





# Panorama

DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

# 2024

# PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE E PROTEÇÃO DA SAÚDE

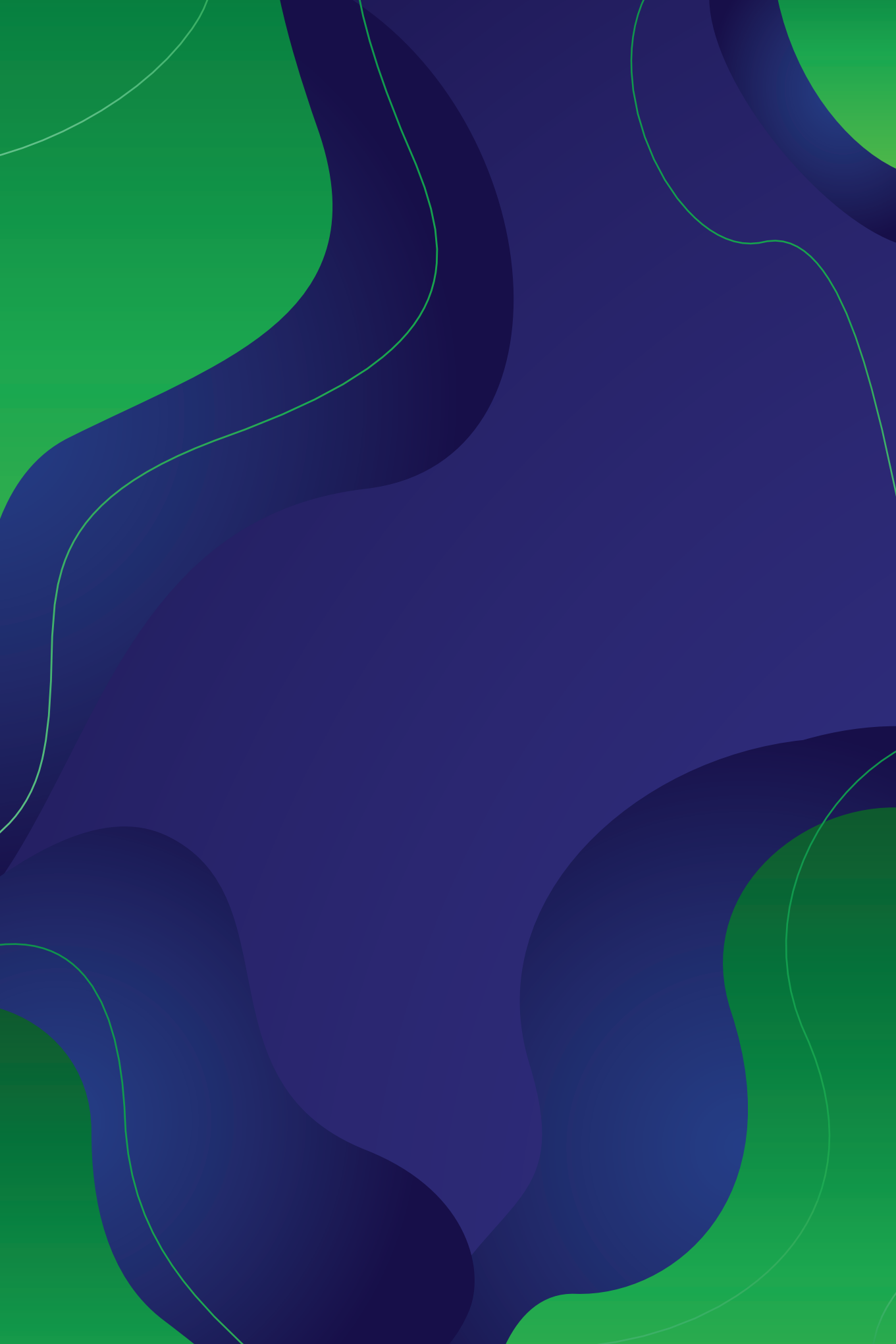
NOSSO PRINCIPAL COMPROMISSO



# GESTÃO AMBIENTALMENTE ADEQUADA DE RESÍDUOS

NOSSA MISSÃO





# APRESENTAÇÃO

O Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024 consolida-se como uma referência indispensável para todos os que atuam no setor ou buscam compreender as dinâmicas que envolvem resíduos sólidos e meio ambiente em nosso país. Como nas edições anteriores, a publicação traz um retrato abrangente, refletindo os avanços conquistados e os desafios que ainda persistem na busca por uma gestão ambientalmente responsável e economicamente sustentável.

O ano de 2024 foi marcado por importantes eventos globais que reforçaram a temática ambiental e o papel estratégico dos resíduos sólidos. Entre os destaques, estão a COP 29, realizada em Baku, no Azerbaijão, e o encontro do G20, sediado no Rio de Janeiro. Nestes eventos, os líderes das principais economias do mundo discutiram a transição energética, a descarbonização da economia e a necessidade de ampliar a sustentabilidade global.

No cenário nacional, a sanção da Lei do Combustível do Futuro representou um marco para o setor de resíduos sólidos, ao incentivar a produção de biometano de aterros sanitários, consolidando o papel da cadeia de resíduos como vetor estratégico para a descarbonização e a economia circular. O prazo para erradicação dos lixões no Brasil, encerrado em agosto de 2024, também foi um marco importante, embora os dados desta edição mostrem que essa meta ainda está distante de ser alcançada.

Como novidade, o Panorama 2024 apresenta um detalhamento mais abrangente sobre o fluxo de resíduos no Brasil, incluindo não apenas temas como reciclagem, mas também processos como compostagem, produção de Combustível Derivado de Resíduos (CDR) e outras formas de valorização de materiais. Esse aprofundamento proporciona uma visão mais completa das estratégias disponíveis para transformar resíduos em recursos e reforça a importância de uma gestão integrada e inovadora.

Com uma abordagem técnica e reflexiva, esta edição do Panorama reforça seu papel como uma ferramenta indispensável para governantes, gestores públicos, empresários, jornalistas, pesquisadores e demais interessados em transformar a realidade do setor. Ao unir informação de qualidade e uma visão estratégica, convidamos os leitores a contribuir para o avanço de práticas que promovam benefícios ambientais, sociais e econômicos, impulsionando o Brasil a um protagonismo cada vez maior nas soluções sustentáveis.

Boa leitura!

**Pedro Maranhão**  
Presidente

# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	7
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2. METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
2.1. Ano-Base.....	16
2.2 Resíduos Sólidos Urbanos .....	16
2.3. Resíduos de Construção e Demolição .....	21
2.4. Resíduos de Serviços de Saúde .....	21
2.5. Logística Reversa .....	22
2.6. Biometano: Combustível do Futuro no Setor de Resíduos .....	22
<b>3. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....</b>	<b>25</b>
3.1. Geração de RSU .....	26
3.2. Fluxo de RSU .....	28
3.3. Despesas com Serviços de Gerenciamento de RSU .....	36
3.4 Empregos no Setor .....	39
<b>4. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO E RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE.....</b>	<b>43</b>
4.1. Resíduos de Construção e Demolição .....	44
4.2. Resíduos de Serviços de Saúde.....	45
<b>5. LOGÍSTICA REVERSA.....</b>	<b>47</b>
5.1. Agrotóxicos, Seus Resíduos e Embalagens.....	49
5.2. Baterias de Chumbo Ácido.....	50



5.3. Eletroeletrônicos e Seus Componentes de Uso Doméstico .....	51
5.4. Embalagens de Aço .....	52
5.5. Embalagens de Vidro.....	53
5.6. Embalagens em Geral.....	53
5.7. Embalagens de Óleos Lubrificantes .....	54
5.8. Óleos Lubrificantes Usados ou Contaminados (OLUC).....	55
5.9. Lâmpadas Fluorescentes, de Vapor de Sódio e Mercúrio e de Luz Mista.....	56
5.10. Latas de Alumínio para Bebidas.....	57
5.11. Medicamentos, Seus Resíduos e Embalagens .....	58
5.12. Pilhas e Baterias.....	59
5.13. Pneus Inservíveis .....	59
5.14. Discussão .....	60
<b>6. BIOMETANO: COMBUSTÍVEL DO FUTURO NO SETOR DE RESÍDUOS .....</b>	<b>63</b>
6.1. O que é o Biometano? .....	64
6.2. Legislação e Iniciativas.....	65
6.3. Exploração do Biometano de RSU no Brasil .....	67
6.4. Potencial de Exploração do Biometano de RSU no Brasil em Cenário Tangível.....	69
6.5. Potencial de Geração de Empregos com a Produção do Biometano de RSU no Brasil.....	74
6.6. Investimentos para a Geração de Biometano de RSU no Brasil.....	75
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>77</b>
<b>INSTITUCIONAL.....</b>	<b>81</b>

The image features a dark blue background with abstract, wavy shapes in various shades of green and blue. The number '01' is prominently displayed in the center in a bold, yellow, sans-serif font. The overall design is modern and minimalist.

**01**



# INTRODUÇÃO

# 1. INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) não é uma tarefa simples. A discussão mais aprofundada do tema abrange questões ambientais, logísticas, econômicas, comportamentais e de padrões de consumo. E quanto maior a complexidade do assunto, mais necessária se torna uma discussão com base em dados. Uma base de dados completa e confiável possibilita um melhor entendimento do cenário, com a identificação dos reais problemas a serem solucionados. A análise objetiva desses dados indica quais soluções terão maior impacto no gerenciamento de RSU e quais devem ser priorizadas – e onde. Essa análise também permite estimar os custos e investimentos necessários para que as soluções escolhidas sejam implementadas e tenham continuidade. Além disso, somente com dados é possível saber se as metas determinadas pelos planos de gerenciamento de RSU estão sendo atingidas. O Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil tem como objetivo contribuir para a formação dessa base de dados tão necessária, fornecendo dados analisados rigorosamente, que representem a realidade atual do gerenciamento de resíduos no país.

O Panorama 2024 está dividido em sete capítulos, sendo esta introdução o primeiro. No Capítulo 2 é apresentada a metodologia utilizada para obtenção dos dados publicados, o que inclui as fontes das informações e as hipóteses e limitações dos modelos adotados. Nesse capítulo também é discutida a correção feita pelo IBGE nos números do Censo 2022 referentes à população brasileira, que são utilizados para o cálculo da quantidade total de RSU gerada no país. As projeções feitas nesta edição seguem o mesmo raciocínio das edições anteriores, com as necessárias atualizações e calibrações dos valores para representação adequada da realidade.

No terceiro capítulo são apresentadas as projeções mais recentes dos dados de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil. Além dos dados de geração, coleta e disposição final, nesta edição também são apresentadas, pela primeira vez, estimativas das quantidades de RSU encaminhadas para reciclagem, compostagem e preparo de combustível derivado de resíduos urbanos (CDRU). A análise combinada desses processos resulta na apresentação de um fluxo inédito dos RSU no Brasil, que expõe a complexidade do gerenciamento desses resíduos.

O Capítulo 4 traz informações, em âmbito nacional e regional, sobre a geração de resíduos de construção e demolição (RCD) e resíduos de serviços de saúde (RSS) oriundos de internações e procedimentos cirúrgicos, que em 2023 ainda foram impactados pela pandemia de Covid-19. Esses resíduos têm origem e características específicas, e necessitam de atenção especial na sua coleta e destinação.

Dados referentes aos sistemas de logística reversa existentes no Brasil são apresentados no Capítulo 5. Os resultados publicados no Panorama reúnem, em um só documento, informações de entidades gestoras e instituições responsáveis pelo acompanhamento da logística reversa de diversos materiais, bem como dados do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, o que possibilita o acompanhamento da evolução desses sistemas no país.

Na edição de 2024, o Panorama volta a ter um capítulo temático – Capítulo 6 – que, dada a necessidade de descarbonização da economia e aproveitando a recente aprovação da Lei do Combustível do Futuro (Lei nº 14.993/2024), discute o potencial brasileiro de produção de biometano a partir de RSU em um cenário tangível. Nesse capítulo são apresentadas a legislação vigente sobre o tema e informações sobre a produção nacional atual de biometano de RSU, além de estimativas dos potenciais de exploração desse biocombustível no país e da geração de empregos nessa atividade.

Por fim, no Capítulo 7 são apresentadas considerações finais e uma breve análise dos dados publicados, com os pontos de vista da ABREMA em relação aos desafios e avanços do setor no Brasil.

The image features a dark blue background with abstract, wavy shapes in shades of green and a lighter blue. The shapes are layered and flow across the frame. In the center, the number '02' is displayed in a bold, yellow, sans-serif font.

02

# METODOLOGIA

As informações apresentadas no Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil são resultado de um levantamento de dados publicados por órgãos públicos e entidades ligadas ao setor de limpeza urbana e gerenciamento de resíduos sólidos no país. Esses dados são analisados levando-se em consideração indicadores econômicos e sociais do período correspondente e, quando necessário, são submetidos a análises estatísticas e projeções de tendências históricas, para que representem a realidade dos resíduos sólidos no Brasil da melhor forma possível. Este capítulo é uma versão condensada da metodologia utilizada na elaboração do Panorama 2024, e cita as fontes da informação apresentada, bem como as variáveis e os indicadores envolvidos na análise dos dados.

## 2.1. ANO-BASE

Os dados apresentados no Panorama 2024 referem-se ao ano-base 2023. A população brasileira foi estimada com base na população corrigida de 2022, de 210.862.983 habitantes, divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em agosto de 2024. A esse valor foi somado o número de nascimentos e subtraído o número de óbitos registrados no país em 2023, resultando em uma população de 211.935.869 habitantes. Os indicadores socioeconômicos utilizados como referência correspondem aos valores anuais de 2023, divulgados no primeiro semestre de 2024. Os dados de logística reversa, também referentes ao ano de 2023, foram disponibilizados ao longo de 2024. Dados não disponíveis para o ano-base da publicação, mas disponíveis para anos anteriores, tiveram suas tendências temporais analisadas e suas séries históricas foram extrapoladas para contemplar o ano de interesse.

A exceção é para os dados apresentados no Capítulo 6 - Biometano: Combustível do Futuro no Setor de Resíduos. Esses dados retratam o atual contexto do Brasil em relação à produção e ao consumo desse combustível, portanto as informações apresentadas são referentes ao ano-base de 2024.

## 2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

### 2.2.1. Geração

Entre os anos de 2010 e 2018, a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) *per capita* apresentada no Panorama foi estimada com base em resultados de entrevistas realizadas anualmente com uma amostra de 400 a 450 municípios. Os resultados obtidos ao longo desses anos foram usados na elaboração de uma série histórica sólida que permitiu um exercício de correlação com indicadores socioeconômicos e demográficos a fim de encontrar aquele que, além de apresentar um alto coeficiente de correlação com a geração de RSU *per capita*, também explicasse de forma coerente as estimativas obtidas. A variável socioeconômica encontrada foi a taxa de desemprego (%), na semana de referência, das pessoas de 14 anos de idade ou mais. Essa variável foi a que melhor se correlacionou às tendências de geração de resíduos nos anos anteriores, permitindo a projeção de valores futuros com alto grau de segurança.

Assim, desde o Panorama 2021 (ano-base 2020) a taxa de crescimento anual da geração de RSU *per capita* é estimada com base na taxa de desemprego divulgada pelo IBGE através da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) Contínua, publicada mensal e trimestralmente. Os valores de geração de RSU *per capita* são projetados para cada estado do Brasil com base nas suas respectivas taxas de desemprego e então extrapolados para quantidades totais com base no número de habitantes de cada grande região e do Brasil.



## 2.2.2. Coleta

A quantidade de RSU coletada via serviços públicos é estimada a partir da taxa de coleta de lixo (porcentagem de domicílios atendidos) publicada pelo IBGE na PNAD Contínua Anual (Domicílios e Moradores, por situação do domicílio e destino do lixo). Para as projeções do Panorama, considera-se que essa coleta abrange os serviços feitos diretamente pela prefeitura ou em parceria com empresas e outras entidades: coleta porta a porta - seletiva ou não, coleta via pontos de entrega voluntária, coleta em parceria com associações de catadores e cooperativas etc. Dados atualizados para os anos de 2016 a 2019 e 2022 foram publicados em junho de 2023. A partir de uma análise da evolução dessa taxa de coleta, foi calculada a taxa de variação anual da coleta de lixo no Brasil e feita a sua projeção sobre os dados de coleta de RSU publicados no Panorama 2023 (ano-base 2022), resultando nos dados apresentados nesta edição.

A quantidade de RSU coletada via coleta informal foi estimada com base em dados de diversas entidades ligadas ao trabalho de catadoras e catadores no Brasil, suas associações, cooperativas e outras iniciativas de reciclagem no país. O número total de catadores no Brasil foi estimado pelo Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR). Desse número, foram subtraídos os catadores registrados em associações e cooperativas de catadores (ACs), dado fornecido no Anuário da Reciclagem 2023, publicado pelo Instituto Pragma. O número resultante foi adotado como o número de catadores autônomos atuantes no país – aqueles sem vínculo com associações ou cooperativas.

A produtividade mensal dos catadores autônomos, ou seja, a quantidade de material reciclável coletada por um catador em um mês, foi calculada a partir de dados do Atlas Brasileiro da Reciclagem 2023, publicado pela Associação Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (ANCAT), e do Panorama da Coleta Seletiva no Brasil, publicado pelo Compromisso Empresarial pela Reciclagem (CEMPRE). A publicação da ANCAT fornece um valor de produtividade mensal média por catador, que foi atribuída ao catador autônomo que realiza coleta de recicláveis todos os dias da semana, por 12 ou mais horas diárias. A publicação do CEMPRE distribui a amostra de trabalhadores analisada em diferentes grupos, com base na frequência de trabalho semanal e na quantidade de horas trabalhadas por dia. A partir desses dados, a produtividade mensal dos catadores de cada grupo foi calculada de forma proporcional ao número de dias trabalhados na semana e de horas trabalhadas diariamente, utilizando a produtividade mensal média da ANCAT como referência. Sabendo a produtividade média de cada grupo, e a porcentagem de catadores que se encontra em cada grupo, foi possível estimar a quantidade de RSU coletada via coleta informal em um ano.

A diferença entre o total de RSU gerado e a quantidade de material coletada – seja via serviços públicos ou através de coleta informal – corresponde à fração de RSU não-coletada, que é disposta em lixões e pontos viciados, queimada ou enterrada na propriedade do gerador. A proporção de RSU submetida a cada uma dessas destinações finais foi obtida a partir de dados do Censo 2022 (IBGE) e do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

### 2.2.3. Reciclagem

Assim como no item anterior, a quantidade de RSU enviados à reciclagem também é estimada a partir de dados de entidades representantes de catadores, suas associações, cooperativas de reciclagem e outras iniciativas de reciclagem no país. Para as estimativas desta publicação, assume-se que os RSU enviados à reciclagem têm duas origens principais: a coleta via serviços públicos e a coleta informal.

Devido à natureza do trabalho informal e os desafios relacionados ao carregamento de peso, com frequente ausência de estruturas para transporte e armazenamento do material, supõe-se que todo o material coletado por catadores autônomos é reciclável. Ou seja, esses catadores só recolhem material passível de venda. Assim, foi adotada uma taxa de recuperação de 100% para esses resíduos, sendo a porcentagem de rejeitos desprezível. Dessa forma, supõe-se que todo o material oriundo da coleta informal é enviado para a reciclagem.

A quantidade de RSU coletados via serviços públicos que é enviada a unidades de triagem é estimada a partir de dados do SNIS. Essa quantidade, ajustada aos dados projetados no Panorama 2024, é dividida em dois grupos: RSU coletados por associações e cooperativas de catadores (ACs), ou com participação de ACs, e RSU coletados por empresas de coleta ou diretamente pelo município. A partir do Anuário da Reciclagem 2023 (Instituto Pragma), foram obtidos os números de ACs presentes no Brasil e a quantidade total de catadores registrados nessas ACs, o que permite o cálculo da quantidade média de catadores registrados por associação ou cooperativa. O Atlas Brasileiro da Reciclagem 2023 (ANCAT) estima a porcentagem de ACs que possuem equipamentos para aumento da produtividade dos catadores, bem como os valores de produtividade média dos catadores nessas unidades. Da mesma forma, o Atlas estima a produtividade média de catadores em unidades sem esses equipamentos. Com o número de unidades estruturadas e não-estruturadas, o número médio de catadores por AC e a produtividade média dos catadores em cada uma dessas unidades, é possível estimar a quantidade de material coletado por ACs que atuam junto aos serviços públicos (via contratos com prefeituras, parcerias, cessão de espaços ou de equipamento por parte da prefeitura etc.). Esse número é subtraído do total enviado a unidades de triagem (informado no SNIS), e a fração restante corresponde à quantidade de RSU coletada por empresas de coleta.

Nesse contexto, o Atlas Brasileiro da Reciclagem 2023 traz duas taxas de recuperação de materiais recicláveis, obtidas a partir de dados do Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal (SLU/DF): uma para o material coletado e triado com participação de ACs, outra para o material coletado por empresas de coleta, e somente triado por ACs. Essas taxas são aplicadas às quantidades coletadas em cada um desses grupos, fornecendo a quantidade de resíduos que é enviada para a reciclagem e a quantidade que é considerada rejeito e encaminhada para disposição final.

## 2.2.4. Compostagem

A quantidade de material recebida em unidades de compostagem no Brasil foi estimada a partir de dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), comparados com uma análise de tendência dos dados obtidos através do SNIS na última década. As informações de compostagem apresentadas no Panorama 2024 são referentes somente à fração orgânica de resíduos sólidos urbanos, não contemplando material de origem industrial, florestal ou agropecuarista, nem lodos de estações de tratamento de esgoto.

A porcentagem de material não-compostável recebida nessas unidades (como sacolas plásticas, embalagens e outros materiais não-orgânicos) foi adotada com base em valores publicados pelo Instituto Pólis<sup>1</sup>, em um estudo em que foram analisados dados de organizações brasileiras de compostagem. A determinação desse valor presumiu que a maior parte do material recebido em unidades de compostagem no Brasil é separada na fonte com foco na compostagem, o que minimiza a quantidade de material não-compostável recebida.

Por fim, a quantidade média de composto resultante do processo de compostagem foi estimada a partir de dados da Agência do Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural de Mato Grosso do Sul (AGRAER), do Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo (CE-PAGRO), e de diversos artigos científicos sobre técnicas de compostagem e seus resultados.

## 2.2.5. Combustível Derivado de Resíduos Urbanos

Dados de consumo do combustível derivado de resíduos (CDR), bem como da origem dos resíduos utilizados na produção desse combustível, são publicados anualmente pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP)<sup>2</sup>. Dados de coprocessamento de combustível derivado de resíduos urbanos (CDRU) em fábricas de cimento só começaram a ser publicados a partir do ano-base 2020. No entanto, mesmo com uma série histórica curta, os dados disponíveis foram analisados para se projetar a tendência de consumo do CDRU para o ano de 2023, que é apresentada nesta edição do Panorama. Valores de referência do poder calorífico inferior (PCI) do CDR e CDRU foram obtidos, respectivamente, na Resolução SIMA nº 47/2020, do Estado de São Paulo, e na Norma Brasileira (NBR) 16.849/2020, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

O índice de aproveitamento de RSU para produção de CDRU corresponde à porcentagem de RSU que apresenta características favoráveis ao aproveitamento energético e é, portanto, selecionada para produção de CDRU. O valor médio desse índice foi selecionado com base em estudos de caso e projeções de cenários. As publicações com essas informações são disponibilizadas pelo Governo Federal<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Instituto Pólis (2023). "Novos modelos de compostagem nas cidades: integrando reciclagem, agricultura e moradia". 1ª ed., 80 p.

<sup>2</sup> Panorama do Coprocessamento, publicado anualmente pela Associação Brasileira de Cimento Portland.

<sup>3</sup> De Paula et al. (2019). "Caderno Temático PLANASAB: Recuperação energética de resíduos sólidos urbanos", 51p. Disponível em [https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos\\_PDF/plansab/3-CadernotematicoRecuperacaoEnergeticadeRSU.pdf](https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/plansab/3-CadernotematicoRecuperacaoEnergeticadeRSU.pdf). Acesso em 23 de outubro de 2024. Pereira, C. (2021). "CDR como ferramenta para a gestão sustentável de RSU". Apresentação de slides - Projeto ProteGEEr, 57p. Disponível em [https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/protegeer/biblioteca/Aulaonline\\_CombustivelDerivadoResiduosChristianePereira.pdf](https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/protegeer/biblioteca/Aulaonline_CombustivelDerivadoResiduosChristianePereira.pdf). Acesso em 23 de outubro de 2024.

### 2.2.6. Disposição Final

A projeção da disposição final de RSU é feita em duas etapas. Na primeira é feita uma análise, através de regressão linear, das tendências observadas nos últimos anos, com extrapolação da série para o ano-base em questão. Na segunda etapa, são consultadas publicações de entidades ligadas à limpeza urbana, de Secretarias de Meio Ambiente de Estados e Municípios, de concessionárias de limpeza pública e da imprensa em geral. As informações obtidas nessa consulta são utilizadas para validar os resultados da análise de tendência realizada na primeira etapa. No Panorama 2024, o percentual de RSU enviado para aterros sanitários ou disposição final ambientalmente inadequada foi estimado com base no total de material enviado para disposição final – não mais sobre o total de material coletado. Essa mudança foi feita devido à inclusão de reciclagem, compostagem e uso de CDRU no fluxo de resíduos do país.

No que diz respeito aos rejeitos da compostagem, supõe-se que todo o material é enviado para disposição final ambientalmente adequada em aterros sanitários. Para os rejeitos separados durante a triagem de recicláveis, é assumido que a porcentagem que vai para cada destino – disposição final adequada ou inadequada – segue a mesma proporção da projeção nacional. Com relação aos RSU não-coletados que não são queimados nem enterrados na propriedade, supõe-se disposição em pontos viciados ou lixões (disposição final ambientalmente inadequada).

### 2.2.7. Queima e Enterramento na Propriedade

Os termos queima e enterramento na propriedade são utilizados pelo IBGE para se referir à prática de queimar ou enterrar resíduos, de forma irregular e não-autorizada, na propriedade do próprio gerador ou em locais próximos. A fração de RSU não-coletada que tem esse destino é estimada com base em dados do Censo 2022, publicado pelo IBGE. Similarmente aos dados de coleta, o IBGE publica a porcentagem de domicílios (particulares e permanentemente ocupados) que queimam ou enterram seus resíduos na propriedade. Essa quantidade é convertida para porcentagem do total de RSU gerados no Brasil e aplicada às projeções de geração de RSU do Panorama. Estima-se que nos últimos anos não tenha havido uma variação significativa da quantidade de RSU queimados ou enterrados na propriedade geradora. Assim, assume-se que as porcentagens utilizadas para o ano-base 2023 são as mesmas apresentadas no Censo 2022.

### 2.2.8. Despesas com Serviços de Gerenciamento de RSU

A variação do total das despesas municipais com gerenciamento de RSU no Brasil é publicada anualmente no Balanço do Setor Público Nacional (BSPN), documento produzido pela Secretaria do Tesouro Nacional. Para obter as variações de gastos por região, foram analisados os dados estaduais com custeio, informados ao Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (Siconfi) e publicados no relatório “Avaliação do cenário de crise nos municípios”, produzido pela Confederação Nacional dos Municípios (CNM). As taxas de variação nacional e regionais obtidas a partir desses documentos foram aplicadas aos gastos municipais publicados no Panorama 2023 (ano-base 2022), resultando nos valores desta edição. Para esta edição do Panorama, as despesas anteriormente apresentadas para as regiões Sul e Centro-Oeste foram corrigidas, como resultado de uma recalibração das tendências utilizadas na publicação e a fim de fornecer resultados que representem melhor a realidade dessas regiões.

As despesas totais feitas com gerenciamento de RSU no Brasil, incluindo gastos públicos e privados, são estimadas através de regressão linear múltipla aplicada a uma série histórica desenvolvida com dados de gastos fornecidos diretamente pelos municípios e com dados do SNIS.

### 2.2.9. Empregos no Setor

A quantidade de empregos existentes no setor de serviços de gerenciamento de RSU também é estimada a partir dos resultados divulgados no BSPN, no relatório “Avaliação do cenário de crise nos municípios” e no Panorama 2023. A variação de postos de emprego no Brasil foi obtida no BSPN. A variação do número de empregos por região foi estimada a partir das variações estaduais publicadas pela CNM. Essas taxas de variação da quantidade de postos de trabalho no Brasil e em cada região foram aplicadas aos dados do Panorama 2023 e os valores resultantes foram comparados com os dados mais recentes do SNIS para análise de tendência, resultando nos valores publicados nesta edição.

## 2.3. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Nos últimos anos, a série histórica da geração de resíduos de construção e demolição (RCD) – também chamados de resíduos da construção civil (RCC) – tem apresentado forte correlação com os índices de produção e consumo de cimento no país. Assim, esses índices são utilizados no Panorama para projetar a tendência de geração de RCD. A geração de RCD também é analisada considerando a performance de outros indicadores da construção civil (consumo de aço, crescimento do mercado imobiliário, mão de obra empregada) e publicações de outros órgãos relacionados, como a Associação Brasileira das Entidades de Crédito Imobiliário e Poupança (ABECIP).

## 2.4. RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

A geração de resíduos de serviços de saúde (RSS) no Brasil é estimada com base no número de internações hospitalares no país e de dias de permanência durante essas internações – dados fornecidos pelo Sistema Único de Saúde (SUS) e Ministério da Saúde. Essas variáveis são analisadas e utilizadas para complementar as séries históricas do Panorama de geração de RSS oriundos de internações e procedimentos cirúrgicos.

Em 2020, devido à pandemia de Covid-19, iniciou-se uma análise diferenciada desses dados, uma vez que há maior geração de RSS nas internações por Covid-19 do que nas internações para procedimentos eletivos, que são internações programadas e sem caráter de urgência. Essa análise diferenciada foi mantida para a projeção da geração de RSS dos anos-base de 2021, 2022 e 2023, respeitando a diferença de geração de resíduos observada em cada tipo de internação. Em 2023, apesar de a Organização Mundial de Saúde (OMS) declarar o fim da Covid-19 como uma emergência de saúde global e do número de casos da doença ser sensivelmente menor em comparação ao ano de 2022, o número de

internações registradas por Covid-19 no Brasil ainda foi alto e, portanto, essas internações foram consideradas mais uma vez na análise de geração de RSS do Panorama. Dados referentes a hospitalizações por Covid-19 foram obtidos por meio do Sistema de Informação da Vigilância Epidemiológica da Gripe (SIVEP-Gripe), do Ministério da Saúde.

## 2.5. LOGÍSTICA REVERSA

Os dados de logística reversa apresentados no Panorama são obtidos diretamente com as entidades gestoras e instituições responsáveis pelos principais sistemas de logística reversa implementados no país, além de incluírem dados divulgados pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA). Esses dados são resumidos e compilados para fornecer uma visão geral do uso dessa ferramenta no Brasil, e os resultados mais recentes são comparados aos de anos anteriores para que se possa acompanhar a evolução de cada sistema.

## 2.6. BIOMETANO: COMBUSTÍVEL DO FUTURO NO SETOR DE RESÍDUOS

A maior parte dos dados utilizados no capítulo temático do Panorama 2024 tem sua fonte citada ao longo do próprio capítulo. No entanto, visando uma leitura mais fluida e uma discussão de resultados mais objetiva, algumas hipóteses que requerem maior detalhamento são apresentadas nesta metodologia.

Segundo um estudo de 2024 realizado pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) com apoio da ABREMA e outras instituições sobre o potencial de exploração de biogás e biometano no estado de São Paulo<sup>4</sup>, uma planta de produção de biometano de RSU torna-se economicamente viável para uma produção mínima de 19.000 Nm<sup>3</sup>/dia. A capacidade mínima de 19.000 Nm<sup>3</sup>/dia foi utilizada de forma conservadora como parâmetro para as análises desta publicação. No entanto, esse valor pode variar dependendo da infraestrutura existente em cada unidade, da tecnologia empregada e das especificidades de cada região. Segundo a ANP, já existem, por exemplo, plantas em operação com capacidade autorizada de 16.000 Nm<sup>3</sup>/dia.

Outro ponto importante é que a geração de metano a partir de RSU não é imediata: pode levar cerca de um ano para a massa de RSU iniciar a biodegradação anaeróbia e, após esse início, essa geração de metano pode se estender por até 20 anos. Diversos fatores, como clima, composição dos resíduos e características da operação do aterro, influenciam esses prazos. No entanto, como aproximação genérica baseada em dados de geração de meta-

---

<sup>4</sup> FIESP (2024). "Estudo para o desenvolvimento do potencial de biogás e de biometano no estado de São Paulo com proposição de medidas de política pública e regulação". Preparado por Instituto 17, Amplum Biogás e PSR.

no em aterros sanitários de RSU, estima-se que, para gerar um volume aproximadamente contínuo de 19.000 Nm<sup>3</sup>/dia de biometano, é necessário que um aterro sanitário receba ao menos 640 toneladas diárias de RSU. A partir da geração de RSU *per capita* de cada região do Brasil, apresentada no Capítulo 3, e dos dados populacionais correspondentes, é estimada, de forma genérica, a geração diária de RSU por município.

Por fim, de modo geral, recomenda-se uma distância máxima de 100 km entre centros de geração de RSU e os aterros sanitários para onde esses resíduos são encaminhados. Isso porque distâncias maiores começam a impactar de forma negativa o transporte dos resíduos – seja pelo aumento dos gastos com combustíveis, do tempo dos veículos em rota (ao invés de coletando material) ou dos custos com manutenção da frota. Essa distância foi respeitada nesta publicação, tanto para o raio de influência dos aterros sanitários, e consequentemente das plantas de produção de biometano de RSU, quanto para a distância entre os gasodutos de transporte e essas plantas e centros de geração de RSU.

The image features a dark blue background with abstract, organic shapes in various shades of green and blue. The shapes are layered and flow across the frame. In the center, the number '03' is displayed in a large, bold, yellow font.

03



# RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Este capítulo trata de itens descartados nos domicílios brasileiros durante atividades do dia a dia. Esses itens incluem jornais, papéis, garrafas e embalagens plásticas, recipientes de vidro, roupas, restos de comida, resíduos de poda e jardinagem, entre outros, que não possuem características de periculosidade. O gerenciamento adequado desses materiais inclui coleta, transporte, destinação e disposição final e, de acordo com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), é de responsabilidade do município onde esses resíduos são gerados.

Neste capítulo são apresentadas projeções da geração de RSU no Brasil, bem como dados do fluxo desses resíduos no país, passando por coleta, reciclagem, compostagem, coprocessamento e disposição final. Também são apresentadas estimativas da quantidade de empregos existentes no setor e do montante gasto com serviços de gerenciamento de RSU nos municípios brasileiros.

### 3.1. GERAÇÃO DE RSU

No ano de 2023 foi observada uma redução do índice de desemprego no Brasil, sugerindo um aumento do poder de compra da população. Com base na variação desse índice, estima-se que a geração média de RSU *per capita* no Brasil tenha apresentado um crescimento discreto de menos de um ponto percentual, com cada habitante gerando, em média, 1,047 kg de RSU por dia em 2023. Ao multiplicar esse valor pela população estimada para o Brasil em 2023 (já aplicadas as correções feitas pelo IBGE em 2024), obtém-se uma geração anual estimada de aproximadamente 81 milhões de toneladas de RSU, o que equivale a mais de 221 mil toneladas de resíduos geradas todos os dias, ou cerca de 382 kg de RSU por habitante durante o ano.

Regionalmente, o Sudeste continua sendo o maior gerador de RSU do Brasil, tanto em valores *per capita* quanto em valores totais. No último ano, foi observado um aumento de cerca de 0,6% na geração *per capita* da região, com cerca de 452 kg de RSU gerados por habitante em 2023, ou 1,237 kg por habitante por dia (kg/hab/dia). Em termos de valores totais, houve um crescimento de 0,9% com relação a 2022, com uma geração de mais de 39,9 milhões de toneladas de RSU em 2023, ou 109 mil toneladas diárias, o que representa aproximadamente 50% da geração nacional.

A região com menor geração de RSU *per capita* é a região Sul, com uma geração anual de 284 kg de RSU por habitante, ou 0,779 kg/hab/dia. Já em termos de geração total, a região que menos contribui para o total nacional é a região Norte, responsável por 7,5% dos RSU gerados no país, o que equivale a cerca de 16,5 mil toneladas geradas diariamente, ou 6,0 milhões de toneladas em 2023.

Figura 3.1. Geração de RSU no Brasil em 2023



Figura 3.2. Participação regional na geração brasileira de RSU em 2023

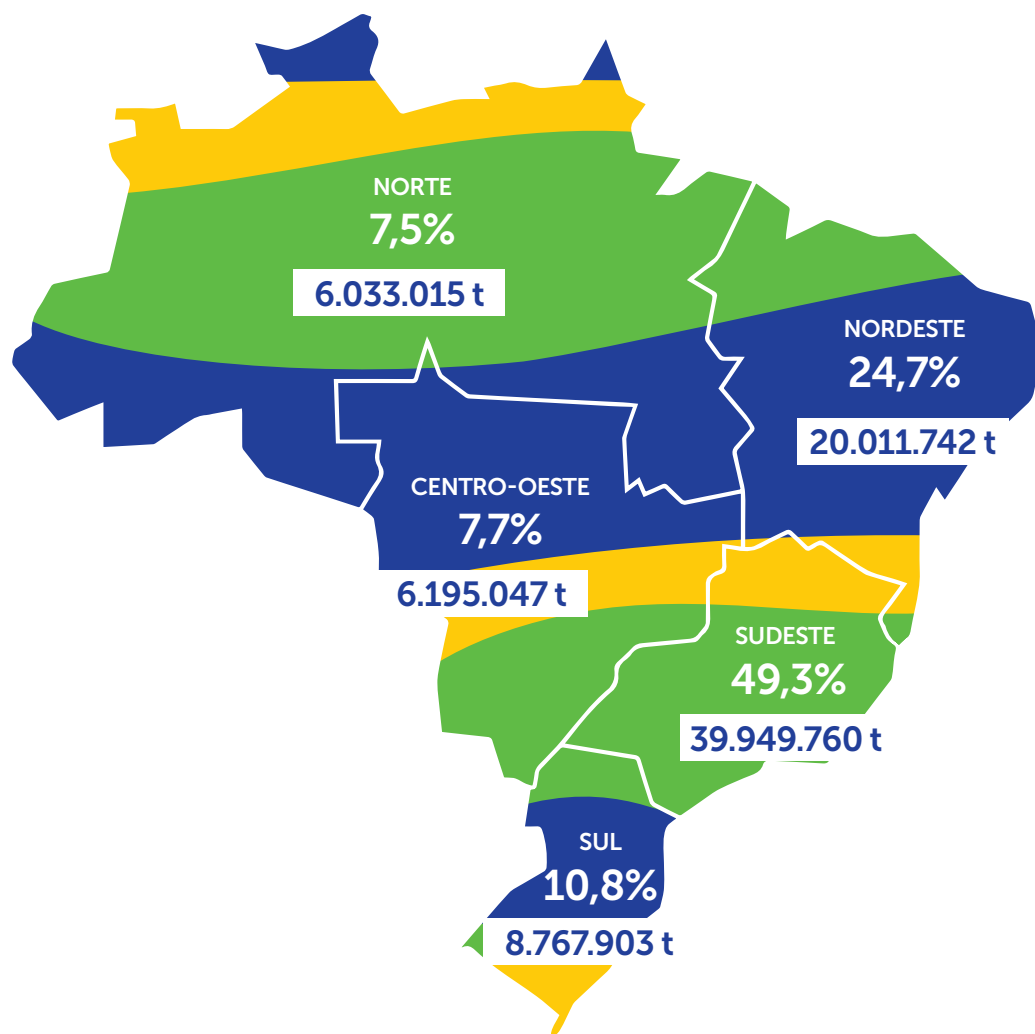
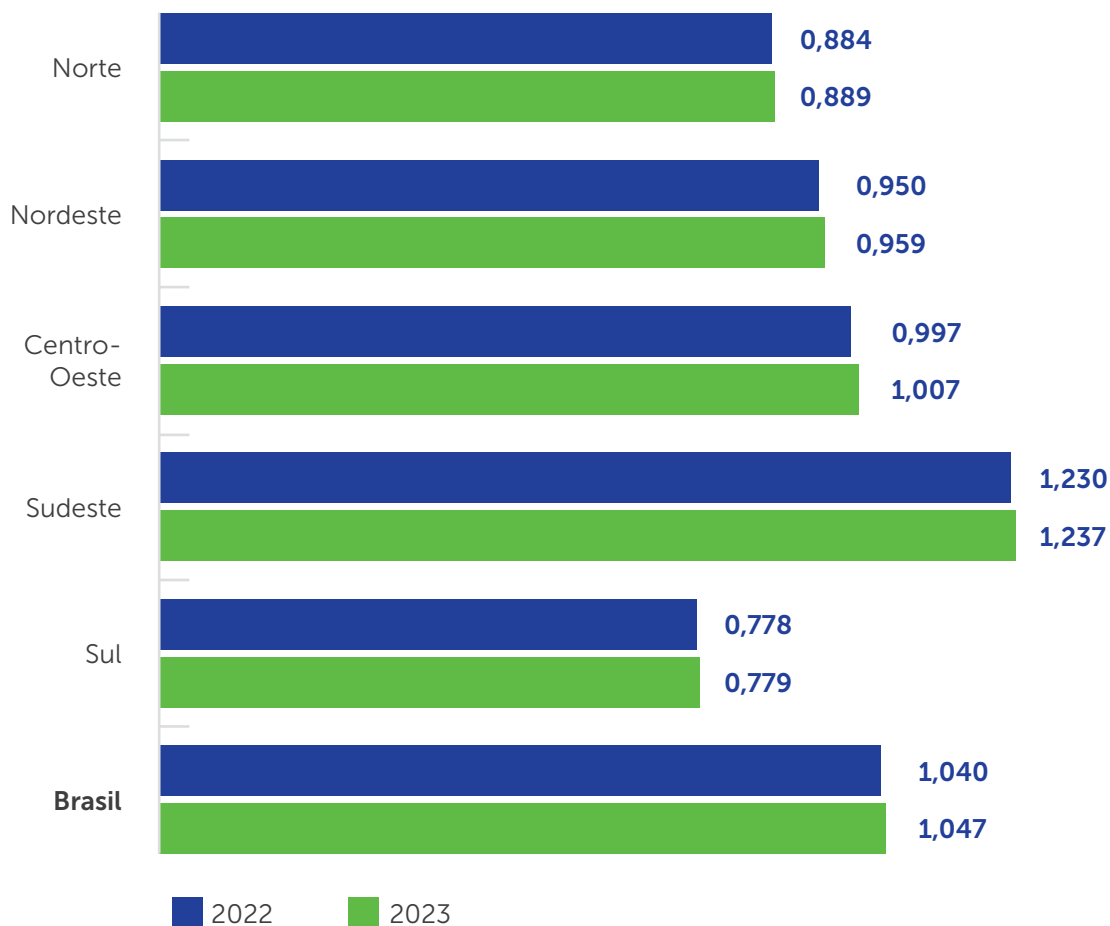


Figura 3.3. Geração de RSU *per capita* no Brasil – comparativo 2022 e 2023 (kg/hab/dia)

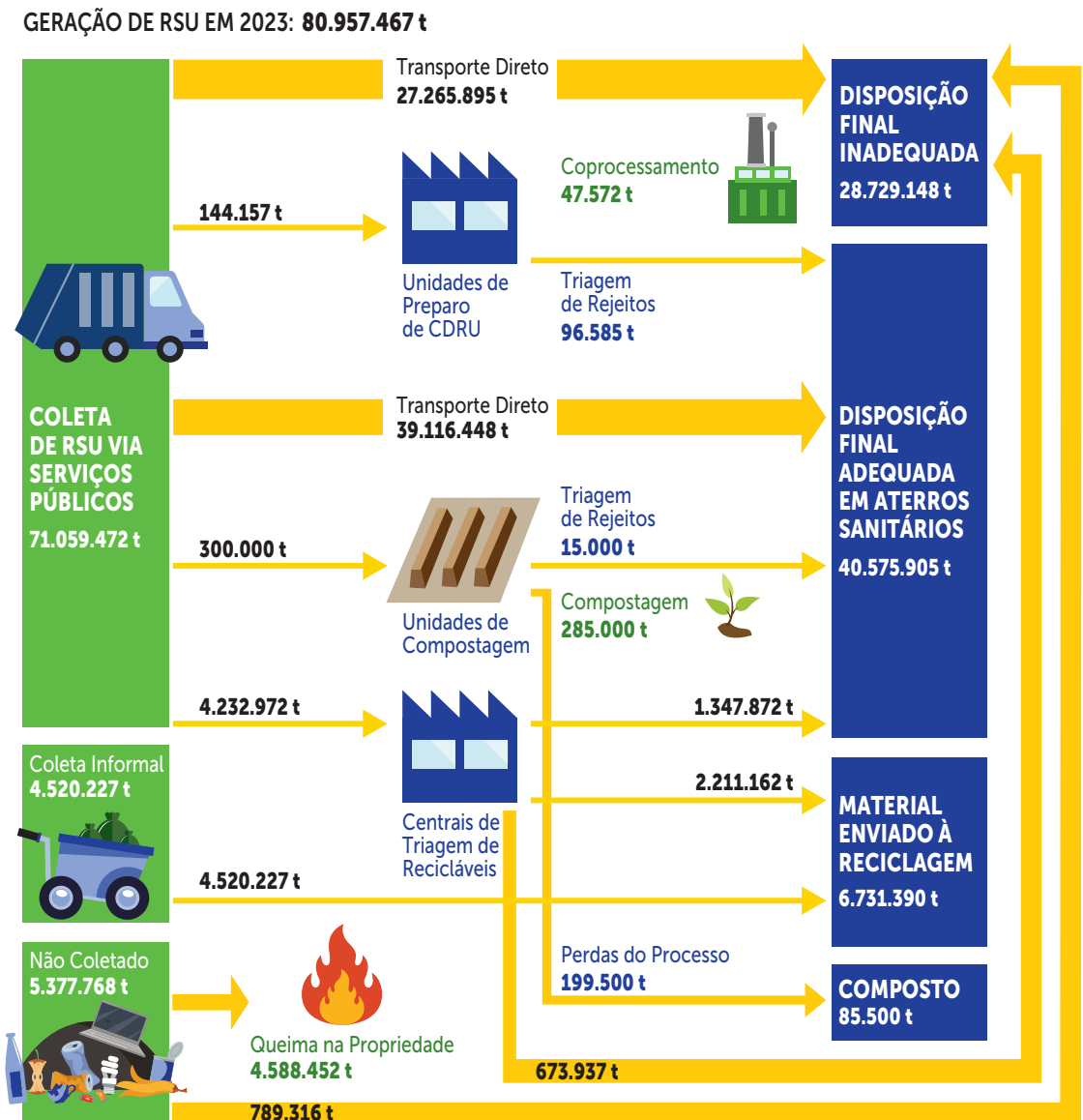
### 3.2. FLUXO DE RSU

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010), a gestão e o gerenciamento de RSU devem respeitar uma ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Essa hierarquia de resíduos prioriza as práticas menos nocivas ao meio ambiente e que contribuem para o estabelecimento de uma economia mais circular.

Nesse contexto, o Brasil está em fase de transição: saindo de um sistema exclusivo de disposição inadequada de resíduos no solo e caminhando para um modelo mais sustentável de gerenciamento de RSU, incorporando outras formas de tratamento e aproveitamento desse material. O país já possui iniciativas de reciclagem para diversos materiais secos e começa a observar iniciativas também para a reciclagem de resíduos orgânicos. Além disso, alternativas de aproveitamento energético – do combustível derivado de resíduos até a geração de biogás e produção de biometano – começam a ganhar espaço no cenário nacional.

Dessa forma, esta edição do Panorama traz, pela primeira vez, um diagrama do fluxo de RSU no Brasil. Diversas fontes de dados foram consultadas para a obtenção das informações aqui apresentadas. Para os dados ainda não quantificados no país, além da busca por informações que permitissem projeções e estimativas, os resultados obtidos foram discutidos com atores do setor, para que o fluxo apresentado aqui representasse a realidade brasileira da melhor forma possível. Apesar de haver outras tecnologias disponíveis para tratamento e aproveitamento de RSU, esta edição do Panorama foca naquelas que têm operação em escala comercial no país. O diagrama do fluxo de RSU no Brasil de 2023 é apresentado a seguir, e cada um dos processos e etapas desse diagrama é discutido na sequência.

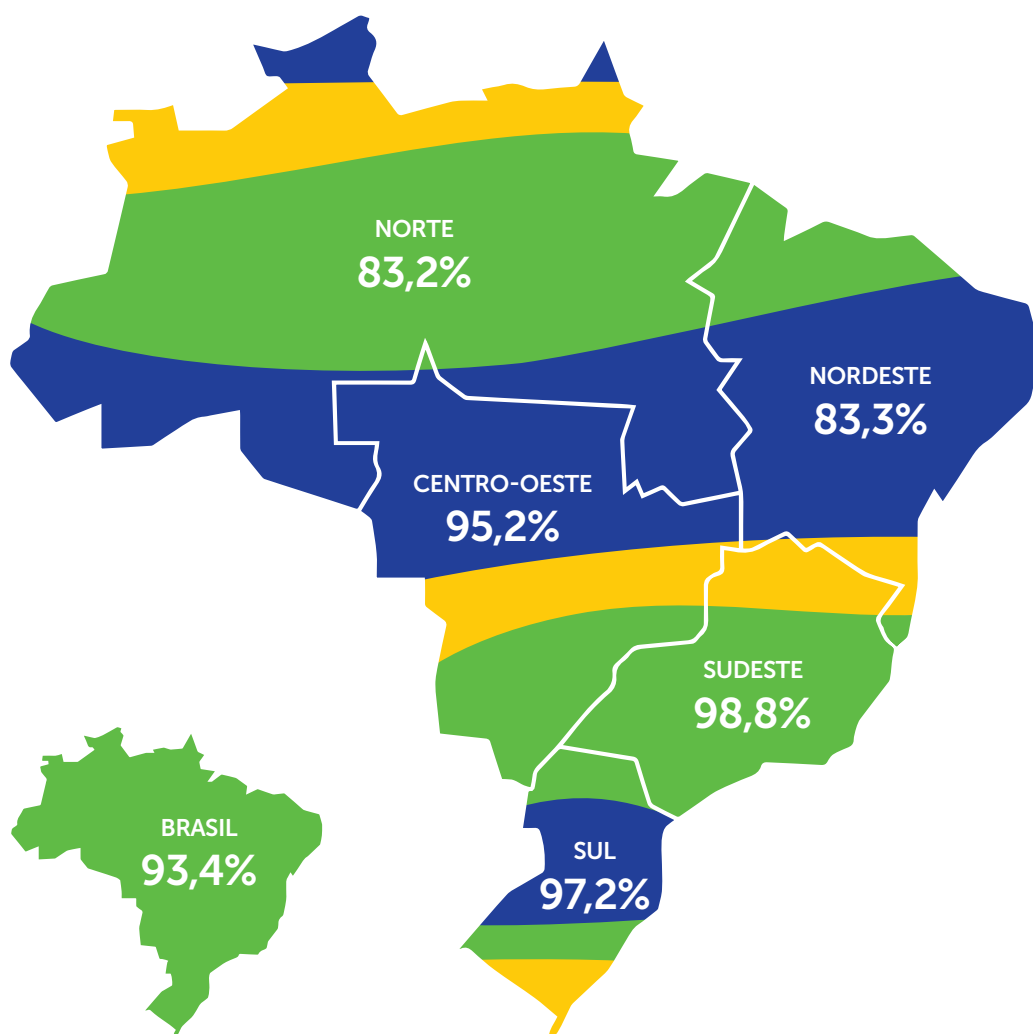
Figura 3.4. Fluxo de RSU no Brasil em 2023



## Coleta de RSU

No Brasil, 93,4% dos RSU gerados em 2023 foram coletados, o que representa um aumento de cerca de 0,4% em relação a 2022. Essa quantidade equivale a 75,6 milhões de toneladas coletadas em 2023, ou a uma média de aproximadamente 207 mil toneladas de resíduos coletadas diariamente no país. Regionalmente, as projeções mostram que Sul, Sudeste e Centro-Oeste estão acima da média nacional de coleta, com 97,2%, 98,8% e 95,2% dos RSU coletados, respectivamente. Norte e Nordeste coletam aproximadamente 83% dos RSU gerados, evidenciando diferenças regionais no gerenciamento de resíduos sólidos no país.

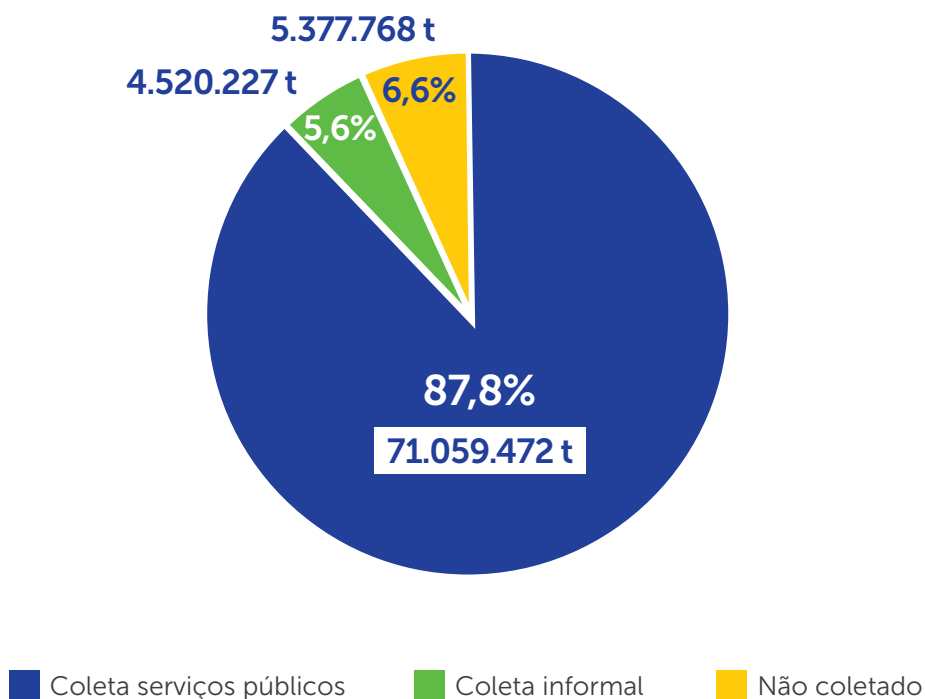
Figura 3.5. Coleta de RSU por grande região em 2023



Do total coletado no Brasil, 94% foram coletados via serviços públicos e ou outros 6%, através de coleta informal. A coleta via serviços públicos – que inclui coleta porta a porta - seletiva ou não, coleta via pontos de entrega voluntária, coleta em parceria com associações de catadores e cooperativas etc. – foi responsável por recolher cerca de 71,1 milhões de toneladas de RSU, ou 87,8% do total gerado no país em 2023.

As outras 4,5 milhões de toneladas coletadas, ou 5,6% do total de resíduos gerados em 2023, foram coletadas via coleta informal por mais de 700 mil catadores autônomos, que são aqueles sem vínculo com associações ou cooperativas. A determinação da quantidade de RSU coletada via coleta informal é uma tarefa desafiadora, pois envolve a quantificação de um trabalho que não apresenta registro formal e é, portanto, difícil de ser contabilizado e acompanhado. No entanto, por esse ser um trabalho muito presente na realidade brasileira, essa quantificação tem importância não só na esfera ambiental e de gerenciamento de RSU do Brasil, mas também na esfera social. Como os dados disponíveis para consulta são nacionais, não houve a quantificação da coleta informal ou via serviços públicos por região do Brasil.

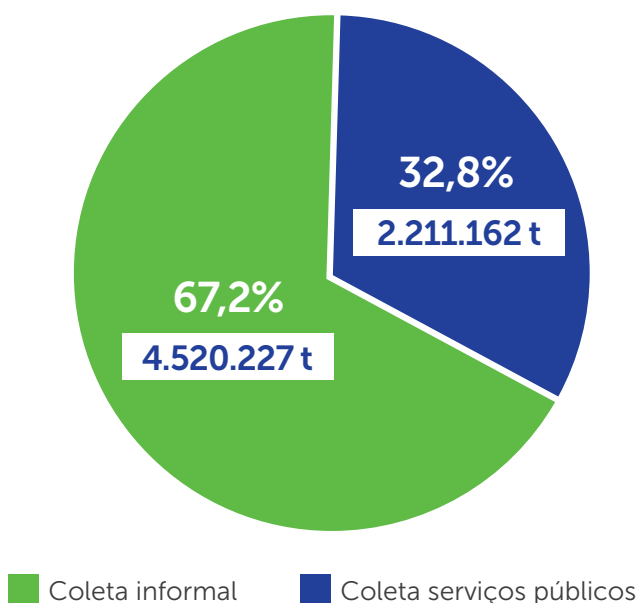
Figura 3.6. Coleta de RSU no Brasil em 2023



## Reciclagem

Cerca de 6,7 milhões de toneladas de material seco foram enviadas para a reciclagem no Brasil em 2023, o que corresponde a 8,3% dos RSU gerados no mesmo ano. Os resíduos enviados à reciclagem têm duas origens principais: a coleta via serviços públicos e a coleta informal. Cerca de 6,0% do total de RSU coletados via serviços públicos, ou 4,2 milhões de toneladas, foram encaminhados para centrais de triagem em 2023. Aproximadamente 52,2% desse material, ou 2,2 milhões de toneladas, foi recuperado, e o restante foi considerado rejeito e encaminhado para disposição final após a triagem. Já a coleta informal, feita por catadores autônomos, foi responsável por coletar cerca de 4,5 milhões de toneladas de RSU. Como catadores autônomos focam sua coleta somente em materiais que tenham valor para a cadeia de reciclagem, assume-se que 100% do material coletado por esses trabalhadores tenha sido recuperado.

Figura 3.7. Quantidade de RSU secos enviados para reciclagem no Brasil em 2023 – participação por tipo de coleta



Essa estimativa sugere que pouco mais de dois terços dos RSU enviados para reciclagem no Brasil em 2023 foram coletados por catadores autônomos, e cerca de um terço foi coletado via serviços públicos. Isso revela a extensão da participação do trabalho informal no cenário de reciclagem brasileiro e a importância de incluir esses trabalhadores nas discussões a respeito do tema. Enquanto a porcentagem de RSU encaminhados para reciclagem no Brasil - 8,3% - ainda está bem abaixo do potencial de reciclagem brasileiro - 33,6% dos RSU gerados, de acordo com a gravimetria nacional apresentada no Panorama 2020 - o número obtido nos cálculos do Panorama 2024 mostra-se um pouco mais otimista que a faixa de 3 a 7% frequentemente mencionada.



## Compostagem

A compostagem é uma das possíveis formas de tratamento da fração orgânica dos RSU e consiste na decomposição controlada de resíduos orgânicos por microrganismos em condições aeróbias, gerando gás carbônico (CO<sub>2</sub>), água (liberada como vapor ou gerando chorume) e composto. O composto é um material escuro que se assemelha a um solo e é rico em nutrientes, podendo ser utilizado como adubo e na melhoria das propriedades do solo. Por resultar em um produto com características físicas e químicas diferentes do material inicial, a compostagem é considerada uma reciclagem orgânica.

Dados publicados pelo SNIS e pela Embrapa indicam que, em 2023, cerca de 300 mil toneladas de material foram recebidas em pátios ou usinas de compostagem no Brasil, o que equivale a aproximadamente 0,4% dos RSU gerados no país. Estima-se que em torno de 5% do total recebido nessas unidades, aproximadamente 15 mil toneladas, seja material não-compostável, como isopor, sacolas plásticas e outras embalagens, que é separado durante uma triagem inicial e encaminhado a aterros sanitários. O material restante, orgânico, é submetido à compostagem. Considerando que o processo de decomposição consome em média 70% da massa de matéria orgânica sólida (geração de água e CO<sub>2</sub>), estima-se que cerca de 85,5 mil toneladas de composto tenham sido produzidas no Brasil em 2023 como resultados da compostagem de RSU.

## Combustível Derivado de Resíduos Urbanos

A produção do combustível derivado de resíduos urbanos (CDRU) é uma alternativa para aproveitamento de RSU que, após passarem por triagem, não apresentam mais viabilidade para reutilização ou reciclagem, conforme a hierarquia estabelecida pela PNRS para a gestão e o gerenciamento de RSU. A produção do CDRU consiste em um processo de triagem dos resíduos, em que são selecionados os materiais com maior poder calorífico, seguido de trituração, para que as características físicas do material se tornem adequadas para seu uso como combustível. O produto final apresenta alto poder calorífico e é utilizado como substituto de combustíveis fósseis na produção de energia térmica em fornos industriais. Atualmente, o maior consumidor de CDRU no Brasil é a indústria cimenteira, que utiliza esse combustível para substituir o coque em seus fornos e incorpora as cinzas resultantes da queima ao clínquer, principal composto na fabricação do cimento. A esse processo de duplo aproveitamento (produção de energia térmica e uso como matéria prima) dá-se o nome de coprocessamento.

Estima-se que aproximadamente 47,6 mil toneladas de CDRU tenham sido produzidas no país em 2023. Considerando que para cada tonelada de RSU recebida em unidades de preparo, resultam em média 330 kg de CDRU (índice de aproveitamento de 33% do material recebido), estima-se que, em 2023, 144,2 mil toneladas de RSU tenham sido encaminhadas a unidades de preparo de CDRU no Brasil, o que representa menos de 0,2% do total de RSU gerados no país.

## Disposição Final

A PNRS determina que, após esgotadas as possibilidades de reutilização, reciclagem e tratamento dos RSU, os resíduos restantes, chamados de rejeitos, devem ser encaminhados para disposição final ambientalmente adequada. Essa disposição final deve considerar diversos critérios técnicos de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, assim como minimizar impactos ambientais adversos. A instalação que se enquadra nessa definição de disposição final é o aterro sanitário, uma complexa obra de engenharia que, segundo a Norma de Referência nº 7/2024 da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), deve apresentar uma base impermeabilizada e sistemas de drenagem de lixiviado, gases e águas pluviais, além de outras exigências operacionais. Lixões, aterros controlados, valas, vazadouros e unidades similares, incluindo enterramento de pequenas quantidades de RSU na propriedade de geração, não possuem essas estruturas de proteção e são consideradas ambientalmente inadequadas para a disposição final de resíduos.

No Brasil, estima-se que cerca de 69,3 milhões de toneladas de RSU tenham sido encaminhadas para disposição final em 2023, o que corresponde a 85,6% dos RSU gerados no ano. As projeções feitas para o Panorama sugerem que 58,5% dessa quantidade foi disposta em aterros sanitários (disposição final ambientalmente adequada). O Sudeste e o Sul apresentaram melhor desempenho, com aterros sanitários sendo o destino de mais de 67% dos resíduos encaminhados para disposição final. As outras regiões ficaram com desempenho abaixo da média nacional, sendo que na região Norte os aterros sanitários foram o destino de somente 38,0% dos resíduos encaminhados para disposição final. Áreas de disposição final inadequadas estão presentes em todas as regiões do Brasil e receberam mais de 28,7 milhões de toneladas de resíduos em 2023 – cerca de 41,5% do total encaminhado para disposição final no país. Desse total, aproximadamente 161 mil toneladas de RSU foram enterradas na propriedade do gerador.

Ao comparar os dados projetados para 2023 com os dados de 2022, nota-se que, em 2022, cerca de 36,2% dos RSU gerados foram encaminhados para disposição final ambientalmente inadequada, enquanto essa porcentagem caiu para 35,5% em 2023. Apesar de não ser indicado fazer comparações diretas entre os dois anos, devido à inclusão de novos processos no fluxo de RSU do Panorama 2024 e à correção da população do Censo 2022 pelo IBGE, essa redução sugere um avanço pequeno, porém positivo, no gerenciamento de RSU no país, com um aumento da fração de resíduos que é encaminhada para outros processos e disposição final ambientalmente adequada.

Figura 3.8. Disposição final adequada x inadequada de RSU no Brasil em 2023

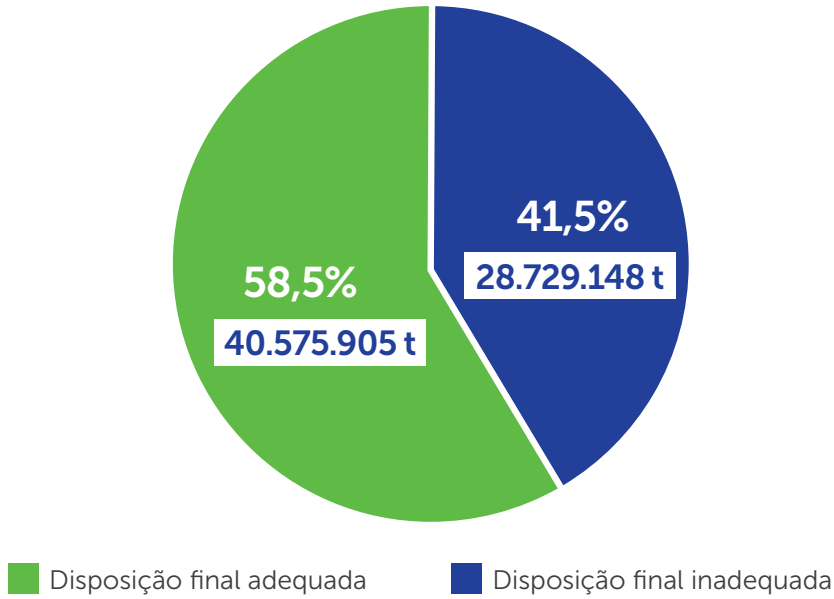
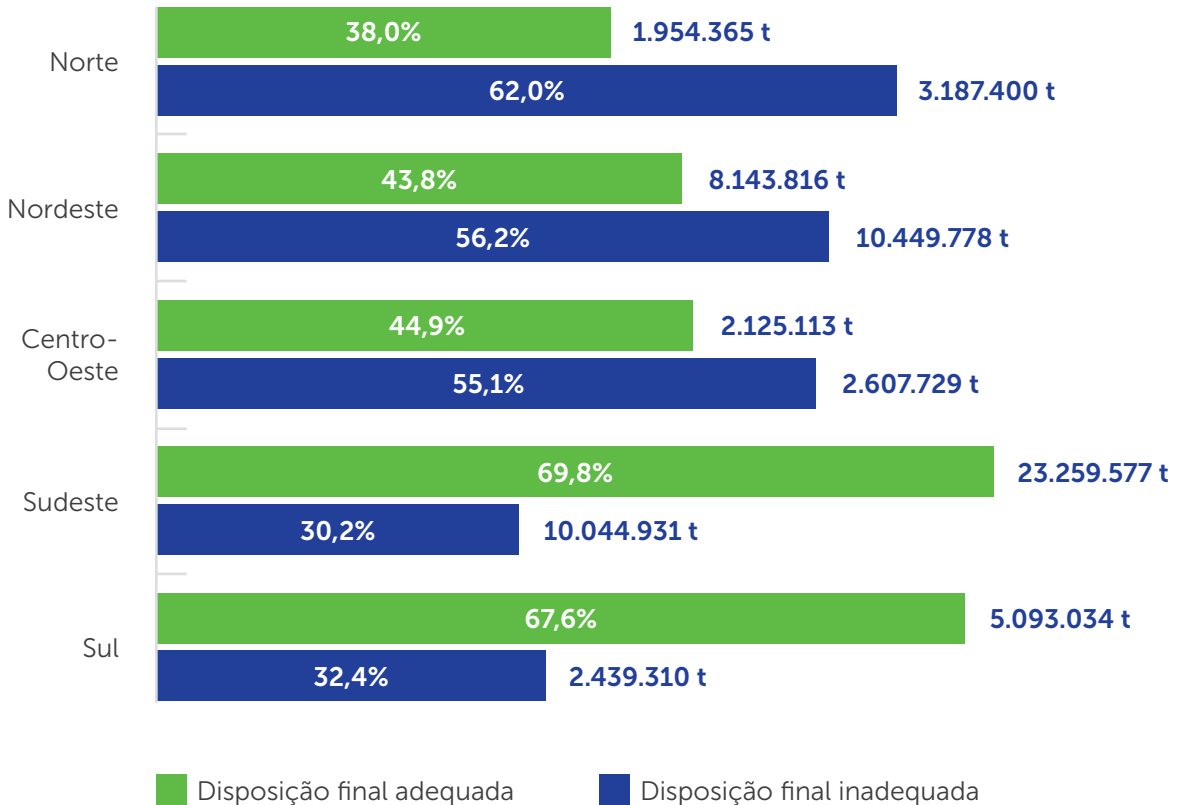


Figura 3.9. Disposição final de RSU por região em 2023



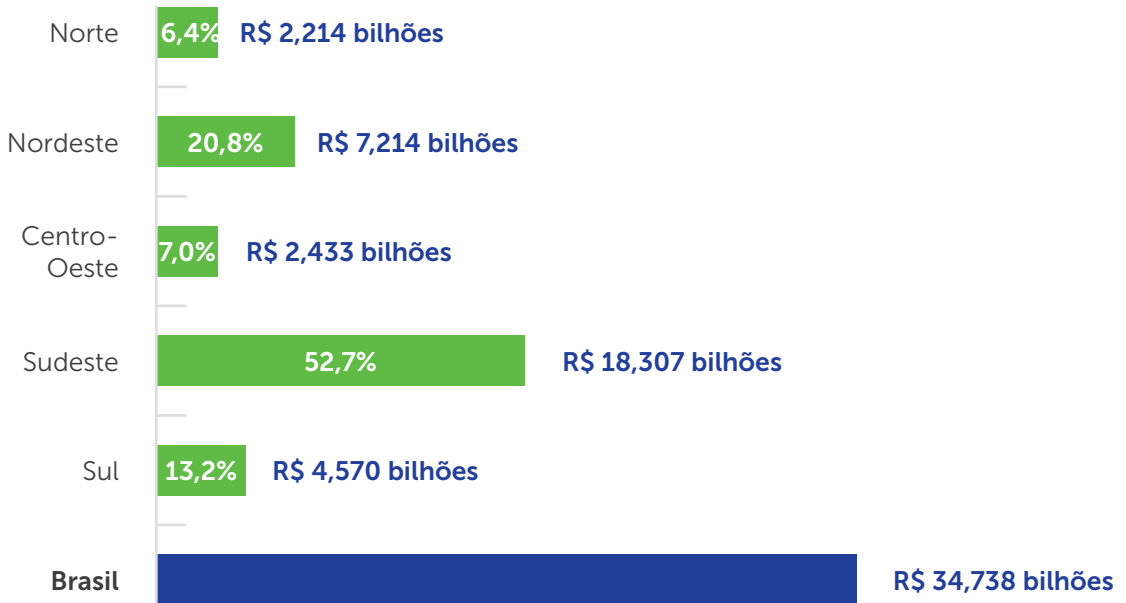
## Queima na Propriedade

Estima-se que cerca de 5,7% dos RSU gerados no Brasil em 2023, ou aproximadamente 4,6 milhões de toneladas, tenham sido queimados a céu aberto na mesma propriedade de sua geração. A prática de queimar ou enterrar resíduos na propriedade é observada com mais frequência em domicílios de áreas rurais ou afastados de grandes centros urbanos, que não são contemplados por serviços de coleta. No entanto, a queima não autorizada ou disposição inadequada de RSU no solo, mesmo em pequenas quantidades, é ilegal e pode impactar negativamente o meio ambiente e a saúde da população local. Isso pode ocorrer através da poluição do solo e lençóis freáticos durante a decomposição dos resíduos, da proliferação de animais que atuam como vetores de doenças, ou da poluição do ar devido à queima não controlada de material, causando dificuldades respiratórias e outros problemas de saúde à população do entorno. Além disso, em algumas regiões do Brasil, a queima não controlada de resíduos é uma das principais causas de incêndios florestais, que têm se tornado cada vez mais frequentes no país e agravam as mudanças climáticas, impactam gravemente a qualidade do ar e a saúde humana, e causam perdas econômicas e prejuízos irreparáveis para os ecossistemas e a biodiversidade.

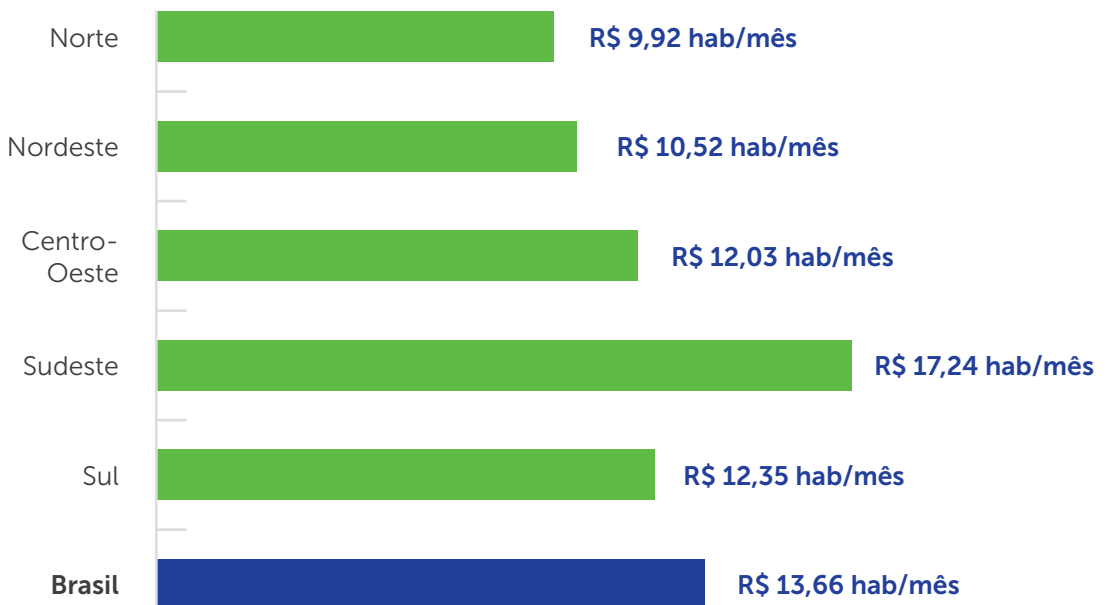
### 3.3. DESPESAS COM SERVIÇOS DE GERENCIAMENTO DE RSU

Os serviços de gerenciamento de RSU abrangem varrição de vias e limpeza de áreas públicas, e coleta, transporte, tratamento e disposição final de RSU e rejeitos. Estima-se que, em 2023, as despesas dos municípios brasileiros com esses serviços tenham girado em torno de R\$ 34,7 bilhões, com a região Sudeste sendo responsável por 52,7% desse total. Em termos de custos *per capita*, a região Sudeste também é a que mais destina recursos para o gerenciamento de RSU, com aproximadamente R\$17,24 por habitante por mês – valor 26% acima da média nacional, de R\$13,66 por habitante por mês.

**Figura 3.10. Despesas municipais com gerenciamento de RSU no Brasil em 2023**



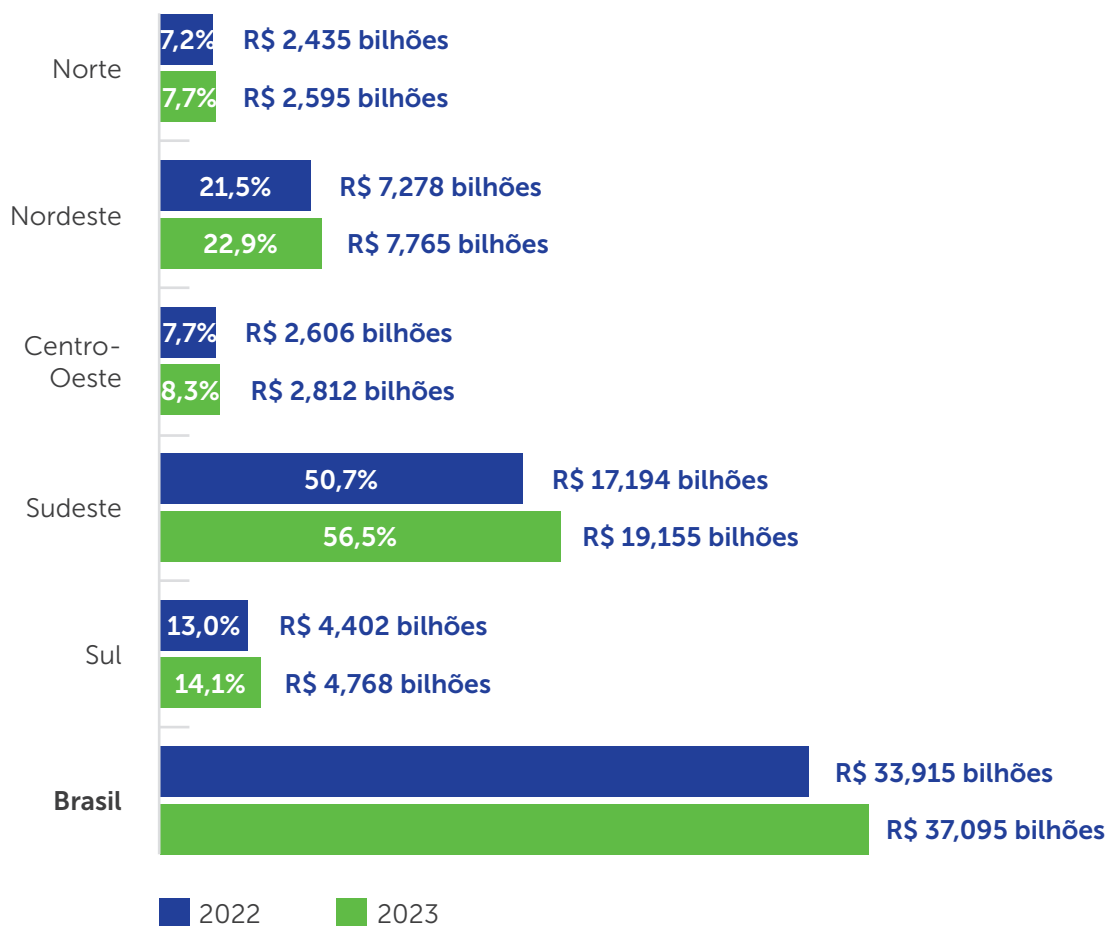
**Figura 3.11. Despesas municipais *per capita* com gerenciamento de RSU no Brasil em 2023**



As projeções do Panorama indicam que, em 2023, os gastos públicos e privados com gerenciamento de RSU totalizaram aproximadamente R\$ 37 bilhões. Esse montante corresponde a um aumento de 9,4% em comparação com o valor estimado para 2022, que foi atualizado nesta edição com informações mais recentes de cada região.

Em termos de crescimento regional, o Sudeste ficou acima da média nacional, com um aumento de 11,4% nos gastos totais, atingindo o valor de R\$ 19,1 bilhões, o que corresponde a mais de 56% do gasto estimado para o país. Sul e Centro-Oeste apresentaram aumento de 8,3% e 7,9%, respectivamente. Já as regiões Nordeste e Norte tiveram as menores variações, mas ainda assim apresentaram aumento de 6,7% e 6,6% no montante gasto, respectivamente.

**Figura 3.12. Despesas totais com gerenciamento de RSU no Brasil - comparativo 2022 e 2023**

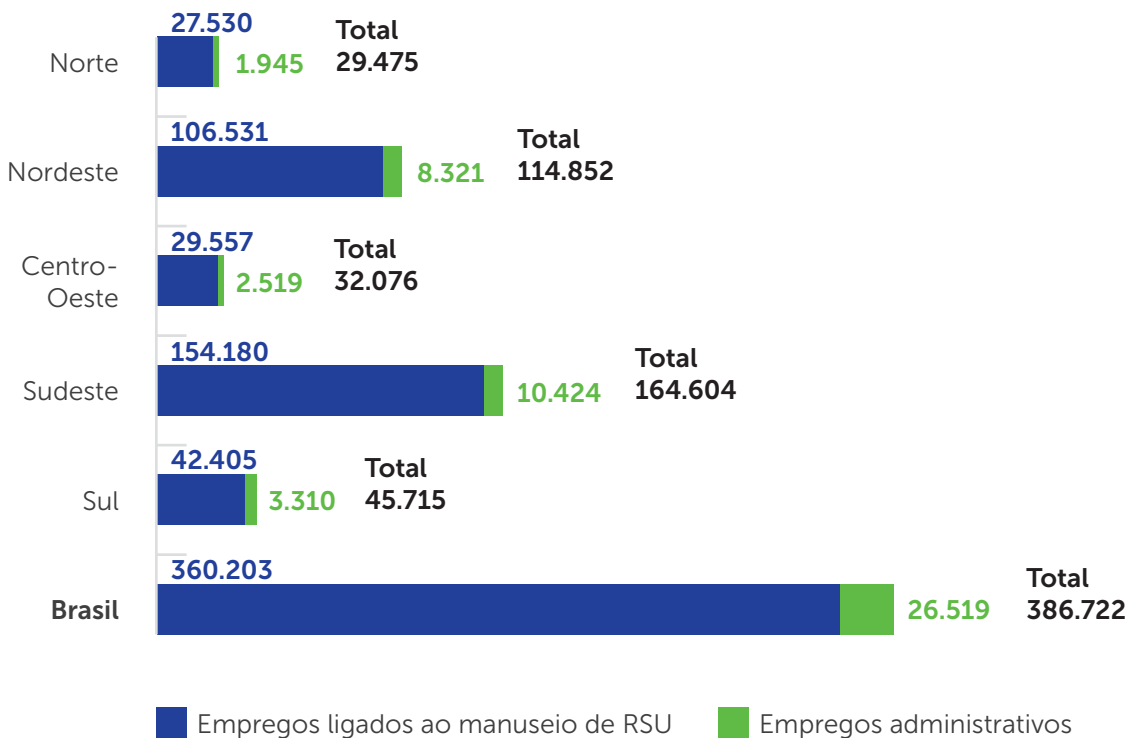


### 3.4 EMPREGOS NO SETOR

Estima-se que o setor de gerenciamento de RSU tenha empregado mais de 386 mil pessoas em 2023. Desse total, estima-se que 93%, ou cerca de 360 mil postos de trabalho, sejam empregos diretamente ligados ao manuseio de RSU, ou seja, empregos que envolvem atividades de varrição, de capina e roçada, ou em unidades de processamento. Esse número representa um crescimento de 2,6% no número de pessoas empregadas nessas atividades, quando comparado com os dados de 2022. Os outros 26,5 mil postos de trabalho, ou 7% do total, correspondem a cargos administrativos no setor.

Como em anos anteriores, em 2023 a maior parte dos empregos do setor concentrou-se nas regiões Sudeste e Nordeste, com 42,6% e 29,7% dos postos de trabalho, respectivamente.

**Figura 3.13. Empregos no setor de gerenciamento de RSU no Brasil em 2023**



Os empregos considerados nessa análise são aqueles gerados na operação de unidades e em outras atividades do setor, e são chamados de empregos diretos. Além desses empregos, o setor também impacta o mercado de trabalho com empregos indiretos e empregos remotos. Empregos indiretos são relacionados à produção de insumos para as unidades e oferta de serviços de manutenção, reparos e outros serviços especializados, como consultorias e análises laboratoriais. Já os empregos remotos, também conhecidos como empregos resultantes, são consequência da implementação e funcionamento das unidades e abrangem empregos criados a partir do desenvolvimento de outras atividades econômicas na região, como comércio e serviços para atender os trabalhadores das unidades e escritórios, e até atividades de turismo, que ganham espaço com a melhoria das condições ambientais e qualidade de vida na região.

A quantidade de empregos indiretos e remotos criados não pode ser determinada diretamente, visto que depende de diversos fatores, como tipo de atividade, natureza da obra, fase do empreendimento (investimento, construção, operação e manutenção, expansão, modernização), tecnologia empregada, localização da estrutura e da prestação dos serviços etc. No entanto, com base em observações do mercado de trabalho, estima-se que esse número possa ser mais que o dobro dos postos de trabalho diretos, com alguns empreendimentos gerando até 10 vezes mais empregos indiretos e remotos que empregos diretos.





The image features a dark blue background with abstract, wavy shapes in shades of green and a lighter blue. The shapes are layered and flow from the top left towards the bottom right. In the center-right area, the number '04' is displayed in a large, bold, yellow font.

**04**

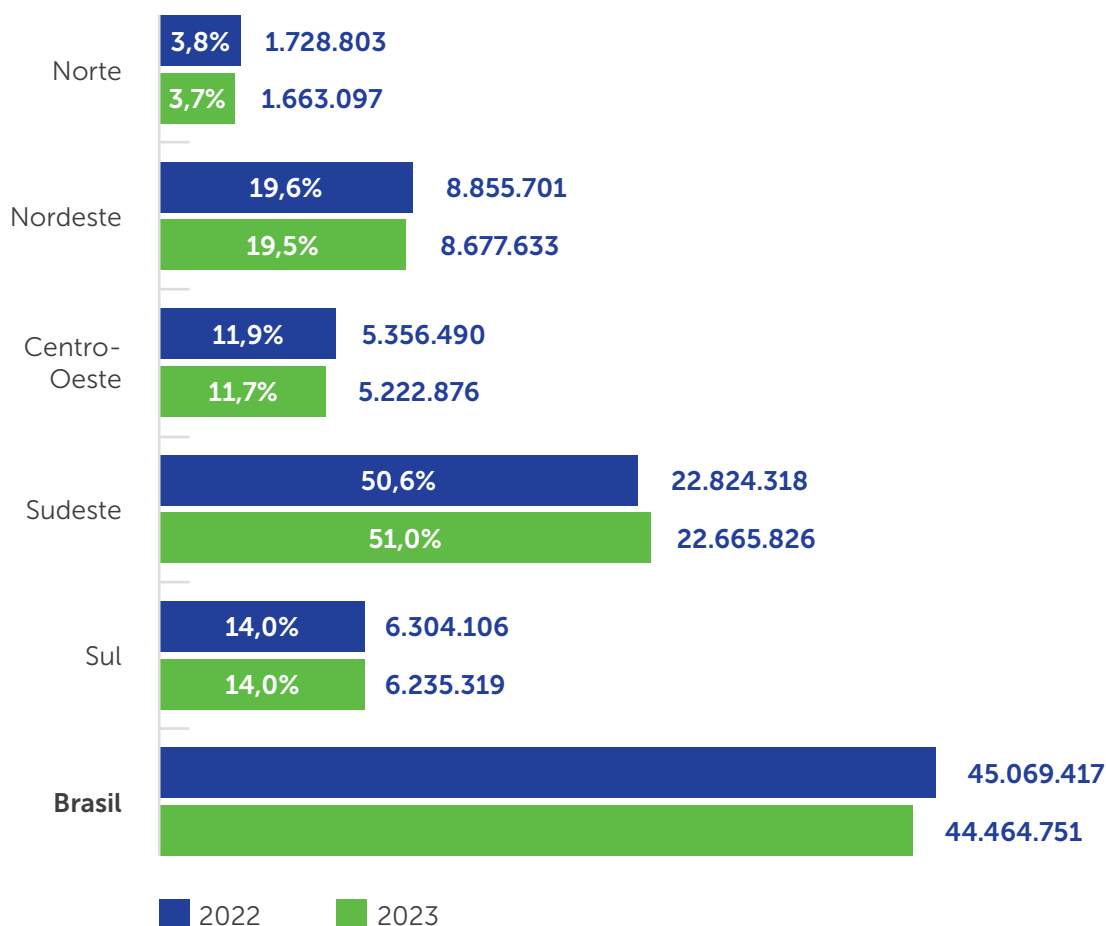


**RESÍDUOS DE  
CONSTRUÇÃO  
E DEMOLIÇÃO  
E RESÍDUOS DE  
SERVIÇOS DE SAÚDE**

## 4.1. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Estima-se que aproximadamente 44 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD, também usado como RCC – resíduos da construção civil) tenham sido geradas no Brasil em 2023. Isso representa uma queda de 1,3% em relação ao ano anterior, sendo 2023 o segundo ano consecutivo com redução na geração de RCD. Nesse ano, essa tendência foi observada nas cinco grandes regiões brasileiras, com uma queda mais acentuada estimada para a região Norte, com redução de 3,8% na geração de RCD. O Sudeste continuou sendo a região com maior contribuição para o total de RCD gerados no país, com 51% do total, e a região Norte, em contraste, foi responsável por somente 3,7% dos RCD gerados no Brasil.

**Figura 4.1. Geração de RCD no Brasil e por grande região – Comparativo 2022 e 2023 (toneladas)**

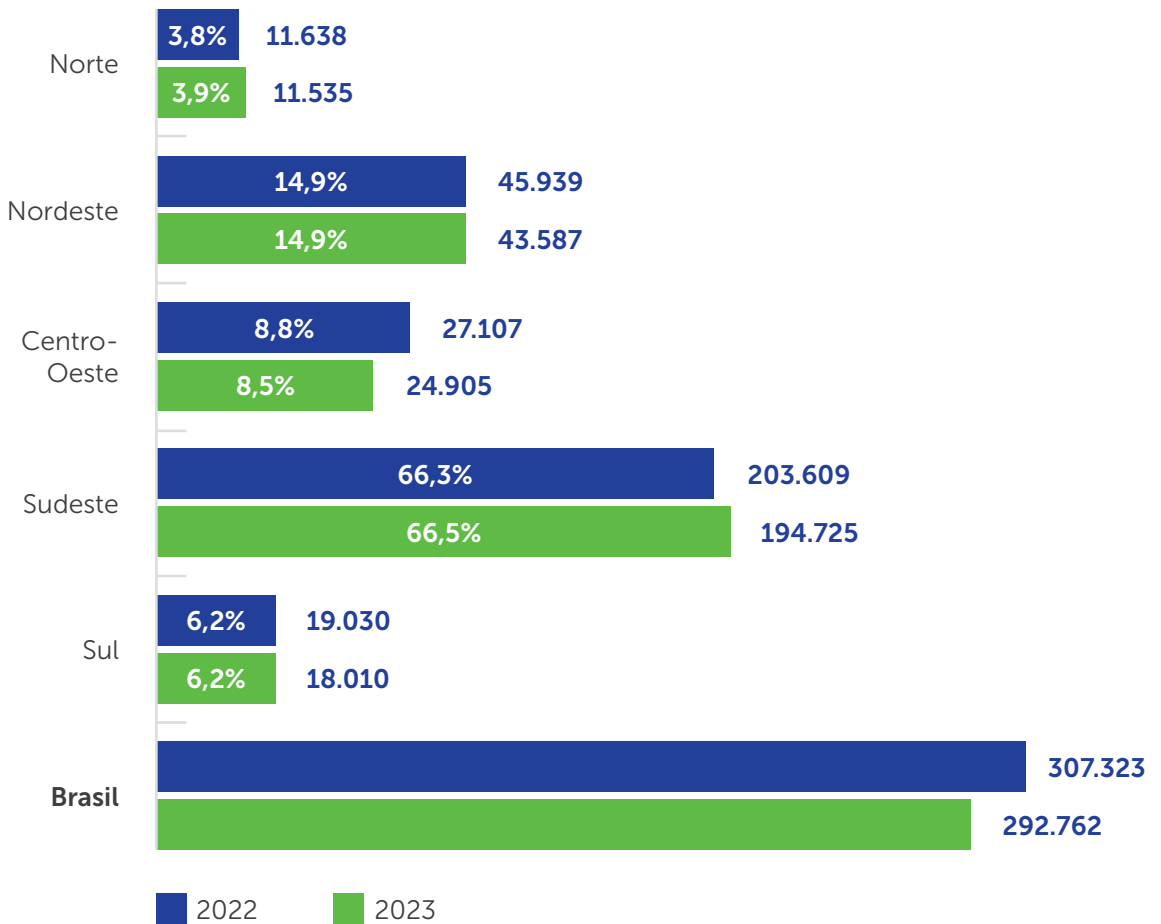


## 4.2. RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

Em 2023, foram geradas aproximadamente 293 mil toneladas de resíduos de serviços de saúde (RSS) oriundos de internações e procedimentos cirúrgicos no Brasil, o que representa uma redução de 4,7% em comparação ao ano de 2022. Seguindo a mesma tendência do ano anterior, o número de internações para procedimentos eletivos aumentou, assim como os dias de permanência em internação. No entanto, os casos de hospitalização por Covid-19, que geram maior quantidade de resíduos por envolverem procedimentos emergenciais, caíram para cerca de 20% do observado em 2022, o que foi fundamental para a queda na geração total desses resíduos em 2023<sup>5</sup>.

A região Sudeste continua sendo a maior geradora desse tipo de resíduo no país, sendo responsável por 66,5% do total gerado, enquanto a região Norte participa com apenas 3,9% do total.

**Figura 4.2. Geração de RSS no Brasil – Comparativo 2022 e 2023 (toneladas)**



<sup>5</sup> A Organização Mundial da Saúde declarou o fim da Covid-19 como uma emergência de saúde global em 05 de maio de 2023.

The image features a dark blue background with abstract, wavy shapes in shades of green and a lighter blue. The shapes are layered and flow from the top left towards the bottom right. In the center, the number '05' is displayed in a large, bold, yellow font.

**05**

# LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa é um dos instrumentos estabelecidos pela PNRS para assegurar a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. A lei estabelece a obrigatoriedade de participação dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes na implementação de sistemas de logística reversa de seus produtos. Esses sistemas envolvem um conjunto de ações que viabilizam a coleta e a devolução de produtos ou embalagens recicláveis aos seus fabricantes, para reaproveitamento na cadeia produtiva ou disposição final ambientalmente adequada.

Os sistemas de logística reversa são ferramentas usadas para intensificar a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos, com o intuito de melhorar o aproveitamento dos recursos naturais e promover a circularidade dos materiais, reduzindo a necessidade de extração de matérias-primas virgens. A implementação bem-sucedida desses sistemas também prolonga a vida útil dos aterros sanitários, uma vez que os materiais recuperados deixam de ser enviados para essas unidades.

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos pelos sistemas de logística reversa existentes no Brasil no ano de 2023.

Um sistema de logística reversa pode ser implementado por meio de legislação, acordo setorial ou termo de compromisso, e a cada material deve corresponder ao menos uma instituição de acompanhamento ou entidade gestora, que é responsável pela gestão do programa, pela consolidação dos seus dados e pela implementação de estratégias para o avanço do sistema. Os direcionamentos e obrigações a serem cumpridas são descritas nos seus respectivos regulamentos e monitoradas pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudanças do Clima (MMA) através dos relatórios anuais de desempenho apresentados pelas entidades gestoras e instituições responsáveis.

No quadro a seguir são listados os materiais que possuem sistemas de logística reversa implementados no Brasil, com informações sobre suas instituições ou entidades responsáveis e instrumentos de implementação. Em alguns casos, a atuação das instituições gestoras teve início antes da assinatura dos acordos setoriais e termos de compromissos, visto que regulamentações anteriores à PNRS já exigiam a recuperação de certos materiais.

**Figura 5.1. Quadro-resumo dos materiais com sistemas de logística reversa no Brasil**

Nº	Material	Instituição/ Entidade Gestora	Instrumento de Implementação	Ano do Instrumento
1	Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens	inpEV	Decreto nº 4.074	2002
2	Baterias de chumbo ácido	IBER	Acordo setorial	2019
3	Eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico	Abree Green Eletron	Acordo setorial	2019
4	Embalagens de aço	PROLATA	Termo de compromisso	2018
5	Embalagens de vidro	Circula Vidro	Decreto nº 11.300	2022
6	Embalagens em geral	Diversas Entidades*	Acordo setorial	2015
7	Embalagens de óleos lubrificantes	Instituto Jogue Limpo	Acordo setorial	2012
8	Óleos lubrificantes usados ou contaminados (OLUC)	ANP Instituto Jogue Limpo	Resolução CONAMA nº 362	2005
9	Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista	Reciclus	Acordo setorial	2014
10	Latas de alumínio para bebidas	Recicla Latas	Termo de compromisso	2020
11	Medicamentos, seus resíduos e embalagens	GAP	Decreto nº 10.388	2020
12	Pilhas e baterias	Green Eletron	Resolução CONAMA nº 401	2008
13	Pneus inservíveis	Reciclanip	Resolução CONAMA nº 416	2009

\* A logística reversa de embalagens em geral possui diversas entidades gestoras responsáveis pelo levantamento de dados do sistema.



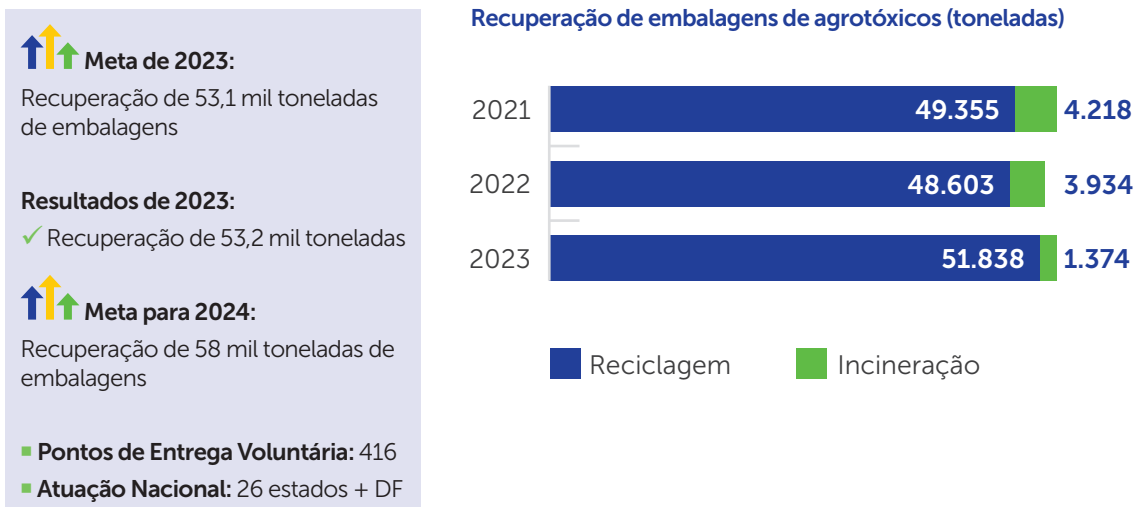
Os dados apresentados neste capítulo trazem uma visão geral da situação de cada sistema, incluindo metas de recuperação, alcance em território nacional e oferta de pontos de entrega voluntária (PEVs), que são locais disponibilizados para a população entregar os materiais pós-consumo. O envolvimento dos municípios em cada sistema de logística reversa pode ocorrer de duas formas principais: através da oferta de pontos fixos para entrega de materiais (PEVs, centrais de recebimento); ou pela promoção de campanhas de recolhimento.

## 5.1. AGROTÓXICOS, SEUS RESÍDUOS E EMBALAGENS

O programa de logística reversa de agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, nomeado como Sistema Campo Limpo, é operado pelo Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (inpEV) desde 2002. O sistema possibilita a destinação final adequada de 100% das embalagens recebidas, seja por reciclagem ou, no caso de resíduos perigosos, por incineração. As resinas resultantes do processo de reciclagem desses materiais são utilizadas para a fabricação de outros produtos, como tubos para efluentes usados na construção civil, postes de sinalização para o setor de transportes, e cruzetas para postes de energia.

Em 2023, o volume de material recuperado superou a meta estabelecida para o ano. Desde que o sistema começou a operar, já foram recuperadas 754 mil toneladas de embalagens de agrotóxicos.

**Figura 5.2. Situação do sistema de logística reversa de agrotóxicos, seus resíduos e embalagens no Brasil**




Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2023 (inpEV)

## 5.2. BATERIAS DE CHUMBO ÁCIDO


A logística reversa de baterias de chumbo ácido, comumente utilizadas em automóveis, tem como entidade gestora o Instituto Brasileiro de Energia Reciclável (IBER), criado em 2016, ou seja, antes da assinatura do acordo setorial. O programa não possui metas específicas para 2023, portanto segue utilizando a meta de 2022, que prevê o recolhimento do equivalente a 90% do material colocado no mercado naquele mesmo ano. Novas estratégias estão em discussão para o avanço desse sistema no país, assim como o estabelecimento das próximas metas.

A reciclagem de baterias de chumbo ácido é feita através de processos de separação e purificação do material para utilização em novos produtos, como novas baterias, lingotes de chumbo, tubos de PVC e fertilizantes. Em 2023, observou-se um aumento na recuperação de materiais de aproximadamente 9% em relação ao ano anterior. Desde que o sistema iniciou suas operações, foram coletadas e destinadas de forma ambientalmente adequada aproximadamente 2,1 milhões de toneladas de baterias chumbo ácido.

**Figura 5.3. Situação do sistema de logística reversa de baterias de chumbo ácido no Brasil**

 **Meta de 2023:**  
Recuperação de 90% do material colocado no mercado em 2023 (mesma meta percentual de 2022)

**Resultados de 2023:**  
✓ Recuperação de 323 mil toneladas (104% do material colocado no mercado em 2023)

 **Meta para 2024:**  
A definir

- **Pontos de Entrega Voluntária:** 417
- **Atuação Nacional:** 26 estados + DF (1.978 municípios)

### Recuperação de baterias de chumbo ácido (toneladas)



Fonte: IBER (2024)

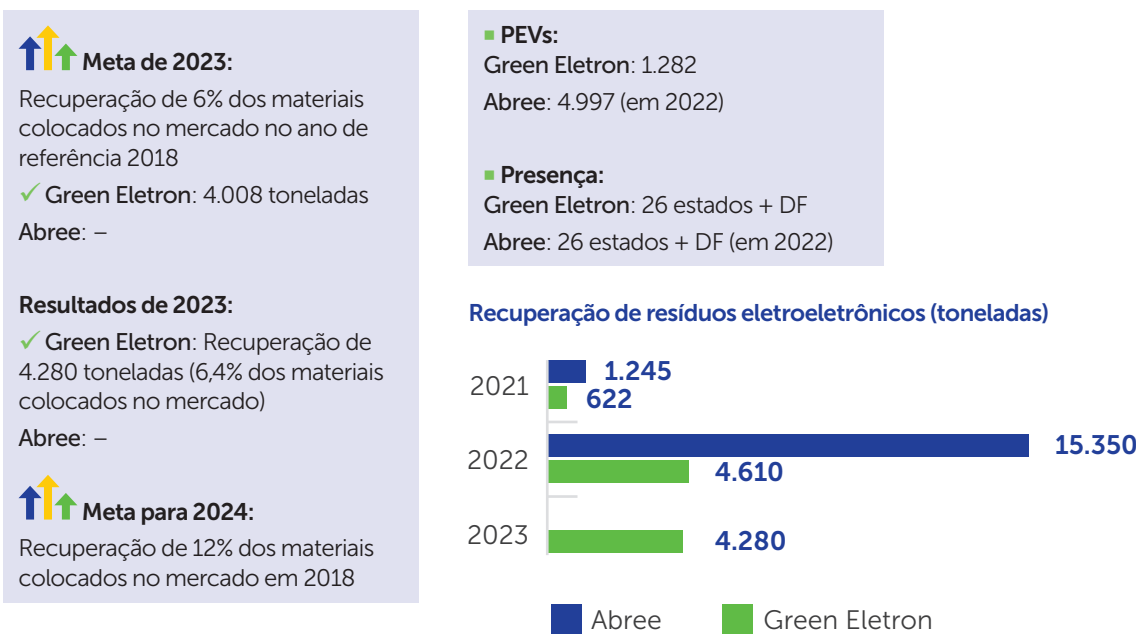
### 5.3. ELETROELETRÔNICOS E SEUS COMPONENTES DE USO DOMÉSTICO

A logística reversa de resíduos eletroeletrônicos e seus componentes (REE) é feita atualmente por duas entidades gestoras: a Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos (Abree) e a Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional (Green Eletron). As metas progressivas para recuperação desses materiais são estabelecidas por acordo setorial e decreto federal com base na quantidade de REE colocada no mercado pelas empresas associadas a cada entidade gestora no ano-base de 2018.

De acordo com a Green Eletron, todos os produtos eletroeletrônicos coletados pela entidade gestora em 2023 foram reaproveitados ou recuperados, e reinseridos na cadeia produtiva. Alguns dos materiais reaproveitados são metais ferrosos, metais não-ferrosos e plásticos, que são enviados para a reciclagem. A entidade vem apresentando resultados positivos em relação à meta de recuperação de materiais, superando as quantidades estabelecidas anualmente. Em 2023, o sistema recuperou, via coleta em PEVs e campanhas, o equivalente a 6,4% da quantidade de REE colocada no mercado pelos seus associados em 2018. Desde que a Green Eletron começou a operar, em 2017, foram recuperadas 9.516 toneladas de material.

Até o fechamento desta edição do Panorama, os dados de operação da entidade gestora Abree para o ano de 2023 não tinham sido disponibilizados. A entidade vem demonstrando avanços tanto na ampliação do número de pontos de entrega voluntária e municípios atendidos, quanto na quantidade de material recuperado, com 16.595 toneladas de REE recuperadas desde o início das operações da Abree como entidade gestora, em 2011.

**Figura 5.4. Situação do sistema de logística reversa de resíduos eletroeletrônicos no Brasil**

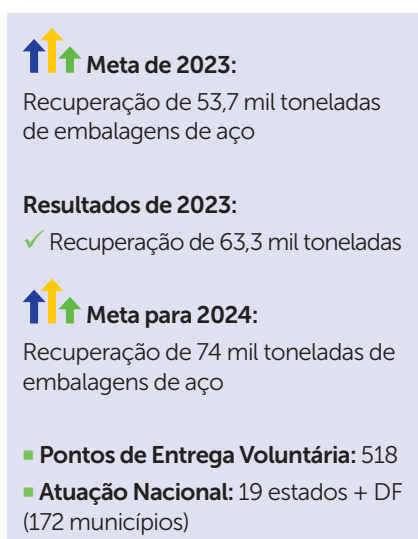


Fonte: Green Eletron (2024)

## 5.4. EMBALAGENS DE AÇO

A logística reversa de embalagens de aço é operacionalizada pela entidade gestora PROLATA, que opera desde 2013, anteriormente ao acordo setorial. As metas e evolução do sistema são avaliados juntamente com os órgãos ambientais de acordo com a sua expansão. A coleta dos materiais pós-consumo é feita em PEVs indicados pelo programa. No processo de recuperação, as embalagens de aço são utilizadas como matéria prima para a fabricação de novos produtos, como outras embalagens ou eletrodomésticos, maquinários e ferramentas. Em 2023, apesar de ter recuperado uma quantidade de materiais cerca de 5,7% menor em relação ao ano anterior, o sistema atingiu a meta anual estabelecida. Atualmente, o sistema possui parceria com 79 cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis. Desde que o sistema começou a operar, foram recuperadas aproximadamente 240,5 mil toneladas de embalagens de aço.

Figura 5.5. Situação do sistema de logística reversa de embalagens de aço no Brasil



### Recuperação de embalagens de aço (toneladas)



Fonte: PROLATA (2024)

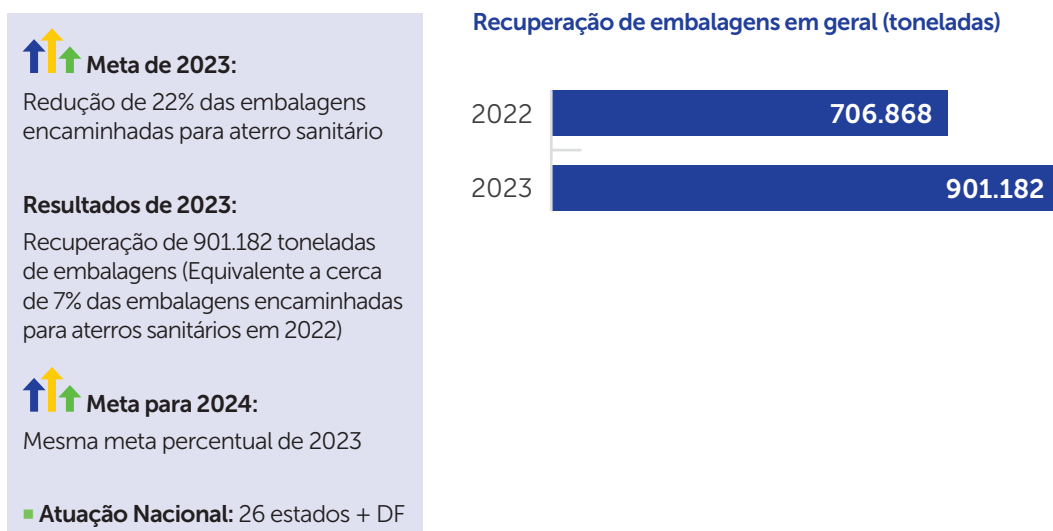
## 5.5. EMBALAGENS DE VIDRO

A logística reversa de embalagens de vidro foi regulamentada por decreto em dezembro de 2022 e a entidade que opera esse sistema, a Circula Vidro, foi criada no final de 2023 com início das operações em 2024. Dado o ano de início das operações da entidade gestora, não foi publicado relatório de desempenho do sistema para 2023 – ano-base do Panorama 2024. No entanto, a entidade gestora já possui a meta de, até o ano de 2032, alcançar 40% de reciclagem de vidros no Brasil, ampliando a circularidade do material. O vidro é um material que pode ser 100% reciclado, ou seja, a cada 1 kg de vidro destinado para reciclagem, obtém-se 1 kg de material novo.

## 5.6. EMBALAGENS EM GERAL

A logística reversa de embalagens em geral foi implementada no Brasil por um acordo setorial assinado em 2015. O sistema possui diversas entidades gestoras, responsáveis pela consolidação de informações de recuperação desse material. De acordo com dados de um panorama da logística reversa no Brasil apresentado pelo MMA, em 2023, a massa de embalagens recuperada foi composta por 28% de papel, 23% de plástico, 34% de vidro, 13% de metal e 2% de outros materiais. Nos últimos dois anos, foi recuperado cerca de 1,6 milhão de toneladas de embalagens em geral.

**Figura 5.6. Situação do sistema de logística reversa de embalagens em geral no Brasil**

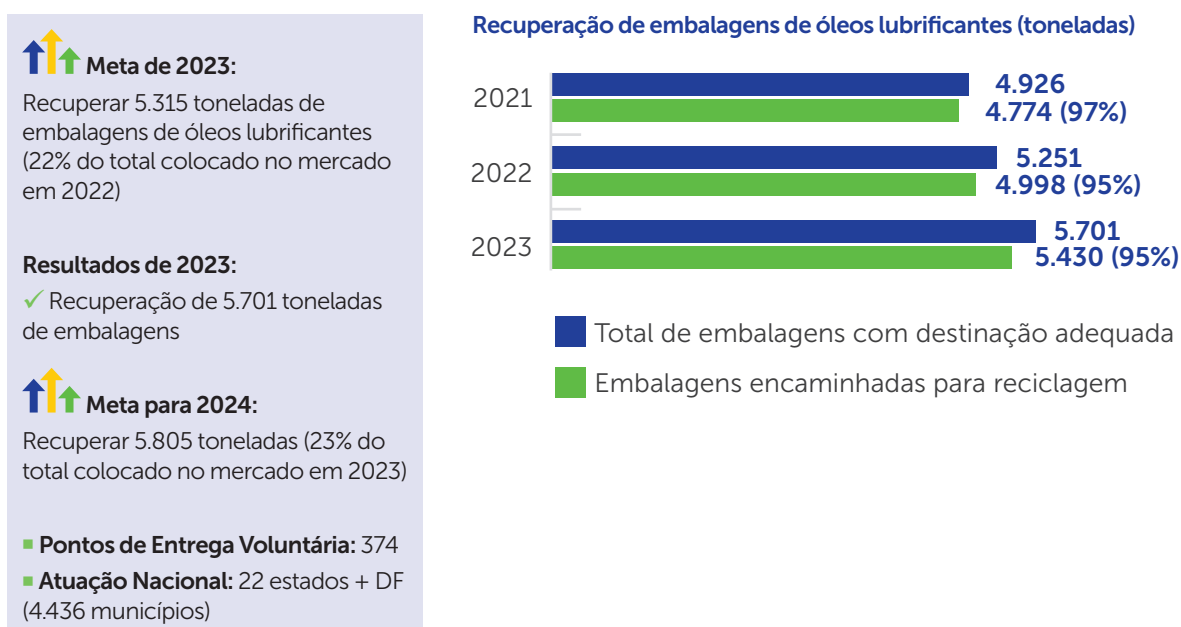


Fonte: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (2024)

## 5.7. EMBALAGENS DE ÓLEOS LUBRIFICANTES

O Instituto Jogue Limpo é a entidade gestora que opera a logística reversa das embalagens plásticas de óleo lubrificante usadas. O sistema opera desde 2005 e atua no recebimento e na reciclagem dos materiais, transformando-os em insumos industriais ou encaminhando-os para outra destinação ambientalmente adequada. Em 2023, cerca de 95% das embalagens encaminhadas para destinação adequada foram recicladas. Em relação ao ano anterior, o total de material recuperado aumentou cerca de 8,5%. Desde que o sistema começou a operar, mais de 1 bilhão de embalagens foram destinadas de forma ambientalmente adequada.

**Figura 5.7. Situação do sistema de logística reversa de embalagens de óleos lubrificantes no Brasil**




**Fonte:** Relatório de Desempenho Anual 2023 (Instituto Jogue Limpo)


## 5.8. ÓLEOS LUBRIFICANTES USADOS OU CONTAMINADOS (OLUC)

Os fabricantes e importadores de óleos lubrificantes possuem obrigatoriedade de promover a coleta de óleos lubrificantes usados ou contaminados (OLUC) na mesma quantidade que colocarem o produto novo no mercado. As metas de coleta são estabelecidas pelo MMA e o Ministério de Minas e Energia (MME) e são calculadas com base na quantidade de material comercializado entre outubro do ano anterior e setembro do ano em questão. Os dados de coleta e de material colocado no mercado estão disponíveis no Painel Dinâmico do Mercado Brasileiro de Lubrificantes, da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). A quantidade de OLUC coletada em 2023 foi de aproximadamente 56 milhões de litros. O Instituto Jogue Limpo, que faz a gestão da logística reversa de OLUC de seus associados desde 2018, destinou, de forma ambientalmente adequada, 53 milhões de litros de óleo em 2023. O recolhimento de OLUC, no âmbito do instituto, é feito em todos os estados brasileiros mais o Distrito Federal, totalizando 2.035 municípios atendidos pelas campanhas de coletas realizadas.

**Figura 5.8. Situação do sistema de logística reversa de óleos lubrificantes usados ou contaminados (OLUC) no Brasil**

 **Meta de 2023:**  
Recuperar 47,5% do OLUC colocado no mercado (aproximadamente 55,1 milhões de litros)

**Resultados de 2023:**  
✓ Recuperação de 49,0% do OLUC colocado no mercado

 **Meta para 2024:**  
Recuperar 48,3% do OLUC colocado no mercado

■ **Atuação Nacional:** 26 estados + DF (4.346 municípios)

**Recuperação de OLUC (milhões de litros)**




Fonte: ANP (2024)

## 5.9. LÂMPADAS FLUORESCENTES, DE VAPOR DE SÓDIO E MERCÚRIO E DE LUZ MISTA

A entidade gestora da logística reversa de lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista é a Associação Brasileira para Gestão da Logística Reversa de Produtos de Iluminação (Reciclus), que opera desde 2017. A Reciclus coleta e encaminha os materiais para reciclagem, onde os subprodutos são separados, descontaminados e encaminhados a indústrias de outros segmentos. Uma vez que o mercúrio é um metal pesado, prejudicial à saúde e ao meio ambiente, ele é recuperado por meio de filtros e outros processos seguros. Em 2023, o sistema mostrou um aumento de cerca de 4% na quantidade de lâmpadas recuperadas, quando comparado ao ano anterior. Desde o início das operações, a entidade gestora já coletou e destinou de forma ambientalmente adequada aproximadamente 38 milhões de unidades de lâmpadas e 263 kg de mercúrio.

**Figura 5.9. Situação do sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista no Brasil**

 **Meta:**  
Recuperar 60 milhões de unidades de lâmpadas até dezembro de 2025 (20% do total colocado no mercado em 2012)

**Resultados de 2023:**  
Recuperação de 9,05 milhões de unidades de lâmpadas, equivalente a 1.320 toneladas (Acumulado de 38 milhões de unidades desde o início do programa)

- **Pontos de Entrega Voluntária:** 3.885
- **Atuação Nacional:** 26 estados + DF (606 municípios)

### Recuperação de lâmpadas (milhões de unidades)



**Fonte:** Reciclus (2024)



## 5.10. LATAS DE ALUMÍNIO PARA BEBIDAS

A reciclagem de latas de alumínio para bebidas teve início em 1989, com o começo da produção de latas no Brasil. O sistema de logística reversa desse material, no entanto, foi implementado por meio de termo de compromisso apenas em 2020 e a entidade gestora responsável pela execução do sistema é a Recicla Latas. Em relação à abrangência do sistema, vale ressaltar que a coleta de latas de alumínio para bebidas tem uma participação muito presente de catadores autônomos, não contando somente com cooperativas, PEVs e coleta seletiva via serviços públicos.

As latas de alumínio para bebidas podem ser recicladas indefinidamente sem perder a qualidade do alumínio, que é usado na fabricação de novos materiais.

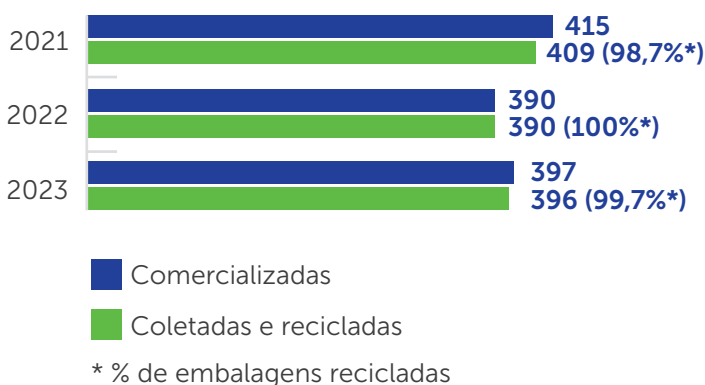
**Figura 5.10. Situação do sistema de logística reversa de latas de alumínio para bebidas no Brasil**

**Meta de 2023:**  
 Manter o índice de reciclagem acima de 95% em relação aos materiais colocados no mercado no ano anterior

**Resultados de 2023:**  
 ✓ Recuperação de 396 mil toneladas de latas, com índice de reciclagem de 99,7%

**Meta para 2024:**  
 Mesma meta percentual de 2023

**Recuperação de latas de alumínio para bebidas (mil toneladas)**



Fonte: Recicla Latas (2024)


## 5.11. MEDICAMENTOS, SEUS RESÍDUOS E EMBALAGENS

O sistema de logística reversa de medicamentos – que se refere a medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso, de uso humano, industrializados e manipulados, e de suas embalagens – é acompanhado pelo Grupo de Acompanhamento e Performance (GAP). O GAP opera desde 2021 através do programa denominado LogMed e é constituído por 16 entidades representantes do setor. As metas desse sistema de logística reversa, definidas por decreto federal, estabelecem a implementação de pontos de entrega de material em municípios de acordo com a sua faixa populacional, além da obrigatoriedade de implementação de ao menos um ponto fixo para entrega de material para cada dez mil habitantes. Em 2023, foram recuperadas 439 toneladas de medicamentos e suas embalagens: um aumento de 68% na quantidade de materiais recuperados no ano anterior. Desde o início da operação do sistema, mais de 750 toneladas de medicamentos foram destinadas de forma ambientalmente adequada, seja por incineração (95% do material coletado), coprocessamento ou disposição final em aterro sanitário classe I (aterro para resíduos perigosos).

**Figura 5.11. Situação do sistema de logística reversa de medicamentos no Brasil**

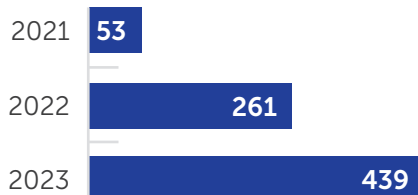
 **Meta para 2021 a 2023:**  
Instalação de PEVs em capitais e em todos os municípios brasileiros com mais de 500 mil habitantes

**Resultados de 2023:**  
✓ PEVs instalados em todos os 86 municípios previstos

 **Meta para 2024 a 2026:**  
Implementação de PEVs em todos os municípios com mais de 100 mil habitantes

- **Pontos de Entrega Voluntária:** 6.294
- **Atuação Nacional:** 26 estados + DF (648 municípios)

### Recuperação de medicamentos, seus resíduos e embalagens (toneladas)

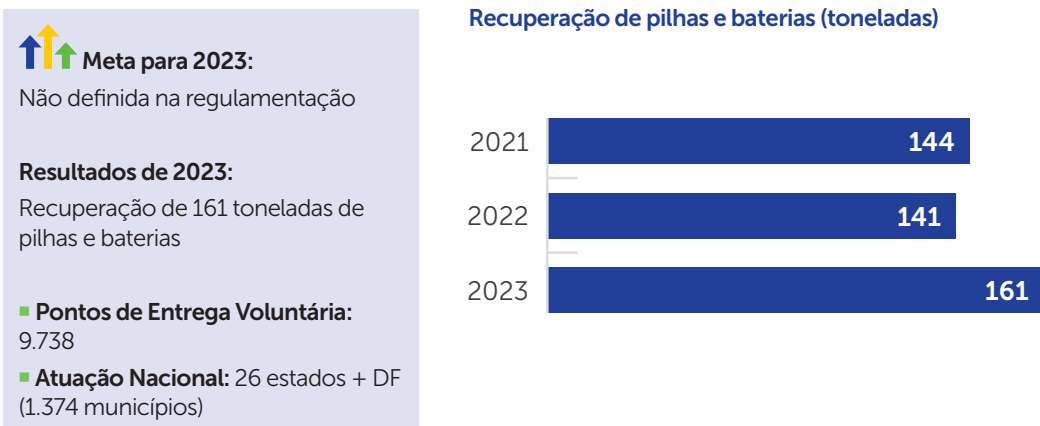


Fonte: Sindusfarma (2024)

## 5.12. PILHAS E BATERIAS

O sistema de logística reversa de pilhas e baterias é, assim como o de resíduos eletroeletrônicos, operado pela entidade gestora Green Eletron. A regulamentação do sistema não estabelece uma meta para recolhimento e recuperação de materiais, mas estabelece a obrigatoriedade da implementação de pontos adequados de recolhimento em todos os estabelecimentos de venda de pilhas e baterias. De acordo com a Green Eletron, a evolução da logística reversa de pilhas e baterias é acompanhada com base na quantidade desses materiais coletada anualmente. Em 2023, o sistema teve um aumento de cerca de 14% nos materiais recuperados em relação ao ano anterior. Desde que o sistema foi implementado, em 2017, foram coletadas aproximadamente 850 toneladas de pilhas e baterias.

Figura 5.12. Situação do sistema de logística reversa de pilhas e baterias no Brasil



Fonte: Green Eletron (2024)

## 5.13. PNEUS INSERVÍVEIS

A entidade gestora do sistema de logística reversa de pneus inservíveis é a Reciclanip, criada em 2007. Após o uso, os pneus podem ser utilizados como combustível alternativo em fornos de cimenteiras (CDR), ou na fabricação de outros itens como tapetes de automóveis, pisos industriais, asfalto, solas de calçados. De acordo com a regulamentação do sistema, para cada pneu novo comercializado, as empresas fabricantes ou importadoras desse produto devem providenciar destinação adequada a um pneu inservível. Na última década, o programa mostrou um aumento de 30% na quantidade de pneus com destinação adequada e, em 2022, após o período de pandemia, o sistema recuperou o patamar de coleta e destinação de mais de 400 mil toneladas por ano que vinha mantendo desde 2014. Até 2022, cerca de 5,9 milhões de toneladas de pneus inservíveis foram recolhidas e destinadas de forma adequada.

A consolidação dos dados do sistema de logística reversa de pneus para o ano-base de 2023 ainda está em andamento, no entanto, segundo o Relatório de Pneumáticos – Resolução Conama nº 416/09 do IBAMA, no ano-base de 2022, o sistema alcançou 99,98% da meta para fabricantes, e 91,50% da meta para importadores.

## 5.14. DISCUSSÃO

Os dados apresentados neste capítulo mostram que, no ano de 2023, mais de 1,7 milhão de toneladas de materiais foram destinadas de forma ambientalmente adequada através de sistemas de logística reversa. A maioria dos sistemas avançou em relação à quantidade de materiais recuperados e à ampliação de suas atividades, com novos PEVs e atuação em mais municípios e estados. Os sistemas de logística reversa de baterias de chumbo-ácido, embalagens de óleos lubrificantes, latas de alumínio para bebidas e pneus inservíveis se mostram bastante eficientes, alcançando índices de recuperação de material superiores a 90%. Outros sistemas ainda enfrentam desafios para atingir esse patamar, seja por terem iniciado as operações recentemente, ou por lidarem com materiais de recuperação e rastreamento mais complexos, como é o caso do sistema de embalagens em geral, por exemplo.

Mesmo com o aumento da quantidade de materiais recuperados na maior parte dos sistemas, os resultados indicam a necessidade de aprimoramento em todas as esferas da responsabilidade compartilhada: fabricantes, população e governo. Para além da recuperação dos materiais, a discussão sobre o design de produtos e a responsabilidade estendida do produtor é crucial para tornar o sistema mais circular. Ao considerar os princípios da economia circular na concepção de produtos, é possível maximizar a sua vida útil, reduzir a geração de resíduos durante a sua produção, e facilitar a reciclagem e o reaproveitamento dos materiais pós-consumo. Além disso, o sucesso da logística reversa depende da educação, conscientização e participação ativa da população, assim como o estabelecimento, por parte do governo, de metas ambiciosas - mas realistas - de recuperação de materiais, e o fomento de políticas públicas que incentivem o fortalecimento das cadeias de logística reversa e reciclagem.



The image features a dark blue background with abstract, wavy shapes in various shades of green and blue. The shapes are layered and overlap, creating a sense of depth and movement. In the center, the number '06' is displayed in a bold, yellow, sans-serif font.

**06**

# BIOMETANO: COMBUSTÍVEL DO FUTURO NO SETOR DE RESÍDUOS

Uma nova fronteira verde surgiu no Brasil a partir da entrada em vigor da Lei dos Combustíveis do Futuro: o setor de gás deve ser descarbonizado gradualmente a partir da mistura do biometano no gás fóssil de petróleo, também chamado de gás natural. O biometano, que pode ser oriundo tanto do setor agropecuário e de esgoto como do setor de resíduos sólidos, tem o potencial de impulsionar positivamente toda a cadeia produtiva brasileira, gerando créditos ambientais, descarbonizando a economia brasileira e tornando matriz energética nacional ainda mais limpa e tecnológica.

A necessidade de diversificação da matriz energética brasileira não é novidade. Discussões a respeito do tema começaram na década de 1970, em resposta à crise do petróleo. Na época, a questão era econômica: o país precisava de fontes de energia alternativas que não sofressem alterações tão bruscas de preço e oferta devido a questões geopolíticas. Com o passar dos anos, as questões ambientais começaram a ganhar destaque, na medida em que o conhecimento sobre impactos ambientais e mudanças climáticas se aprofundou. Nesse contexto, passou-se a buscar fontes de energia renovável e limpa, e os biocombustíveis passaram a integrar a matriz energética brasileira. Recentemente, as pautas de transição energética, economia circular e descarbonização da economia têm sido protagonistas do debate público e, com elas, o uso do biometano como substituto de combustíveis fósseis.

Este capítulo apresenta dados da produção atual de biometano no Brasil, com ênfase em plantas que utilizam RSU como matéria-prima. Também é discutido o potencial nacional de produção de biometano de RSU em um cenário tangível, ou seja, que pode ser concretizado com base em condições acessíveis e viáveis, utilizando os padrões tecnológicos e de viabilidade econômica disponíveis atualmente, sem extrapolações otimistas. Além disso, são estimados os investimentos necessários e o potencial de geração de empregos associados com a produção desse biocombustível no setor de resíduos sólidos.

## 6.1. O QUE É O BIOMETANO?

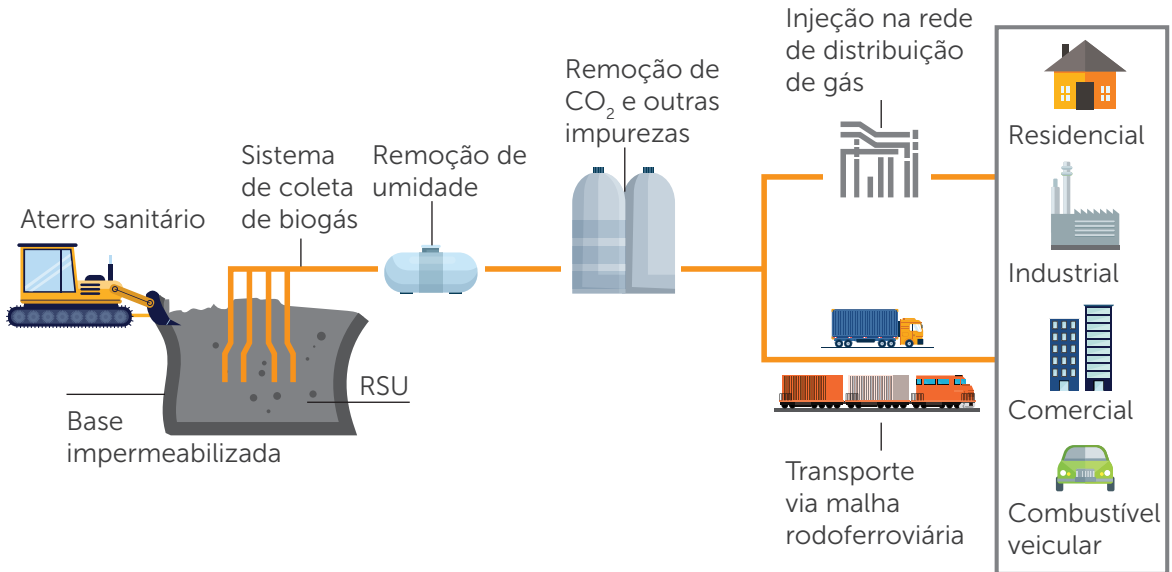
A decomposição de matéria orgânica feita por microrganismos em ambientes sem a presença de oxigênio gera o biogás, um gás renovável composto principalmente por metano ( $\text{CH}_4$ ) (45-65%) e dióxido de carbono (ou gás carbônico,  $\text{CO}_2$ ), apresentando traços de outros gases, como nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) e sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Por ser rico em metano, o biogás pode ser utilizado como fonte de energia para geração de eletricidade e calor. Além disso, a purificação do biogás gera o biometano, que pode ser usado como combustível, substituindo o diesel e o gás natural de origem fóssil. O biogás, e conseqüentemente o biometano, pode ser obtido a partir de resíduos agrícolas, de efluentes da pecuária e de esgoto, e de RSU.

Em aterros sanitários de RSU, o biogás é gerado a partir da decomposição da fração orgânica dos resíduos. Em unidades devidamente estruturadas para o aproveitamento de biometano, o biogás é captado através de uma rede de dutos instalados e, em seguida, é direcionado para o sistema de purificação. O processo de purificação do biogás consiste na remoção de umidade, do gás carbônico e de outras impurezas, como material particulado e gases residuais. O produto desse processo é o biometano: um gás purificado com alta concentração de metano.

O biometano pode ser comercializado de diversas formas: como gás natural comprimido (GNC) ou gás natural liquefeito (GNL), podendo ser amplamente empregado nos setores doméstico, industrial e veicular. A comercialização do biometano é permitida para diferentes atores, incluindo concessionárias estaduais de gás natural canalizado e distribuidores autorizados. Essa flexibilidade de uso e comercialização, aliada às suas vantagens ambientais, faz do biometano um combustível estratégico na transição para uma matriz energética mais sustentável e no fortalecimento da economia circular no Brasil.



Figura 6.1. Cadeia de produção, transporte e consumo do biometano de RSU



## 6.2. LEGISLAÇÃO E INICIATIVAS

No Brasil, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) é a instituição que estabelece normas e diretrizes que garantem a qualidade, segurança e viabilidade econômica do uso de combustíveis e seus derivados. A ANP é responsável por regulamentar o processo de produção, comercialização e uso do biocombustível, além de assegurar que ele atenda a padrões técnicos exigidos para ser injetado nas redes de gás natural ou utilizado em veículos e indústrias.

Um marco importante na regulamentação brasileira para os combustíveis renováveis foi a criação da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), instituída pela Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, que fortaleceu o papel do biometano na matriz energética. O programa estabeleceu metas nacionais anuais de descarbonização para as distribuidoras de combustíveis e criou os Créditos de Descarbonização (CBIO), que são um instrumento de comprovação de cumprimento da meta pelos produtores e distribuidores de combustíveis. Cada crédito de descarbonização corresponde a uma tonelada de carbono que deixa de ser emitida para a atmosfera. Essa política também criou um mecanismo de certificação para avaliar a eficiência energética-ambiental dos biocombustíveis quando comparados com os combustíveis fósseis equivalentes.

Outro avanço ocorreu em 2021 com a promulgação da Nova Lei do Gás (Lei nº 14.134/2021) que, entre outros tópicos, trata do transporte, acondicionamento e comercialização do gás natural. A Nova Lei do Gás facilitou o acesso dos produtores à rede de distribuição de gás natural e abriu o mercado para novos agentes acessarem a infraestrutura existentes. Esse cenário beneficiou a produção de biometano que, por ser considerado equivalente ao gás natural, ganhou espaço para ser inserido diretamente nas redes de gasodutos.

Em 2022, a ANP estabeleceu especificações e regras para aprovação do controle da qualidade do biometano oriundo de aterros sanitários e de estações de tratamento de esgoto através da Resolução nº 886/2022. No mesmo ano, o Programa Metano Zero e o Decreto nº 11.003/2022 instituíram uma estratégia para promover o uso sustentável de biogás e biometano, além de viabilizar a transformação de aterros sanitários e propriedades rurais em fornecedores de energia limpa.

**Mais recentemente, em outubro de 2024, foi sancionada a Lei nº 14.993, conhecida como Lei do Combustível do Futuro. Entre seus principais avanços, a lei define uma meta anual de redução de emissões de gases do efeito estufa no mercado de gás natural através da inclusão de um percentual de biometano no gás natural comercializado no país. A meta é começar essa inclusão em 2026, com 1% de biometano no gás natural comercializado, e aumentar esse percentual progressivamente até 10%.**

Os governos estaduais também têm um papel importante na transição energética, podendo oferecer incentivos regionais para a adoção de combustíveis renováveis. Atualmente, diversos estados brasileiros já possuem legislações próprias voltadas ao biometano. Exemplos de iniciativas incluem o incentivo à injeção de biometano na rede estadual de gás natural canalizado, o estabelecimento da obrigatoriedade dos distribuidores em adquirir todo o biometano produzido no estado, e a criação de estímulos para a geração de energia a partir de fontes renováveis.

Os avanços legislativos mostram o compromisso do Brasil em expandir o uso do biogás e biometano, contribuindo para a transição energética e a redução das emissões de gases de efeito estufa no país. Embora ainda haja desafios, o cenário é promissor e o biometano passa a ter um papel cada vez mais presente na matriz energética brasileira.

### 6.3. EXPLORAÇÃO DO BIOMETANO DE RSU NO BRASIL

De acordo com dados da CIBiogás, atualmente o Brasil possui 1.365 plantas de produção de biogás, com 86% do volume de gás produzido sendo utilizado para geração de energia elétrica. Dessas plantas, cerca de 10% utilizam como substrato resíduos provenientes de saneamento (unidades em aterros sanitários e estações de tratamento de esgoto). Isso sugere um grande potencial de expansão do uso do RSU para geração de energias renováveis no país.

Quando se fala especificamente de plantas produtoras de biometano para comercialização, a produção e posterior injeção na rede de gás natural nacional requerem que o empreendimento tenha autorização de operação emitida pela ANP. De acordo com a agência, atualmente o Brasil possui oito plantas de produção de biometano autorizadas e 31 plantas em processo de autorização. Dentre as plantas autorizadas, seis utilizam RSU em aterros sanitários como matéria-prima e as outras duas utilizam resíduos agrossilvopastoris, que são resíduos gerados nas atividades relacionadas à produção agrícola, florestal e pecuária. Das plantas em processo de autorização, sete são em aterros sanitários de RSU e as outras 24 utilizam resíduos agrossilvopastoris, resíduos industriais e lodo de esgoto. Assim, o Brasil possui 13 unidades de produção de biometano a partir de RSU registradas para possível injeção de gás na rede nacional: seis plantas em operação e sete aguardando autorização.

Na Figura 6.2 são apresentadas as localizações dessas 13 unidades de produção de biometano a partir de RSU, bem como a rede de gasodutos de transporte do país, que são dutos que fazem a interligação do gás entre os produtores e os distribuidores. Não estão incluídos na figura os gasodutos de escoamento, que levam os gases dos poços de produção para posterior processamento, nem os gasodutos de transferência, que são de uso exclusivo do produtor. No mapa, é possível observar que essas unidades estão localizadas próximas a grandes centros urbanos, que são regiões que geram maiores quantidades de RSU e, portanto, fornecem mais matéria-prima para a produção de biometano. Além disso, também é possível observar que as unidades em operação foram instaladas a curtas distâncias da infraestrutura de transporte e distribuição de gás, o que facilita a comercialização do biometano produzido.

**Figura 6.2. Distribuição das plantas de produção de biometano de RSU registradas pela ANP no Brasil**



De acordo com o Ministério de Minas e Energia (MME), em seu Boletim Mensal de Acompanhamento da Indústria de Gás Natural, a demanda nacional média por gás natural – ou seja, a demanda industrial, automotiva, residencial, comercial, por geração elétrica, cogeração etc. – é de cerca de 58,4 milhões de normais de metros cúbicos<sup>6</sup> por dia ( $\text{Nm}^3/\text{dia}$ ). Segundo a ANP, em setembro de 2024 a produção nacional total de biometano em plantas autorizadas foi de cerca de 196 mil  $\text{Nm}^3/\text{dia}$ , o que correspon-

<sup>6</sup> Unidade de medida utilizada para biogás e biometano, que corresponde à quantidade de gás que ocupa um metro cúbico em condições normais de temperatura e pressão.

de a 0,3% da demanda nacional. Apesar da pequena quantidade produzida, essas plantas possuem capacidade instalada e autorizada para produzir 614,7 mil Nm<sup>3</sup>/dia, sendo que 74% dessa capacidade, ou 457,2 mil Nm<sup>3</sup>/dia, está em plantas instaladas em aterros sanitários de RSU. Se consideradas as unidades de produção de biometano a partir de RSU que aguardam autorização para operação, essa capacidade de produção cresceria cerca de 581,6 mil Nm<sup>3</sup>/dia, totalizando aproximadamente 1,1 milhão de Nm<sup>3</sup>/dia. Dessa forma, considerando a operação com capacidade autorizada das 13 plantas registradas na ANP – em operação ou aguardando autorização para operação – a oferta de biometano de RSU no Brasil poderia atender cerca de 1,9% da demanda de consumo nacional de gás natural.

## 6.4. POTENCIAL DE EXPLORAÇÃO DO BIOMETANO DE RSU NO BRASIL EM CENÁRIO TANGÍVEL

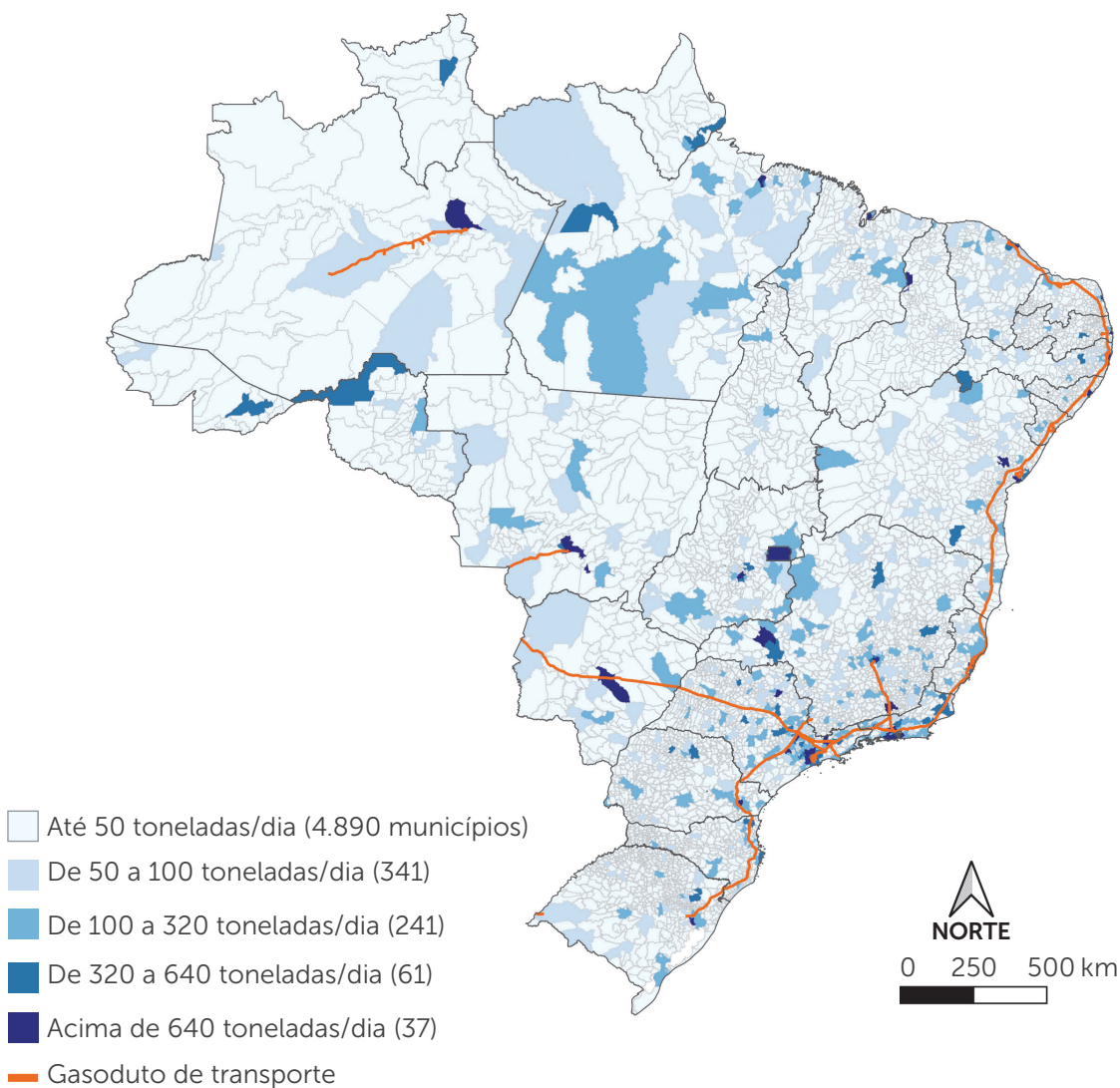
**A Associação Brasileira do Biogás (Abiogás) estima que o potencial total de aproveitamento de biometano no setor de saneamento básico (resíduos sólidos incluído) seja de 6,1 milhões de Nm<sup>3</sup>/dia. Contudo, esta seção avalia o potencial de exploração de biometano de RSU considerando um cenário conservador (tangível), ou seja, que pode ser concretizado com base em condições acessíveis e viáveis, utilizando os padrões tecnológicos e de viabilidade econômica disponíveis atualmente.**

A produção de biogás e biometano em aterros sanitários depende, entre outros fatores, da quantidade de RSU aterrada, do seu tempo de aterramento (idade do resíduo) e, para estimativas de médio e longo prazo, da quantidade de RSU recebida no aterro. Sendo assim, o mapa da geração diária de RSU nos municípios brasileiros é apresentado na Figura 6.3.

Os dados do mapa sugerem que o Brasil possui 37 municípios que, individualmente, geram mais de 640 toneladas diárias de RSU, considerada a quantidade mínima necessária para que uma planta de produção de biometano de RSU seja economicamente viável. A maioria desses municípios, 31, está localizada a menos de 100 km da rede de gasodutos de transporte, com 18 deles localizados a menos de 100 km de uma planta de produção de biometano de RSU em operação ou em processo de autorização.

Dessa forma, o Brasil possui 19 municípios que geram mais de 640 toneladas diárias de RSU e não estão próximos a unidades de produção de biometano em aterros sanitários, dificultando o aproveitamento de seus resíduos pelas unidades já existentes. Juntos, esses municípios geram mais de 22 mil toneladas de RSU por dia, o que corresponderia a uma produção de aproximadamente 662,3 mil Nm<sup>3</sup>/dia de biometano de RSU. A construção de 19 novas unidades de produção de biometano nesses municípios implicaria em um aumento de 58,7% no potencial nacional de produção de biometano de RSU, atualmente registrado na ANP. Com essa nova infraestrutura, seria possível suprir cerca de 3,1% da demanda nacional de gás natural com o biometano de RSU.

Figura 6.3. Geração diária de RSU nos municípios brasileiros



Além da produção de biometano em municípios que geram acima de 640 toneladas de RSU por dia, é possível analisar também o potencial de produção de biometano em aterros sanitários regionais, que recebem resíduos de mais de um município. A criação de arranjos intermunicipais para o gerenciamento de RSU facilita o compartilhamento de estruturas comuns à região, o que aumenta a escala da prestação de serviços, reduzindo gastos municipais e, conseqüentemente, os valores da taxa ou tarifa paga pela população. Além disso, essa economia de escala possibilita a implementação de um sistema mais completo de gerenciamento de RSU em cidades de menor porte e arrecadação mais baixa, aumentando a cobertura e a qualidade dos serviços em território nacional.

Ao encaminhar resíduos para um aterro sanitário em comum, os municípios, juntos, podem alcançar a quantidade mínima de RSU necessária para que a implementação de uma planta de biometano de RSU seja economicamente viável. Assim, além de atender a demanda regional por gás natural e combustível, essa produção de biometano evita emissões de gases de efeito estufa provenientes do transporte do gás vindo de gasodutos distantes, reduz os custos dos municípios com transporte de combustível, e gera uma receita acessória para o aterro sanitário.

Em uma análise conservadora, supõe-se que a regionalização de municípios para produção de biometano de RSU seja centrada em municípios pólo com geração de RSU maior que 320 toneladas por dia, ou metade da geração mínima necessária para alcançar viabilidade econômica da planta de produção de biometano. Com base nessa hipótese, o Brasil tem 61 municípios que geram entre 320 e 640 toneladas de RSU por dia que, em conjunto com municípios menores, têm potencial para produção de biometano de RSU. A maior parte desses municípios potenciais (38) está na região Sudeste, que possui maior densidade populacional e, conseqüentemente, maior geração de RSU por área. O estado de São Paulo concentra mais de um terço desses municípios potenciais (24), evidenciando o grande potencial do estado para a produção de biometano a partir de RSU.

Supondo que cada um desses 61 municípios construa uma unidade de produção de biometano de RSU com a capacidade de operação viável mínima de 19.000 Nm<sup>3</sup>/dia, essa nova infraestrutura implicaria em um acréscimo de cerca de 1,16 milhões de Nm<sup>3</sup>/dia na capacidade total de produção desse combustível.

Dessa forma, a análise apresentada neste capítulo considera três potenciais de produção de biometano de RSU: (1) a capacidade total registrada das unidades em operação e aguardando autorização da ANP; (2) o potencial de produção dos 19 municípios que geram mais de 640 toneladas diárias de RSU e não produzem biometano em aterros sanitários; e (3) o potencial de produção dos 61 municípios que geram entre 320 e 640 toneladas de RSU por dia e que podem fazer arranjos intermunicipais para produzir biometano de RSU.

**Somando os potenciais produtivos desses três grupos, o Brasil atingiria uma capacidade de produção de 2,86 milhões de Nm<sup>3</sup>/dia de biometano de RSU, podendo suprir cerca de 5% da demanda nacional atual por gás natural, nos próximos anos. Estimativas menos conservadoras do setor chegam a propor um potencial até duas vezes maior que o proposto nesta publicação.**

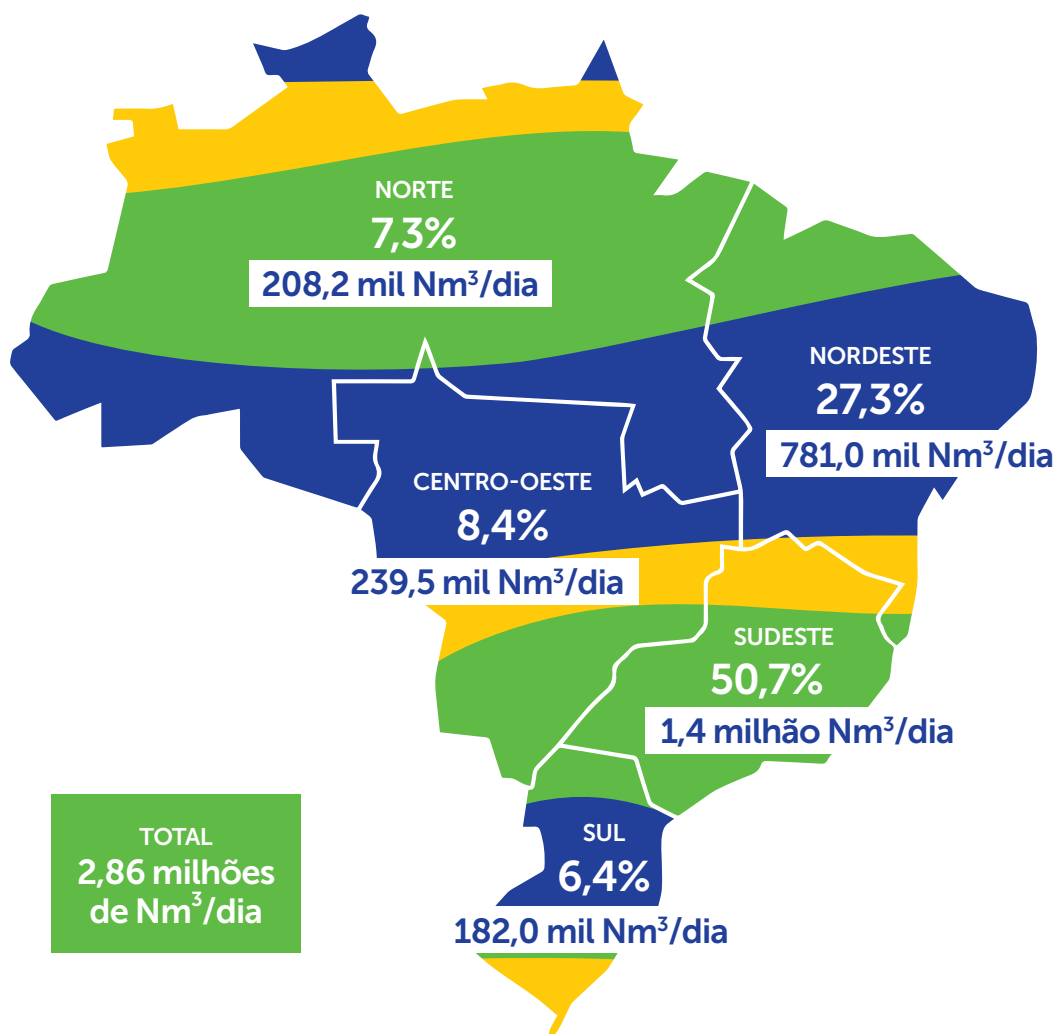
Com base nessa estimativa, o Sudeste concentra o maior potencial de exploração de biometano de RSU: 1,45 milhões de Nm<sup>3</sup>/dia, o que equivale a 50,7% do potencial estimado para o Brasil. Desse total, a ANP já autorizou a produção de 347,2 Nm<sup>3</sup>/dia (24,0% do potencial) e outros 286,8 Nm<sup>3</sup>/dia estão aguardando autorização para produção (19,8%). Mais da metade do potencial de produção do Sudeste – 815,4 Nm<sup>3</sup>/dia ou 56,3% do potencial regional – corresponde à produção de plantas futuramente instaladas em aterros sanitários de grandes centros urbanos e aterros sanitários regionais.

O Nordeste é a segunda região com maior potencial de produção, com 781 Nm<sup>3</sup>/dia, ou 27,3% do potencial nacional. Desses, 41% representam a produção registrada na ANP – autorizada ou aguardando autorização – e os outros 59% correspondem ao potencial de produção de novas plantas.

Não há registro de plantas de produção de biometano de RSU em operação no Sul do país, mas a região aguarda autorização da ANP para produzir 87 mil Nm<sup>3</sup>/dia. Somando o potencial de produção de novas plantas, essa quantidade mais que dobra, totalizando 182 mil Nm<sup>3</sup>/dia, o que representa ou 6,4% do potencial nacional de produção desse biocombustível.

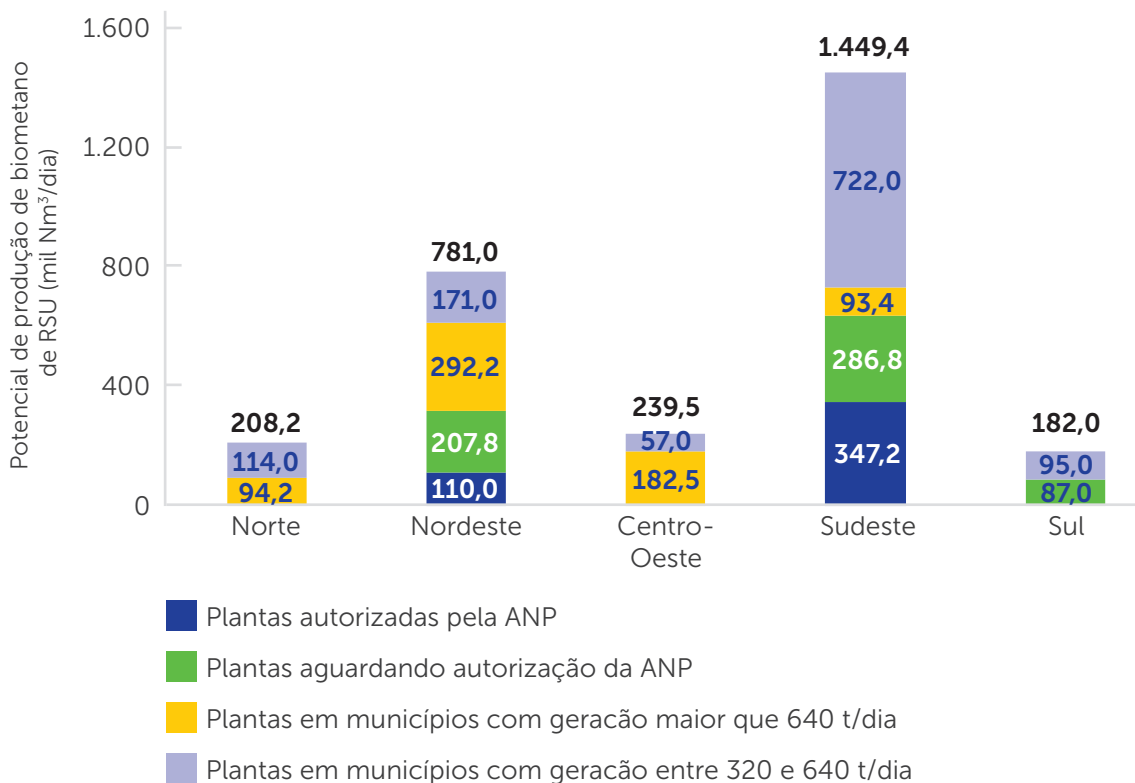
As regiões Centro-Oeste e Norte, por sua vez, têm potencial de contribuir com 8,4% e 7,3% do potencial nacional de produção de biometano de RSU, respectivamente, totalizando 15,7% da produção potencial do país.

Figura 6.4. Potencial regional de exploração do biometano de RSU (cenário tangível)





**Figura 6.5. Exploração do biometano de RSU no Brasil – produção autorizada e produção potencial (cenário tangível)**



É importante lembrar que essa é uma análise preliminar, e representa uma estimativa inicial, e para um cenário tangível, do potencial nacional de produção de biometano em aterros sanitários de RSU. Para algumas regiões, a regionalização pode não oferecer a melhor solução, devido à menor população e maior extensão territorial dos municípios. Isso resulta em centros populacionais mais afastados e, aliando isso à dificuldade de acesso e transporte em algumas áreas, a regionalização de aterros sanitários torna-se desafiadora, tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico. Por outro lado, algumas unidades podem apresentar viabilidade econômica para uma produção menor que 19.000 Nm<sup>3</sup>/dia, o que ampliaria o potencial de produção nacional. Além disso, alguns municípios e regiões têm alta densidade populacional e geram uma grande quantidade diária de RSU, tendo potencial para produzir mais biometano que a produção mínima adotada nesta publicação. Se a distância não for um impeditivo, municípios de maior porte também podem trabalhar juntos, potencializando a economia de escala de suas plantas e tornando-as ainda mais produtivas e rentáveis. Assim como o gerenciamento municipal de RSU, a produção local ou regional de biometano de RSU deve ser analisada caso a caso, podendo ter características únicas para cada município.

## 6.5. POTENCIAL DE GERAÇÃO DE EMPREGOS COM A PRODUÇÃO DO BIOMETANO DE RSU NO BRASIL

Segundo ao Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo (SEMIL)<sup>7</sup>, com base no estudo encomendado pela FIESP (2024), o estado de São Paulo possui um potencial de geração de cerca de 20 mil empregos em toda cadeia de biometano, desde sua produção, distribuição e consumo final. Segundo esse estudo, a geração de biometano a partir de RSU em aterros sanitários representa 16% do potencial de produção desse gás no estado. Dessa forma, estima-se que, do total de empregos gerados com a produção de biometano em São Paulo, cerca de 3.200 postos de trabalho estariam alocados na cadeia de biometano de RSU. Fatores como distribuição geográfica dos aterros sanitários, legislação ambiental e investimentos no setor podem influenciar o número real de empregos gerados. No entanto, com base no estudo feito para São Paulo, estabelecendo uma relação de empregos *per capita* e extrapolando essa relação para o Brasil, estima-se que cerca de 15 mil novos empregos possam ser gerados no país com a exploração do potencial nacional de produção de biometano a partir de RSU em aterros sanitários. Isso mostra que a produção de biometano em aterros sanitários de RSU apresenta um potencial promissor para a geração de empregos no Brasil, contribuindo para o desenvolvimento econômico do país.

Figura 6.6. Estimativa da geração de empregos no Brasil com a exploração do biometano de RSU



**15 mil**

**NOVOS EMPREGOS GERADOS**

<sup>7</sup> SEMIL (Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística). "Expansão da produção de biometano pode gerar 20 mil empregos no Estado de SP". Disponível em <https://semil.sp.gov.br/2024/10/expansao-da-producao-de-biometano-pode-gerar-20-mil-empregos-no-estado-de-sp-revela-estudo/>. Acesso em 19 de novembro de 2024.

## 6.6. INVESTIMENTOS PARA A GERAÇÃO DE BIOMETANO DE RSU NO BRASIL

A instalação de plantas de biometano exige investimentos significativos. O custo de construção de uma planta de biometano pode variar de acordo com diversos fatores, como a tecnologia utilizada, a capacidade de produção, a localização do aterro e as características dos resíduos que são recebidos na unidade.

De acordo com o estudo encomendado pela FIESP (2024), o custo de investimento (CAPEX) para construção de uma planta de produção de biometano com previsão para 20 anos de operação varia entre R\$ 62,5 milhões, para uma produção diária de 14.800 Nm<sup>3</sup>, e R\$ 98,4 milhões, para uma produção diária de 29.700 Nm<sup>3</sup>.

**Para uma planta com capacidade instalada de 19.000 Nm<sup>3</sup>/dia – produção mínima usada para o empreendimento tornar-se economicamente viável – estima-se que o custo de investimento necessário seja a partir de R\$ 75,7 milhões.**

O investimento em CAPEX representa apenas uma parte do investimento total necessário para a produção de biometano. Outros custos relevantes e indispensáveis para a produção e escoamento adequado do biometano incluem a operação e manutenção das plantas, o tratamento dos resíduos e efluentes da produção e a logística de distribuição do biometano.

The image features a dark blue background with several organic, flowing shapes in shades of green and a lighter blue. In the center, the number '07' is displayed in a bold, yellow, sans-serif font. The '0' is a simple circle, and the '7' has a horizontal top bar. The overall aesthetic is modern and minimalist.

**07**



# CONCLUSÃO

## 7. CONCLUSÃO

Apesar de a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estar vigente há mais de uma década, os dados apresentados no Panorama 2024 mostram que, entre disposição inadequada no solo e queima não autorizada, mais de 41% dos RSU gerados no país ainda recebem uma destinação ambientalmente inadequada. Além de apresentar riscos ao meio ambiente equilibrado e à saúde pública, esse cenário revela que o gerenciamento de resíduos no Brasil ainda está distante de atender as diretrizes determinadas pela PNRS. É importante destacar que, em 2024, findou-se o prazo estabelecido para o encerramento definitivo dos lixões no país, conforme disposto pela PNRS. Além disso, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) publicou uma importante Norma de Referência (NR nº 7/2024) que regulamenta os aterros sanitários, consolidando diretrizes que representam um ponto sem retorno no combate às práticas inadequadas de destinação de resíduos.

Apesar dos números ainda chocantes de disposição final inadequada de RSU, a destinação ambientalmente adequada de 59% de RSU gerados remete a um cenário um pouco mais positivo: além da proteção ao meio ambiente, é evidenciado um princípio de saída de um modelo linear de gestão de RSU. Compostagem e coprocessamento começam a conquistar espaço como soluções para reciclagem de orgânicos e aproveitamento energético de RSU. E a reciclagem de resíduos secos mostra-se mais abrangente do que se estimava: com mais de 8% dos RSU gerados sendo encaminhados para a reciclagem. Essa quantidade de material enviado para reciclagem deve-se à coleta seletiva regular, feita via serviços públicos, e ao trabalho de catadores de materiais recicláveis. A heterogeneidade na forma de coleta dos recicláveis evidencia a complexidade da cadeia de reciclagem no Brasil.

Outra forma de aproveitamento de resíduos que vem se destacando, principalmente com a aprovação da Lei do Combustível do Futuro, é a produção de biometano em aterros sanitários de RSU, que se caracteriza como um aproveitamento energético dos resíduos. Além dos ganhos ambientais e energéticos com a sua produção, quando comparado com o biometano de resíduos agrícolas, o biometano de RSU também apresenta a vantagem de não ser sazonal, ou seja, sua produção não depende dos ciclos de plantação e colheita, sendo mais consistente ao longo do ano. Por ser feita em regiões de maior geração de RSU e, portanto, maior concentração populacional, a produção de biometano de RSU também apresenta potencial de atendimento da demanda local e regional, reduzindo custos com transporte de combustível e emissões de gases de efeito estufa. Essas vantagens indicam um potencial real de contribuição do biometano de RSU para a cadeia produtiva e para a descarbonização da economia nacional.

Em conclusão, o gerenciamento de RSU no Brasil está evoluindo positivamente, mas ainda de forma muito lenta – 59% dos RSU gerados em 2023 foram encaminhados para destinação ambientalmente adequada, contra 57% em 2022. É inaceitável que o Brasil, país de mais da metade da Floresta Amazônica, da Mata Atlântica e de mais de 7 mil km de litoral, além de incontáveis biomas, recursos e belezas naturais, ainda encaminhe 35% dos seus RSU para lixões. A legislação e a normatização vigentes já preveem uma série de ferramentas e recursos para que o gerenciamento de RSU seja feito de forma ambientalmente adequada. Depois de 14 anos da aprovação da PNRS, os setores público e privado, e a população já estão cientes dos seus papéis e obrigações, e deveriam estar muito mais engajados na aplicação das leis, na fiscalização, no fornecimento de informações verdadeiras, nas ações. É preciso entender que não é só possível, mas necessário, alcançar um novo patamar de gestão de RSU. Um patamar mais sustentável e mais consciente, que permita um futuro mais saudável para todos. Mas para ver resultados diferentes, é preciso agir de maneira diferente. A mudança é imperativa. E urgente.





# INSTITUCIONAL

A Associação Brasileira de Resíduos e Meio ambiente - ABREMA caminha para o seu segundo ano de existência como entidade unificada para representar todo o setor de resíduos sólidos, na medida em que reúne a maioria das empresas da cadeia de gestão, desde a limpeza urbana até a destinação final.

As empresas associadas à ABREMA prestam serviços benéficos para o meio ambiente, para a saúde humana e para a economia. Tudo começa com os cuidados dedicados às cidades, como poda de árvores, varrição e limpeza urbana. Soma-se a esse trabalho a coleta dos resíduos nas portas das casas e edifícios, assim como a coleta seletiva, que progressivamente está sendo ampliada, abrindo caminho para avanços na reciclagem.

Os rejeitos, cujo aproveitamento não oferece viabilidade técnico-econômica, seguem para os aterros sanitários, grandes obras de engenharia projetadas para receber a disposição ordenada de resíduos, sobre uma base impermeável, cobrindo-os com uma camada de terra ao fim de cada jornada de trabalho, de modo a não causar danos à saúde pública e a minimizar impactos ambientais, pois são equipadas com sistemas de drenagem de lixiviado, gases e águas pluviais.

Dada a disponibilidade de grandes áreas e os custos mais acessíveis dos serviços que prestam para a população, os aterros sanitários são o destino ambientalmente adequado que predomina no Brasil. A partir deste ano, a aprovação da Lei dos Combustíveis do Futuro, com apoio da ABREMA, fomentará o mercado nacional do biometano, colocando os aterros sanitários na vanguarda da nova fronteira tecnológica e econômica.

A ABREMA, contudo, considera que todas as tecnologias licenciadas podem ter validade no país, desde que respondam às necessidades e condições locais. Em regiões com grande adensamento urbano, por exemplo, sem grandes espaços disponíveis, é possível e até desejável recorrer à incineração ou outras tecnologias de redução do volume dos resíduos.

No cenário internacional, a ABREMA firmou-se como representante brasileiro da *International Solid Waste Association* - ISWA, rede global de especialistas do setor, tendo participado das atividades da entidade e ajudado a eleger seu novo presidente. Durante o Congresso Anual de 2024, a ABREMA propôs um projeto de abrangência global para o encerramento de lixões ativos nas regiões costeiras, fontes de poluição dos oceanos. As linhas mestras das ações correspondentes serão apresentadas na próxima COP-30, que acontecerá em 2025 em Belém, no Pará.

## **ABREMA**

### **Conselho de Administração**

Adilson Martins  
Antônio Carlos Ferrari Salmeron  
Celso Pedroso  
Hamilton Liborio Agle  
Ismar Machado Assaly  
Leon Damo  
Lucas Giannella  
Mauricio Sturlini Bisordi  
Nesterson da Silva Gomes  
Oswaldo Darcy Aldrighi  
Pedro Alberto Pradanos Zarzosa  
Ricardo Gonçalves Valente  
Ricardo Lopes  
Thiago Gurgel de Oliveira Levy  
Walmir Beneditti

### **Diretor Presidente**

Pedro Maranhão

### **Superintendente Executivo**

André Galvão

### **Gerente do Departamento Técnico**

Leticia Maria Nocko

## **PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL 2024**

### **Equipe de Elaboração**

DAJ Consultoria  
Leonardo Matheus da Silva  
Leticia Maria Nocko  
Saulo Krichanã Rodrigues  
Suzani Maria Rodrigues da Paz

### **Equipe de Revisão**

Abelardo Blanco  
André Galvão  
Carlos Rossin  
Cristiane Lima do Nascimento

© 2024. ABREMA

É permitida a reprodução, desde que citada a fonte.

Publicação: Dezembro 2024

Projeto gráfico e diagramação: Grappa Marketing Editorial



**ABREMA**  
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE