário repensar os produtos e sistemas produtivos para que materiais possam circular pela economia em vez de passar por ela uma vez e virar um passivo ambiental e social.

No setor da Construção Civil a WRAP já oferece uma ferramenta de gestão que provê ferramentas para projetistas analisar os impactos de seus designs em termos de resíduos e desperdícios, nos estágios ini-



ciais de elaboração. Chamada Designing out Waste Tool for Buildings (DoWT-B), a ferramenta ajuda a:

- Identificar oportunidades de design sem resíduos em projetos de construção
- Registrar soluções adotadas para redução de consumo ou desperdícios de materiais
- Calcular o impacto destas soluções, incluindo economias nos custos de projeto, resíduos gerados e emissão de Gases do Efeito Estufa
- Comparar a performance relativa de diferentes projetos/designs alternativos
- Prover uma previsão indicativa para o projeto do Plano de Gestão de Resíduos no Canteiro de Obras.

### **The Great Recovery**

Uma iniciativa da Zero Waste Alliance UK, a Great Recovery é uma iniciativa que desafia a visão linear de “obter-fazer-dispor” que gera grandes desafios ambientais e econômicos. O aumento nos custos de materiais e os riscos inerentes a cadeias de suprimentos globais e complexas gera pressão para mudança sobre os sistemas produtivos

É preciso mudar para uma lógica de circulação e reaproveitamento de recursos, e para isso o design é fundamental. O foco nos sistemas completos, em lugar de componentes individuais ou produtos isolados, com apoio de competências de especialistas em materiais, gestores de sistemas produtivos, comerciantes e varejistas, consumidores, agentes do setor público, investidores e pesquisadores, trabalhando juntos.

Lançada em 2012, a Great Recovery investe em novas redes para explorar as questões, investigar lacunas de inovação e incubar novas parcerias. Um programa de oficinas práticas e eventos apoiam a nova competição liderada pelo Painel de Estratégia Tecnológica, que investe £1,25 milhão em design e desenvolvimento de parcerias que repensam produtos, componentes e sistemas que “fecham o ciclo” da economia circular.

### **Wipe Out Waste**

Desenvolvido pela Zero Waste South Australia, a Wipe Out Waste é uma iniciativa de educação ambiental que encoraja escolas a reduzir a geração de resíduos e a conscientizar os estudantes sobre reciclagem e disposição de resíduos. É o primeiro programa educacional australiano a abranger todos os níveis de educação infantil, do fundamental ao médio.

Segundo estimativas do programa, até metade dos resíduos de escolas do Sul da Austrália poderiam ser compostados, reciclados ou reutilizados. A Wipe Out Waste oferece materiais didáticos multimídia, com objetivo de reduzir a geração de resíduos nas escolas e fortalecer redes com o setor público, a indústria e as escolas.

A Zero Waste South Australia conta com apoio do Departamento para Meio Ambiente e Recursos Naturais do Governo do Sul da Austrália, da Unidade de Educação Ambiental de Victoria, e de professores de escolas de todo o Sul da Austrália, bem como de coordenadores de programas de resíduos de escolas de todo país, que oferecem apoio e aconselhamento.

### **Waste Wise**

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA na sigla em inglês) promove uma iniciativa de redução de resíduos municipais e industriais e gestão sustentável de materiais chamada Waste Wise. Organizações podem participar do Waste Wise como parceiro, apoiador ou ambos. Parceiros demonstram como reduzem resíduos, protegem o meio ambiente e incorporam gestão sustentável de materiais nos seus processos de gestão de resíduos. Apoiadores promovem a participação de novas organizações no Waste Wise como parte de uma abordagem ampla que ajuda as partes interessadas a perceber os benefícios econômicos de redução de resíduos.





Lançado em 1994, o Waste Wise se tornou uma referência global em gestão ambiental e continua a evoluir na busca pelo atendimento às necessidades ambientais futuras da sociedade.

Benefícios da participação:

- Oportunidade de receber premiações da Waste Wise para reconhecer conquistas significativas
- Reconhecimento em publicações da Waste Wise, estudos de caso, encontros e listagens na web
- Perfil Climático Anual da Waste Wise, avaliando reduções nas emissões de gases do efeito estufa alcançadas por meio da redução de resíduos
- Reduções nos custos de compra de materiais e disposição de resíduos
- Materiais educacionais e de extensão e assistência técnica gratuita

A Waste Wise conta com sistema de informação próprio, que permite aos parceiros coletar, organizar, analisar e reportar suas informações sobre resíduos sólidos. Parceiros podem acessar a base de dados para ver e editar informações organizacionais, rastrear atividades de redução de resíduos, metas estabelecidas, e gerar relatórios, incluindo o Perfil Climático Anual.

Apoio aos parceiros

Entre os recursos que a Waste Wise disponibiliza para seus parceiros, destacam-se:

- Ferramentas e recomendações para planejamento efetivo de atividades de redução de resíduos
- Bases de dados e calculadoras para determinar os benefícios ambientais e econômicos das atividades de redução de resíduos
- Dados para comparação, formulários para relatórios, instruções e templates para formulários
- Templates para press releases e artigos
- Assistência técnica gratuita com apoio de especialistas.

### **National Industrial Symbiosis Programme**

O Programa Nacional de Simbiose Industrial britânico foi desenvolvido em 2005 como um facilitador independente para ajudar empresas de diferentes portes e setores a encontrar maneiras de usar subprodutos de seus processos, buscando reduzir o descarte de resíduos e ao mesmo tempo gerar receita, por meio de redução de custos de disposição e geração de oportunidades comerciais por meio do compartilhamento de recursos, ativos e conhecimentos.

O NISP é baseado em regionais operando no Reino Unido, que coordenam a troca de materiais em uma determinada área geográfica. As 12 regiões do Reino Unido possuem metas quantitativas e todos os resultados são verificados por partes externas. Um executivo nacional supervisiona as atividades regionais, coordenando sinergias e mediando a troca de melhores práticas. As metodologias adotadas pelas empresas são avaliadas caso a caso.

Resultados:

- Mais de 5,2 milhões de toneladas de resíduos deixaram de ser descartadas
- Eliminação de 357.000 toneladas de resíduos perigosos
- Prevenção do uso de 7,9 milhões de toneladas de recursos naturais
- Prevenção do uso de 9,4 milhões de toneladas de água industrial
- Redução de custos de £131 milhões para as empresas participantes
- Geração de £151 milhões em receitas para as empresas participantes



## **Programa Mineiro de Simbiose Industrial – PMSI**

Desenvolvido no ano de 2009 pela FIEMG em parceria com a FEAM (Fundação Estadual de Meio Ambiente) e com o CMRR (Centro Mineiro de Referência em Resíduos) o Programa Mineiro de Simbiose Industrial é a versão brasileira do britânico NISP (National Industrial Symbiosis Programme). Atualmente coordenado pela FIEMG, o PMSI possui o objetivo de promover interações lucrativas entre empresas de todos os setores da indústria.

Através do PMSI, pode-se alcançar uma redução significativa de custos (destinação final, transporte, compra de matérias primas virgens), gerar novas vendas a mercados alternativos, melhorar o gerenciamento dos resíduos nas empresas e contribuir para a criação de uma economia ambientalmente sustentável.


Os resultados, além de comprovarem a boa perspectiva do projeto, mostram que a simbiose industrial tem o potencial de reduzir significativamente os resíduos industriais e mitigar os impactos ambientais adversos, enquanto as empresas lucram e desenvolvem novos mecanismos econômicos.

Abaixo, os resultados do PMSI (2009 a 2012), auditados por empresa britânica especializada:

- 139.793 toneladas de resíduos desviados de aterros;
- 194.815 toneladas de redução no uso de matérias primas virgens;
- 87.476 toneladas de redução das emissões de carbono;
- 13.650.000 m3 de águas reutilizadas;
- 8.768.683 de redução de custos para as empresas.







ANEXO C- LEGISLAÇÕES  
ESTADUAIS E MUNICIPAIS  
SOBRE GESTÃO DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS



TEMA	ESFERA	ESTADO	MUNICÍPIO	DOCUMENTO	Nº	ANO	EMENTA
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	RS		LEI	9921	1993	Dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos, nos termos do artigo 247, parágrafo 3º da Constituição do Estado e dá outras providências.
CRIMES AMBIENTAIS	FEDERAL			LEI	9605	1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	RS		DECRETO	38356	1998	Aprova o Regulamento da Lei nº 9.921, de 27 de julho de 1993, que dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos no Estado do Rio Grande do Sul.
CELULARES	MUNICIPAL	MS	DOURADOS	LEI	2322	2000	Determina que as empresas que comercializam telefones celulares e baterias devem manter serviço de coleta de baterias usadas e aparelhos de telefone celular
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	SC		LEI	11347	2000	dispõe sobre a coleta, o recolhimento, e o destino final de resíduos sólidos potencialmente perigosos que menciona, e adota outras providências.
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	PE		LEI	12008	2001	Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências.
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	CE		LEI	13103	2001	Dispõem sobre a Política estadual de Resíduos Sólidos e da outras providências
PILHAS E BATERIAS	ESTADUAL	RO		LEI	1101	2002	Dispõe sobre a coleta, o recolhimento e o destino final, de pilhas, baterias e lâmpadas e dá outras providências.
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	RO			1145	2002	Institui a Política, cria o Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Estado de Rondônia, e dá outras providências.
REEE	ESTADUAL	GO		LEI	14248	2002	Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências. LEI Nº 17.242, DE 27 DE DEZEMBRO DE 2010, altera a Lei nº 14.248, acrescenta em "Art. 43... VII – disquetes, cd-roms e demais equipamentos de informática; Prazo de 12 meses para os fabricantes /importador de adequação I – criação de Centros de Recepção destinados à coleta do material a ser descartado, devidamente sinalizado; II – estabelecer formas de acondicionamento, transporte, armazenamento, reciclagem, tratamento e disposição final desses produtos, de forma a garantir a proteção da saúde pública e a qualidade ambiental; III – promover, no âmbito de suas atividades, estudos e pesquisas destinadas a desenvolver processos de redução de resíduos, efluentes e emissões na produção desses produtos, bem como de seu reprocessamento, reciclagem e disposição final; IV – promover campanhas educativas e de conscientização pública, visando à recusa ou, pelo menos, à redução da geração de resíduos, a prevenção e controle da poluição causada por disposição inadequada dos produtos, os benefícios da reciclagem e a destinação final adequada desses produtos.
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	CE		DECRETO	26604	2002	Regulamenta a Lei 13.103/2001
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	RJ		LEI	4191	2003	Dispões sobre a política estadual de resíduos sólidos e dá outras providências.





REEE	ESTADUAL	PB		LEI	7476	2003	Dispõe sobre o descarte final de produtos potencialmente perigosos do resíduo urbano que contenham metais pesados e dá outras providências.
PILHAS E BATERIAS	MUNICIPAL	MS	DOURADOS	LEI	2636	2004	Dispões sobre a responsabilidade das empresas fabricantes, importadoras, distribuidoras ou revendedoras de pilhas, baterias e lâmpadas na destinação correta destes produtos, mediante coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final, após esgotamento energético ou vida útil do material.
PILHAS E BATERIAS	ESTADUAL	MS		LEI	3185	2006	Dispõe sobre a responsabilidade da destinação de pilhas, baterias e lâmpadas usadas no estado de Mato Grosso do Sul e dá outras providências.
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	SE		LEI	5857	2006	Dispõe sobre a Política Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, e dá providências correlatas.
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	SP		LEI	12300	2006	Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes.
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	RJ		DECRETO	41084	2007	Regulamenta a Lei 4.191/2003 - Política Estadual de Resíduos Sólidos.
PILHAS E BATERIAS	FEDERAL			RESOLUÇÃO	401	2008	Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.
CELULARES / PILHAS E BATERIAS	ESTADUAL	DF		LEI	4154	2008	Dispõe sobre o descarte e a destinação final de lâmpadas fluorescentes, baterias de telefones de celular, pilhas que contenham mercúrio metálico e demais artefatos que contenham metais pesados no DF.
CRIMES AMBIENTAIS	FEDERAL			DECRETO	6514	2008	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.
REEE	ESTADUAL	MT		LEI	8876	2008	Dispõe sobre a coleta, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final do lixo tecnológico no Estado do Mato Grosso, e estabelece outras providências.
TIC's	ESTADUAL	PR		LEI	15851	2008	Dispõe que as empresas produtoras, distribuidoras e que comercializam equipamentos de informática, instaladas no Estado do Paraná, ficam obrigadas a criar e manter o Programa de Recolhimento, Reciclagem ou Destruição de Equipamentos de Informática, sem causar poluição ambiental, conforme específica.
CELULARES / PILHAS E BATERIAS	ESTADUAL	RS		DECRETO	45554	2008	Regulamenta a Lei nº 11.019/97, de 23 de setembro de 1997, e alterações, que dispõe sobre o descarte e destinação final de pilhas que contenham mercúrio metálico, lâmpadas fluorescentes, baterias de telefone celular e demais artefatos que contenham metais pesados no Estado do Rio Grande do Sul.



REEE	MUNICIPAL	SP	RIBEIRÃO PRETO	LEI	2347	2009	AUTORIZA O PODER EXECUTIVO A INSTITUIR POLÍTICA PÚBLICA MUNICIPAL DE GERENCIAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL, AMBIENTALMENTE ADEQUADA, DO LIXO TECNOLÓGICO, REVOGA A LEI COMPLEMENTAR Nº 2.243/08 E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.
REEE	MUNICIPAL	SC	TUBARÃO	LEI	3338	2009	DISPÕE SOBRE A INSTITUIÇÃO DO PROGRAMA DE COLETA SELETIVA CONTÍNUA DE LIXO TECNOLÓGICO, DENOMINADO EPOPONTO DIGITAL E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.
REEE	MUNICIPAL	PR	CASCABEL	LEI	5359	2009	INSTITUI NORMAS E PROCEDIMENTOS PARA A RECICLAGEM, GERENCIAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DE LIXO TECNOLÓGICO E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS
REEE	MUNICIPAL	PR	CASCABEL	LEI	5359	2009	INSTITUI NORMAS E PROCEDIMENTOS PARA A RECICLAGEM, GERENCIAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DE LIXO TECNOLÓGICO E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	ES		LEI	9264	2009	Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências correlatas.
MUDANÇAS CLIMÁTICAS	FEDERAL			LEI	12187	2009	Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	PR		LEI	12493	2009	Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências.
REEE	ESTADUAL	SP		LEI	13576	2009	Institui normas e procedimentos para a reciclagem, gerenciamento e destinação final de lixo tecnológico. Artigo 4º - Os produtos e componentes eletroeletrônicos comercializados no Estado devem indicar com destaque, na embalagem ou rótulo, as seguintes informações ao consumidor: I - advertência de que não sejam descartados em lixo comum; II - orientação sobre postos de entrega do lixo tecnológico; III - endereço e telefone de contato dos responsáveis pelo descarte do material em desuso e sujeito à disposição final; IV - alerta sobre a existência de metais pesados ou substâncias tóxicas entre os componentes do produto.
MUDANÇAS CLIMÁTICAS	ESTADUAL	SP		LEI	13798	2009	Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas - PEMC





TIC's	ESTADUAL	PE		LEI	13908	2009	Dispõe sobre a obrigatoriedade de empresas produtoras, distribuidoras e vendedoras de equipamentos de informática instaladas no Estado de Pernambuco, criarem e manterem programa de recolhimento, reciclagem e destruição de equipamentos de informática.
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	SC		LEI	14675	2009	Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências.
CELULARES / PILHAS E BATERIAS	ESTADUAL	PR		LEI	16075	2009	Proíbe o descarte de pilhas, lâmpadas fluorescentes, baterias de telefone celular e demais artefatos que contenham mercúrio metálico em lixo doméstico ou comercial, conforme específica e adota outras providências.
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	MG		LEI	18301	2009	Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	MG		DECRETO	45181	2009	Regulamenta a Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009, e dá outras providências.
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	SP		DECRETO	54645	2009	Regulamenta dispositivos da Lei nº 12.300 de 16 de março de 2006, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e altera o inciso I do artigo 74 do Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976.
PILHAS E BATERIAS	FEDERAL			INSTRUÇÃO NORMATIVA	3	2010	Instituir os procedimentos complementares relativos ao controle, fiscalização, laudos físico-químicos e análises, necessários ao cumprimento da Resolução CONAMA nº 401, de 4 de novembro de 2008.
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	SP		RESOLUÇÃO	24	2010	Estabelece a relação de produtos geradores de resíduos de significativo impacto ambiental
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	SP		RESOLUÇÃO	131	2010	Altera os artigos 2º, 3, 4º e 5º e acrescenta o artigo 5º A a Resolução SMA nº 24, de 30 de março de 2010, que estabelece a relação de produtos geradores de resíduos de significativo impacto ambiental no Estado de São Paulo.
REEE	MUNICIPAL	RJ	NITERÓI	LEI	2759	2010	Dispõe sobre a coleta, reciclagem, tratamento e descarte final de lixo tecnológico.
REEE	MUNICIPAL	SC	BALNEÁRIO CAMBORIÚ	LEI	3210	2010	"DISPÕE SOBRE A COLETA, REUTILIZAÇÃO, RECICLAGEM, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE LIXO TECNOLÓGICO NO MUNICÍPIO DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ E DAS OUTRAS PROVIDÊNCIAS"
REEE	ESTADUAL	MS		LEI	3970	2010	Institui normas para reciclagem, gerenciamento e destinação final do lixo tecnológico.
REEE	MUNICIPAL	SP	BAURU	LEI	5961	2010	Dispõe sobre a coleta, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final de lixo tecnológico no município de Bauru e dá outras providências. Obs: Serão de responsabilidade da prefeitura de Bauru a gestão de armazenamento e destinação do material recolhido.
REEE	MUNICIPAL	SP	GUARULHOS	LEI	6663	2010	Dispõe sobre a instituição da Política Pública Municipal de Gerenciamento e Destinação Final, Ambientalmente Adequada, do Lixo Tecnológico, e dá outras providências.

RESÍDUOS SÓLIDOS	FEDERAL				DECRETO	7404	2010	Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.
REEE	ESTADUAL	MA			LEI	9291	2010	Dispõe sobre o descarte de lâmpadas, pilhas, equipamentos de informática, baterias e outros tipos de acumuladores de energia e dá outras providências.
RESÍDUOS SÓLIDOS	FEDERAL				LEI	12305	2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
RESÍDUOS SÓLIDOS	MUNICIPAL	PR	CURITIBA		LEI	13509	2010	Dispõe sobre o tratamento e destinação final diferenciada de resíduos especiais que específica e dá outras providências correlatas.
REEE	ESTADUAL	RS			LEI	13533	2010	Institui normas e procedimentos para a reciclagem, o gerenciamento e a destinação final de lixo tecnológico e dá outras providências.
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	GO			INSTRUÇÃO NORMATIVA	7	2011	Dispõe sobre gerenciamento e disposição final dos resíduos sólidos gerados em unidades de produção industrial, de bens e serviços, assim como os provenientes de atividades minerárias e aquelas definidas na Lei Federal nº 12.305/2010, no Estado de Goiás.
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	SP			RESOLUÇÃO	38	2011	Estabelece a relação de produtos geradores de resíduos de significativo impacto ambiental, para fins do disposto no art. 19, do Decreto Estadual nº 54.645, de 05.08.2009, que regulamenta a Lei Estadual nº 12.300, de 16.03.2006, e dá providências correlatas.
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	MG			DELIBERAÇÃO NORMATIVA	172	2011	Institui o Plano Estadual de Coleta Seletiva de Minas Gerais.
ROTULAGEM	ESTADUAL	RJ			LEI	5928	2011	Obriga a divulgação, nas embalagens, do tempo natural de degradação das formas de descarte final dos produtos potencialmente nocivos ao ambiente e dá outras providências
REEE	MUNICIPAL	PB	JOÃO PESSOA		LEI	12160	2011	Institui normas, prazos e procedimentos para gerenciamento, coleta, reutilização, reciclagem e destinação final do lixo tecnológico e dá outras providências.
RESÍDUOS SÓLIDOS	MUNICIPAL	PR	CURITIBA		LEI	13878	2011	Altera parágrafo 1 e 4 e acrescenta parágrafo 6 e 7 do art 4º da Lei nº 13.509/2010. Prazo até 31/03 para cadastro junto ao Município; Prazo até 29/03 para apresentar plano de gerenciamento de resíduos;
CELULARES	ESTADUAL	SP			RESOLUÇÃO	11	2012	Trata dos programas de responsabilidade pós-consumo no setor da telefonia móvel celular.





REEE	MUNICIPAL	AM	MANAUS	LEI	1705	2012	Dispõe sobre a coleta, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final de lixo tecnológico no município de Manaus e dá outras providências.
REEE	ESTADUAL	AC		LEI	2539	2012	Dispõe sobre a obrigatoriedade de empresas fabricantes, distribuidoras e vendedoras de equipamentos eletrônicos, instaladas no Estado, criarem e manterem programa de recolhimento e reciclagem, e dá outras providências.
PILHAS E BATERIAS	ESTADUAL	DF		LEI	4774	2012	Dispõe sobre a obrigatoriedade de estabelecimentos que comercializam pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes colocarem à disposição dos consumidores recipientes para a coleta do referido material quando descartados ou inutilizados.
COMPRAS SUSTENTÁVEIS	FEDERAL			DECRETO	7746	2012	Regulamenta o art. 3º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, para estabelecer critérios, práticas e diretrizes para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal, e institui a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública – CISAP.
REEE	MUNICIPAL	SC	FLORIANÓPOLIS	LEI	8806	2012	Determina o estabelecimento de normas e procedimentos para o gerenciamento e destinação de lixo tecnológico e dá outras providências.
REEE	ESTADUAL	ES		LEI	9941	2012	Regulamenta o descarte de lixo tecnológico no Estado
REEE	MUNICIPAL	RS	PORTO ALEGRE	LEI	11384	2012	estabelece regras quanto a destinação final adequada do lixo eletrônico produzido em Porto Alegre.
RESÍDUOS SÓLIDOS	MUNICIPAL	PR	CURITIBA	LEI	13965	2012	Dispõe sobre o tratamento e destinação final diferenciada de resíduos especiais que específica e dá outras providências correlatas, estabelece prazo a fabricantes, importadores e revendedores.
CELULARES / PILHAS E BATERIAS	ESTADUAL	PR		LEI	17073	2012	Dá nova redação ao art. 2º, da Lei nº 16.075, de 01 de abril de 2009, passando a vigorar com a seguinte redação: "Art.2º (...) § 1º O serviço deve ser disponibilizado através de manutenção de um recipiente, em local visível, no próprio estabelecimento, com a indicação de que é destinado a recolher produtos que contenham metais pesados.
RESÍDUOS SÓLIDOS	ESTADUAL	SP		DECRETO	57817	2012	Institui, sob coordenação da Secretaria do Meio Ambiente, o Programa Estadual de Implementação de Projetos de Resíduos Sólidos e dá providências correlatas
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	ESTADUAL	SP		DECRETO	58107	2012	Institui a Estratégia para o Desenvolvimento Sustentável do Estado de São Paulo 2020, e dá providências correlatas



## **CNI**

### **Diretoria de Relações Institucionais – DRI**

*Mônica Messenberg Guimarães*

Diretora

### **Gerência Executiva de Meio Ambiente e Sustentabilidade – GEMAS**

*Shelley de Souza Carneiro*

Gerente-Executivo

*Wanderley Coelho Baptista*

Coordenação Técnica

*José Quadrelli Neto*

*Mário Augusto de Campos Cardoso*

*Priscila Maria Wanderley Pereira*

*Rafaela Aloise de Freitas*

*Sergio de Freitas Monforte*

Equipe

*Daniela Cestarollo*

*Priscila Maria Wanderley Pereira*

Coordenação Editorial

*Tatiane Sant'ana Guimarães - Senai/DN*

*Rosângela Isolde Fricke - Sesi/DN*

Colaboradoras

*Filipe Ferrari Tomé*

*Raquel Naves Blumenschein*

Consultores

---

*Luiz Roberto Marinho*

Revisão Gramatical

*AMR Design*

Adaptação de projeto gráfico e editoração

### **Instituições parceiras do Projeto Encontros CNI Sustentabilidade que colaboraram com esta publicação:**

Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee)

Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim)

Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (Abit)

Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP)

Associação Brasileira do Alumínio (Abal)

Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea)

Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC)

Fórum de Meio Ambiente do Setor Elétrico (Fmase)

Fórum Nacional de Atividades de Base Florestal (FNBF)

Fórum Nacional Sucreenergético (FNS)

Instituto Aço Brasil (Aço Brasil)

Instituto Brasileiro de Mineração (Ibram)

Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP)