



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

EMILLY DE OLIVEIRA GOMES

EVOLUÇÃO DA DISPOSIÇÃO TEMPORAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
EM DIFERENTES REGIÕES BRASILEIRAS

FORTALEZA

2021

EMILLY DE OLIVEIRA GOMES

EVOLUÇÃO DA DISPOSIÇÃO TEMPORAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM
DIFERENTES REGIÕES BRASILEIRAS

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Borghetti Soares

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G613e Gomes, Emilly de Oliveira.
Evolução da disposição temporal de resíduos sólidos urbanos em diferentes regiões brasileiras / Emilly de Oliveira Gomes. – 2021.
79 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Ambiental, Fortaleza, 2021.
Orientação: Prof. Dr. Anderson Borghetti Soares.

1. Resíduos sólidos urbanos. 2. Disposição. 3. Evolução Temporal. I. Título.

CDD 628

EMILLY DE OLIVEIRA GOMES

EVOLUÇÃO DA DISPOSIÇÃO TEMPORAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM
DIFERENTES REGIÕES BRASILEIRAS

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Borghetti Soares

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Anderson Borghetti Soares (Orientador)
Universidade Federal do Ceará

Prof^a. Dr^a. Mariana Vela Silveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Ronaldo Stefanutti
Universidade Federal do Ceará (UFC)

FORTALEZA

2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me permitido realizar este sonho. Por ter estado comigo, por me fazer lembrar do que sou capaz nele, por me presentear com tantas amizades e experiências que mudaram não só minha vida acadêmica, mas quem eu sou.

A minha família que orou, e me deu as ferramentas e meios necessários para a concretização deste sonho.

Aos meus amigos de Crateús, que foram muito mais do que amigos quando decidi me mudar de Fortaleza. Cheguei na companhia de Deus e retornei com uma família, que mesmo separada por quilômetros de distância, permanece se alegrando, torcendo e cuidando de mim.

Aos amigos e companheiros da UFC no campus de Fortaleza, que foram e são a lembrança e a prova de que nós sempre precisamos dos outros e como fico feliz em saber que os tenho.

Ao meu orientador, professor Dr. Anderson, pela atenção, paciência e dedicação ao me orientar em um momento tão difícil.

Eu não teria conseguido sem vocês, esse título leva o nome de várias pessoas em meu coração.

RESUMO

Após a criação da Lei 12305/2010, que institui a Política Nacional de resíduos sólidos, houve uma maior atenção e preocupação quanto a questão de gerenciamento de resíduos. Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são a maior fração dos resíduos gerados no país e, portanto, merecem atenção especial quanto a sua disposição. A contaminação de lençóis freáticos e do solo, a presença de vetores e a poluição visual são alguns dos problemas acarretados pela disposição incorreta dos resíduos. A geração de RSU teve um incremento de 13 milhões de toneladas de resíduos entre 2010 e 2019 segundo o último panorama da ABRELPE. Tendo em vista a importância deste tema, o presente trabalho buscou entender a evolução temporal da disposição de resíduos sólidos urbanos no país, verificando se ocorreram mudanças após as determinações da PNRS e as perspectivas para o futuro. A metodologia consistiu na coleta de dados de fontes oficiais (SNIS, ABRELPE) e traçado de gráficos com o software Excel. O traçado dos gráficos permitiu, juntamente com interpretação dos mesmos, verificar como está ocorrendo a disposição dos RSU nacional e nas diferentes regiões do Brasil, em aterros sanitários, aterros controlados e lixões. Os resultados indicaram que apesar dos avanços, após a criação da Lei 12305/2010, no Brasil ainda há um grande volume de RSU depositado de forma inadequada, com maiores volumes presentes na região Nordeste e Centro-oeste, e muito passos devem ser percorridos até que a PNRS seja totalmente implantada.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos. Disposição. Evolução Temporal.

ABSTRACT

After the creation of Law 12305/2010, which institutes the National Solid Waste Policy, there was greater attention and concern regarding the issue of waste management. Urban solid waste (USW) is the largest fraction of waste generated in the country and, therefore, deserves special attention regarding its disposal. Contamination of groundwater and soil, the presence of vectors and visual pollution are some of the problems caused by the incorrect disposal of waste. The generation of USW had an increase of 13 million tons of waste between 2010 and 2019 according to the latest ABRELPE panorama. Bearing in mind the importance of this theme, this study sought to understand the temporal evolution of urban solid waste disposal in the country, checking if there were changes after the determinations of the PNRS and the perspectives for the future. The methodology consisted of collecting data from official sources (SNIS, ABRELPE) and drawing graphs with Excel software. The layout of the graphs, together with their interpretation, allowed to verify how the disposal of MSW in Brazil and in different regions of Brazil is taking place, in sanitary landfills, controlled landfills and dumps. The results indicated that despite the advances, after the creation of Law 12305/2010, in Brazil there is still a large volume of MSW deposited inappropriately, with larger volumes present in the Northeast and Midwest, and many steps must be taken until that the PNRS is fully implemented.

Keywords: Urban solid waste. Disposition. Temporal Evolution.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivos.....	11
1.1.1	Objetivo geral.....	11
1.1.2	Objetivos específico.....	11
1.2	Metodologia.....	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	Panorama Nacional dos RSU.....	12
2.2	Panorama Mundial dos RSU.....	13
2.3	Destinação dos resíduos sólidos urbanos no Brasil.....	15
3	METODOLOGIA	18
4	RESULTADOS	21
4.1	Introdução.....	21
4.2	Evolução do número de empreendimentos e quantidade de resíduos com a forma de disposição	21
4.3	Comparação entre os tipos de disposição por região.....	30
4.4	Comparativo da base de dados do SNIS e ABRELPE.....	36
4.5	Avaliação per capita (ABRELPE).....	42
4.6	Comentários finais.....	44
5	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS	47
	APÊNDICE A- QUANTIDADE DE ATERROS SANITÁRIOS POR REGIÃO/ ANO	51
	APÊNDICE B – QUANTIDADE DE ATERROS CONTROLADOS POR REGIÃO/ ANO	57
	APÊNDICE C – QUANTIDADE DE LIXÕES POR REGIÃO/ANO	63

APÊNDICE D – MASSA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	69
ARMAZENADA POR FORMA DE DISPOSIÇÃO/ ANO NO BRASIL.....	
APÊNDICE E – MASSA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	75
ARMAZENADA POR FORMA DE DISPOSIÇÃO/ANO POR REGIÃO.....	

1 INTRODUÇÃO

A questão do gerenciamento e aprofundamento de estudos em resíduos sólidos no Brasil, teve como ponto de virada a criação e implantação da Lei 12.305 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em 2010. Desde então tem se intensificado as análises e medidas que visem contribuir para um melhor e mais eficiente gerenciamento de resíduos. Leite (1997, *apud* MELO, 2015) cita a diferença entre Gestão e Gerenciamento de Resíduos:

“O conceito de gestão de resíduos sólidos abrange atividades referentes à tomada de decisões estratégicas e à organização do setor para este fim, envolvendo instituições políticas, instrumentos e meios. Já o termo gerenciamento de resíduos sólidos refere-se aos aspectos tecnológicos e operacionais da questão, envolvendo fatores administrativos, gerenciais, econômicos, ambientais e de desempenho: produtividade e qualidade, por exemplo, e relaciona-se a prevenção, redução, segregação, reutilização, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento, recuperação de energia e destinação final dos resíduos sólidos”.

A PNRS tem como um dos seus principais instrumentos o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR). Através do SINIR, os empreendimentos podem emitir os Manifestos de Transporte de Resíduos (MTR), acessar as informações sobre logística reversa e o inventário nacional de resíduos sólidos. Outro instrumento previsto pela PNRS, que será utilizado como uma das bases de pesquisa do presente trabalho, é o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (Sinisa), atualmente denominado de SNIS. Desde 2002, o SNIS lança anualmente diagnósticos de manejo de resíduos sólidos urbanos. As informações fornecidas para a elaboração do diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos são de responsabilidade das Prefeituras municipais, titulares dos serviços (SNIS,2019). O último diagnóstico também afirma que:

“O SNIS é um sistema de informações consolidado no setor de saneamento básico como o mais robusto existente no país. Composto por informações sobre serviços de água e esgotos (SNIS-AE), manejo de resíduos sólidos urbanos (SNIS-RS) e drenagem e manejo de águas pluviais (SNIS-AP), o SNIS abrange os aspectos institucionais, técnico operacionais, administrativos, econômico-financeiros e de qualidade dos serviços prestados”

A PNRS define resíduos sólidos urbanos (RSU) como resíduos originários de atividades domésticas residuais, incluindo resíduos de varrição, de limpeza de logradouros e de vias públicas e outros serviços de limpeza urbana. Segundo Nascimento (2015) a PNRS tem como ordem de prioridade a não geração [que está relacionada a não produzir resíduos, como por exemplo os descartáveis, sendo diferente da redução, que está relacionada a minimização da utilização dos descartáveis], a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e finalmente a disposição final dos rejeitos. Os rejeitos por sua vez, também com a

definição extraída da Lei 12.305, são os resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

Atualmente, as formas de disposição mais utilizadas no país são: lixões, aterros sanitários e aterros controlados. A Lei 12 305 /2010 determina os prazos máximos para que os municípios assegurem a disposição final ambientalmente correta de resíduos, ou seja, parar de destinar RSU para aterros controlados e lixões. Os prazos variam para capitais (dois de agosto de 2021), até municípios com população inferior a cinquenta mil habitantes, que têm até dois de agosto de 2024 para se adequarem. Diante da situação atual brasileira, que ainda dispõe grandes volumes de RSU de forma inadequada, torna-se relevante verificar a evolução as formas de disposição nas diferentes regiões brasileiras, identificando as regiões que apresentaram em maior avanço nessa questão e as que apresentam condições mais críticas.

O presente trabalho realizou um levantamento das informações sobre as diferentes formas de disposição dos RSU no Brasil, que permitiu comparar os tipos de disposição em diferentes regiões do Brasil, considerando a variação ao longo dos anos. Para isto foram consultados bancos de dados de órgão oficiais considerando um período que engloba o ano de 2009 até 2019.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Comparar a evolução temporal das diferentes formas de disposição de resíduos sólidos urbanos em diferentes regiões do Brasil, como forma de diagnósticos dos avanços e retrocessos sobre essa questão.

1.1.2 Objetivos específicos

- Organizar um banco de dados com gráficos anuais sobre volumes de RSU dispostos nas três formas de disposição (aterro sanitário, aterro controlado e lixão), e do número de empreendimentos, no Brasil e por regiões brasileiras.
- Indicar qual região dispõe mais resíduos em aterros sanitários, aterros controlados e lixões.
- Indicar qual região possui, em quantidade de empreendimentos, mais aterros sanitários, aterros controlados e lixões.

1.2 Metodologia

Consulta a bancos de dados oficiais (SNIS, ABRELPE), traçado de gráficos de disposição de resíduos com o software Excel e análise dos resultados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Panorama Nacional dos RSU

A questão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil tem sido pesquisada pelo IBGE desde 1983, quando foi realizada a primeira pesquisa (Tavares, 2007). Entre 2010 e 2019, a geração de RSU no Brasil registrou considerável incremento, passando de 67 milhões para 79 milhões de tonelada por ano. Por sua vez, a geração per capita aumentou de 348 kg/ano para 379 kg/ano (ABRELPE,2019). O aumento da produção de resíduos era o esperado devido ao aumento da população, que conforme o IBGE, passou de aproximadamente 191 milhões em 2010 para 211 milhões em 2020. A ABRELPE (2020) indica que:

“Até 2050, o Brasil observará um aumento de quase 50% no montante de RSU, em comparação ao ano base de 2019. Para o mesmo período, a projeção de crescimento populacional esperado é de 12%, o que evidencia a influência decisiva na componente de perspectiva econômica nessa equação: o avanço gradual do Produto Interno Bruto (PIB) e consequente aumento do poder aquisitivo da sociedade”.

Mesmo após a vigência da PNRS e do período de adaptação dos estados perante a nova Lei 12.305, o país ainda apresenta déficit na abrangência desses serviços (92% de cobertura) e 6,3 milhões de ton/ano seguem abandonadas no meio ambiente (ABRELPE,2020). O indicador médio de coleta per capita brasileiro é de 0,99 kg/hab./dia., conforme o diagnóstico de manejo de RSU (2010-2019).

Do ponto de vista econômico, a produção cada vez mais crescente de resíduos sólidos e a disposição final sem critérios mostram um desperdício de materiais e de energia (LIMA,2012). Isto por quê inúmeros países tratam os resíduos como fonte de energia, como utilização do biogás e buscam maneiras de reinserir estes resíduos na cadeia produtiva, como a reciclagem. No Brasil, os sistemas de captura e aproveitamento do biogás em aterros sanitários ainda não são uma realidade em todas as unidades (ABRELPE,2020). Conforme a CEMPRE (2018) a possibilidade de recuperação energética também pode ser avaliada, uma vez que o biogás apresenta concentrações iniciais de metano em torno de 40% [...], estabilizando-se em valores em torno de 60 a 65% (cerca de um a dois anos após aterramento). No caso do Brasil,

a utilização dos gases pode ser uma forma de compensação financeira por créditos de carbono, conforme previsto no Protocolo de Kyoto (PORTELLA,2014).

Uma boa notícia é que aproximadamente 48,13 milhões de toneladas de RSU foram dispostas em aterros sanitários no ano de 2019, o que corresponde a 75,1% do total aproximado (64,05 milhões de toneladas) (SNIS,2019). Isso demonstra que pouco a pouco, as diretrizes da PNRS vão surtindo efeito, mas ainda há um grande caminho a ser percorrido. Segundo o mesmo estudo cerca de 15,92 milhões de toneladas de RSU foram dispostas em unidades de disposição final consideradas inadequadas (aterros controlados e lixões), que correspondem juntas a 24,9% do total disposto em solo em 2019.

2.2 Panorama Mundial dos RSU

No contexto mundial, até pouco mais de um século atrás, pequena importância era dada à questão dos resíduos sólidos e os países desenvolvidos, especialmente os europeus, tiveram um grande avanço nessa questão nos últimos 25 anos (SIMÕES,2019).

Melo (2015), cita que os países desenvolvidos economicamente, os maiores geradores de resíduos sólidos, tem uma maior capacidade de promover a gestão de seus resíduos, mediante um somatório de fatores: recursos econômicos, preocupação ambiental da população e desenvolvimento tecnológico. Isto porque, estes países entenderam que a aplicação de um eficaz gerenciamento de resíduos, evita gastos desnecessários com medidas de correção ao meio ambiente, evita a proliferação de doenças e demonstra responsabilidade ambiental do país perante o mundo.

A coleta de resíduos sólidos no continente africano varia desde 20% a 80%, perfazendo uma média de 40-50% em toda África, descarregados, frequentemente, em locais a céu aberto, sobre o solo, sem preocupação com o preparo do local ou aspectos operacionais (MARCHI, 2011). Em Angola [...] por exemplo, o país africano possui um único aterro sanitário, o aterro dos Mulenvos, considerado o segundo maior da África e que dista vários quilômetros do centro da capital (ONU NEWS, 2014).

Nos EUA, no ano de 2012, foram geradas 228 milhões de toneladas de RSU dos quais 79 milhões foram destinadas para a reciclagem ou compostagem e 146 milhões foram dispostas em aterros sanitários (EPA *apud* Simões, 2014). Ao longo dos últimos 10 anos, os valores percentuais de resíduos destinados à reciclagem e a compostagem subiram, enquanto os valores destinados a aterros sanitários diminuíram. As quantidades de resíduos, destinadas para

unidades de incineração com aproveitamento energético praticamente tem permanecido constante ao longo dos anos (LIMA,2012).

Com relação à destinação de RSU na Europa, o estudo de SIMÕES (2019) cita:

“Como consequência dos investimentos em novas tecnologias para a destinação final ambientalmente adequada dos RSU, a quantidade de resíduos reciclados aumentou de 25 milhões de toneladas (52 kg per capta) em 1995 para 69 milhões de toneladas (137 kg per capta) em 2015. A recuperação de resíduos sólidos orgânicos por compostagem cresceu com uma taxa média anual de 5,4% entre 1995 e 2015”.

Os governos europeus, muitos com tradição política social-democrata, não questionam a sua responsabilidade direta na área da saúde pública, assim como também no gerenciamento dos resíduos sólidos, que se enquadram nas competências dos governos locais (MARCHI,2011).

Dentro do continente asiático, segundo o relatório What a Waste 2.0 do Banco Mundial (2018), a região da Ásia Oriental e Pacífico gerou 468 milhões de toneladas de resíduos em 2016, a uma taxa média de 0,56 kg/habitante/dia. Outro dado importante relata a diferença da geração de resíduos entre a população urbana e rural da China:

“Cerca de 47% dos resíduos na região são gerados pelo centro econômico da China, que abriga 61 % da população da região. No entanto, o índice per capita diário da geração de resíduos da China (aproximadamente 0,43 kg/habitante/dia) está abaixo da média regional, refletindo a menor quantidades de resíduos gerados pela significativa população rural do país” (What a Waste,2018).

Já o Japão, com coleta seletiva e reciclagem incentivadas por lei desde 1995, produz garrafas pet com 100% de material reciclado, o que reduziu em 90% o uso de novos plásticos e em 60% as emissões de dióxido de carbono (IPEA, 2020).

Nota- se que há bastante discrepância no gerenciamento de resíduos dos locais citados. Enquanto em alguns locais há maior incidência de lixões, em outro a questão dos RSU é encarada de forma até econômica, quando considera-se a recuperação de resíduos orgânicos para compostagem, por exemplo. A questão do correto gerenciamento de resíduos também está associada ao setor econômico. Países com mais recursos possuem mais meios para estudar e traçar medidas que visem o descarte correto de resíduos. Ainda conforme o relatório What a Waste 2.0 do Banco Mundial (2018):

“O lixão é predominante em países de baixa renda, onde os aterros ainda não estão disponíveis. Cerca de 93% dos resíduos são queimados ou despejados em estradas, terrenos abertos ou vias navegáveis em países de baixa renda, enquanto apenas 2% dos resíduos são despejados desta forma em países de alta renda”.

É necessário que a preocupação e discussão a cerca deste assunto se torne cada vez mais presente e ativa a nível mundial. Observar e aprender com países que estão à frente dos demais no gerenciamento de resíduos, auxiliará para que todos possam alcançar o mesmo objetivo: solucionar os problemas acarretados pelas disposições incorretas de resíduos.

2.3 Destinação dos resíduos sólidos urbanos no Brasil

Sabe-se que o crescimento urbano e o avanço tecnológico causaram um aumento substancial da produção e no consumo de bens pela população, gerando, conseqüentemente, uma grande quantidade de resíduos sólidos (Possamai, 2007). Com tal crescimento, houve também um aumento na disposição final inadequada dos resíduos. Segundo a última pesquisa realizada pela ABRELPE (2019):

“No Brasil, a maior parte dos RSU coletados segue para disposição em aterros sanitários, tendo registrado um aumento de 10 milhões de toneladas em uma década, passando de 33 milhões de toneladas por ano para 43 milhões de toneladas. Por outro lado, a quantidade de resíduos que segue para unidades inadequadas (lixões e aterros controlados) também cresceu, passando de 25 milhões de toneladas por ano para pouco mais 29 milhões de toneladas por ano”.

O lixão, conforme a definição do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2010) é uma forma inadequada de disposição final de resíduos e rejeitos, que consiste na descarga do material no solo sem qualquer técnica ou medida de controle. Por não conter nenhum tipo de estrutura para proteção do solo (impermeabilização), esta é uma das disposições que mais afeta o meio ambiente. Além disso, a decomposição dos resíduos gera o chorume, um líquido escuro que percola facilmente e, que contamina os corpos hídricos. Caso essa contaminação atinja um corpo d'água que seja utilizado como abastecimento de uma dada cidade ou região, toda a população que se utiliza deste recurso será afetada. Mesmo com o maior destaque dado pela PNRS, o lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos já citados na Lei nº 9.605 (1998) de crimes ambientais.

Quando os resíduos são dispostos em lixões a céu aberto, não há nenhum tipo de cuidado/manejo em relação ao solo, ou aos gases comumente gerados na decomposição destes. Considerando a saúde pública, os vetores de doenças (Possamai,2007) são representados tanto pelos macrovetores (cachorros, gatos, ratos, urubus, pombos e outros), como pelos microvetores (moscas, mosquitos, bactérias, fungos e outros). Ainda podemos considerar os problemas sociais, quando levamos em consideração as pessoas que, em condição

de rua, buscam nos lixões uma forma de renda, sendo estas expostas a inúmeros riscos. Com isto notamos que os lixões não são apenas um problema de infraestrutura, mas também de saúde pública e social. Vale ressaltar que no Brasil os lixões e os aterros nem sempre recebem apenas os rejeitos, mas grande parte do conteúdo recebido em suas unidades poderia ser aproveitada de alguma forma (AGUIAR, 2021).

Por outro lado, também há a disposição em aterros controlados, que são uma forma de disposição intermediária entre lixões e aterros sanitários. Esse método utiliza alguns princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho (CEMPRE,2018). Vale salientar que não há coleta de chorume, nem aproveitamento do gás gerado na decomposição dos resíduos neste tipo de aterro. Segundo Zveibil (2001):

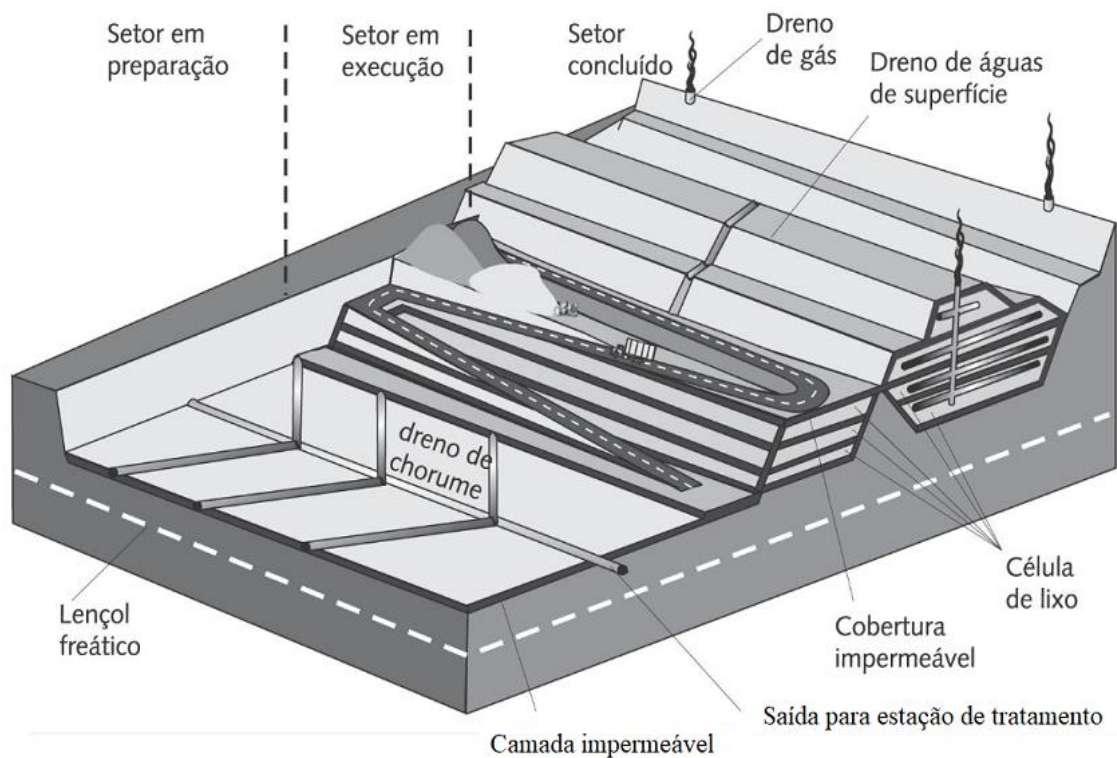
“Por não possuir sistema de coleta de chorume, esse líquido fica retido no interior do aterro. Assim, é conveniente que o volume de água de chuva que entre no aterro seja o menor possível, para minimizar a quantidade de chorume gerado. Isso pode ser conseguido empregando-se material argiloso para efetuar a camada de cobertura provisória e executando-se uma camada de impermeabilização superior quando o aterro atinge sua cota máxima operacional”

São diversos os tipos de tratamentos para os diferentes resíduos. Entretanto, no Brasil, a tecnologia massivamente aplicada, e amplamente aceita, para tratamento dos RSU é a disposição final em aterros sanitários (MELO, 2015). Conforme a PNRS (Lei nº 12.305/2010) temos como a disposição final ambientalmente adequada a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

A NBR 8.419/92 define que aterros sanitários de RSU, consiste na técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, [...] método este que utiliza os princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos ao menor volume permissível [...]. Segundo CEMPRE (2018) são itens do projeto que compõem e definem um aterro sanitário (conforme pode ser visto na Figura 1):

“Concepção do tratamento dos resíduos, sistema de operação do aterro, drenagem de fundação, impermeabilização da base do aterro, cobertura final, drenagem de águas pluviais, drenagem de líquidos percolados, drenagem de biogás, análise de estabilidade dos maciços de terra e lixo, sistema de tratamento de percolados, sistema de monitorização e fechamento do aterro”.

Figura 1 – Componentes de um aterro sanitários em diferentes fases de execução



Fonte: Boscov (2014)

Porém, apesar de essa ser uma solução para adequação dos resíduos sólidos, esse método enfrenta limitações por conta do crescimento dos centros urbanos, associado, por consequência, ao aumento da quantidade de lixo produzida e descartada (PORTELA,2014). O lixão, por consistir na alternativa ainda mais barata de disposição de resíduos é a forma mais utilizada na América Latina e no Brasil e, em geral, em diversos países da América Central (LIMA,2012). A geração de resíduos caminha em passos mais largos que as metodologias utilizadas para gerencia-la. Parte, também, deste ponto, a importância do cumprimento das leis hoje aplicadas e da conferência das diretrizes pré-determinadas. Aterros sanitários possuem tempo de vida ou “utilidade”, portanto, é necessário refletir sobre sua utilização.

É importante ressaltarmos que conforme a Lei nº 14.026/2020 nos casos em que a disposição de rejeitos em aterros sanitários for economicamente inviável, poderão ser adotadas outras soluções, observadas normas técnicas e operacionais estabelecidas pelo órgão competente, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais. Estas outras soluções podem ser indicadas pelo órgão responsável do local.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho realizou um levantamento de dados sobre as diferentes formas de disposição de resíduos sólidos urbanos do país: aterros sanitários, aterros controlados e lixões. As informações foram obtidas de bancos de dados oficiais (SNIS, ABRELPE e IBGE) e analisados levando em conta as diferentes regiões do país (Norte, Nordeste, Centro-oeste, Sudeste e Sul), considerando uma variação temporal que compreendeu os anos de 2009 até 2019.

No que diz respeito às unidades de processamento por disposição dos resíduos sólidos urbanos no solo, é importante alertar que a classificação adotada no presente trabalho (lixão, aterro controlado ou aterro sanitário) é aquela informada pelo órgão gestor que respondeu à coleta de dados (SNIS, 2006). Por esse motivo deve-se adotar um olhar crítico ao analisar dados enviados dos estados, visto que, muitas vezes, estas informações são repassadas por pessoas que não possuem formação técnica na área e podem caracterizar o empreendimento de maneira equivocada.

A metodologia utilizou o software Excel, que permitiu traçar gráficos de acordo com a variação temporal e o tipo de disposição, que foram posteriormente analisados. É importante salientar que a amostragem de municípios varia conforme os anos, e, portanto, os valores que serão demonstrados não são absolutos, mas relativos à amostra colhida. A Tabela 1, expõe a evolução da participação dos municípios desde a divulgação do primeiro diagnóstico de resíduos do SNIS, até o último lançado, referente ao ano de 2019.

Tabela 1 - Evolução da participação dos municípios brasileiros no SNIS, segundo a quantidade de municípios e a população urbanas (SNIS, 2019).

Ano	Municípios participantes	% em relação ao total de municípios do Brasil	População Total (hab.)	% em relação ao à Pop. Total do Brasil	População Urbana (hab.)	% em relação ao total de Pop. Urbana do Brasil
2002	108	1,9	54.399.485	31,2	52.629.416	37,1
2003	132	2,4	61.475.597	34,8	59.338.854	40,1
2004	162	2,9	69.242.155	38,1	66.708.992	45,1
2005	192	3,4	71.977.066	39,1	69.075.277	46,1
2006	247	4,4	78.074.208	41,8	74.664.355	48,9
2007	306	5,5	87.701.749	47,7	83.806.317	54,8
2008	372	6,7	96.259.383	50,8	91.814.878	58,4
2009	1.964	35,3	120.824.049	63,1	109.326.476	68,7
2010	2.070	37,2	127.681.663	66,9	117.197.670	72,8
2011	2.100	37,7	130.200.395	67,7	119.025.448	73,3
2012	3.043	54,6	148.677.321	76,6	132.845.470	81,1
2013	3.572	64,1	162.402.025	80,8	143.094.115	84,3
2014	3.765	67,6	168.006.579	82,8	147.496.108	86,1
2015	3.520	63,2	162.263.931	79,4	142.996.557	82,8
2016	3.670	65,9	165.762.351	80,4	146.346.818	84,0
2017	3.556	63,8	166.412.041	80,1	147.279.158	83,9
2018	3.468	62,3	169.841.367	81,5	151.107.398	85,6
2019	3.712	66,6	173.803.400	82,7	154.196.636	86,6

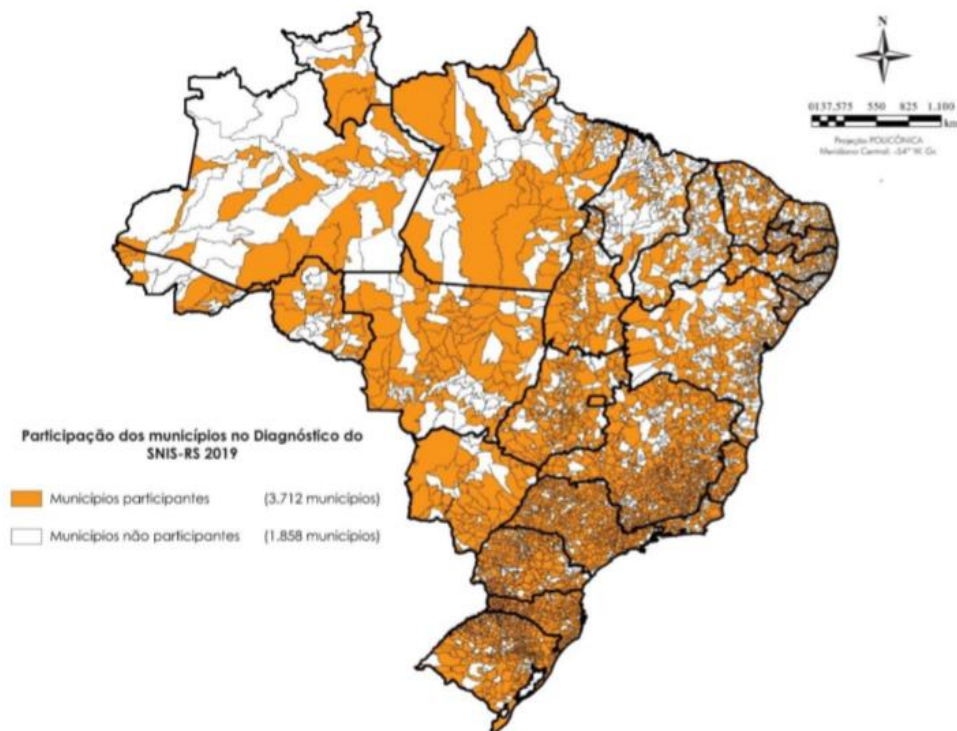
Nota: *Os municípios participantes estão relacionados no link "Relação dos municípios que estão em regularidade com o SNIS", conforme o tipo de serviço prestado, disponível no site do SNIS.

Fonte: SNIS (2019)

No ano de 2019, 3.712 municípios participaram do diagnóstico de resíduos divulgado pelo SNIS, conforme demonstra a Figura 2. Estes números revelam uma boa representatividade da amostra em termos de quantidade de municípios, bem como em relação à população urbana que eles representam (SNIS, 2019). Porém, A Figura 2 demonstra que apesar da alta aderência, muitos municípios permanecem sem dados expostos e tratados no SNIS. Quando exposto de forma percentual, os 1.858 municípios não participantes representam 33,3% do total de municípios do país.

Quanto a ABRELPE, os dados de destinação final de RSU apresentados são obtidos através de amostragem de uma determinada quantidade de municípios brasileiros participantes do levantamento, com posterior extrapolação, utilizando métodos estatísticos dos totais dispostos e coletados, considerando a população total de acordo com as estimativas feitas pelo IBGE.

Figura 2 – Participação dos municípios do Diagnóstico do SNIS – 2019 (SNIS, 2019)



Fonte: SNIS (2019)

O último diagnóstico do SNIS afirma que, até 2008, somente uma restrita amostra de municípios era convidada a responder ao SNIS. A partir de 2009, o SNIS estendeu o convite a todos os municípios brasileiros, o que explica o crescimento de 28,7 pontos percentuais na quantidade de municípios respondentes, que passaram de 372 em 2008 para 1.964 no ano seguinte (SNIS, 2019). Isso justifica o fato de não haver dados sobre a quantidade de empreendimentos e a massa total por disposição de resíduos antes de 2009, no banco de dados do SNIS. Como poucos dados eram coletados, acabavam não sendo representativos para a região como um todo. Além disso, a partir do ano de 2009, os dados expostos pelo SNIS, passaram a ser mais elaborados e a contemplarem mais campos, o que justifica a maior confiança destes dados em relação aos anos anteriores e um maior número de informações segmentado por região.

4 RESULTADOS

Neste item será exposto os resultados obtidos na pesquisa realizada a partir das bases de dados oficiais.

4.1 Introdução

Os dados que serão apresentados indicam a quantidade de empreendimentos (aterros sanitários, aterros controlados e lixões) e a quantidade de resíduos disposta nas unidades de processamento. Uma unidade de processamento de resíduos sólidos é definida como toda e qualquer instalação - dotada ou não de equipamentos eletromecânicos - em que quaisquer tipos de resíduos sólidos urbanos sejam submetidos a qualquer modalidade de processamento (SNIS,2005). Estes dados foram divididos pelas cinco regiões do país e ao final agrupados, o que permitiu uma análise a nível nacional. As informações coletadas permitiram o agrupamento de dados e traçado de gráficos de: (a) Quantidade de aterros sanitários por região/ano, (b) Quantidade de aterros controlados por região/ano, (c) Quantidade de lixões por região/ano; (d) Massa de resíduos sólidos urbanos armazenada por forma de disposição/ano no Brasil e (e) Massa de resíduos sólidos urbanos armazenada por forma de disposição/ano por região. Tais informações e gráficos obtidos são apresentados nos Apêndice A,B,C,D e E que correspondem a informações anuais que compreendem os anos de 2009 a 2019. A partir dos dados organizados e apresentados nestes Apêndices, foram traçados gráficos sobre a evolução temporal da disposição dos resíduos sólidos urbanos, em termos de número de empreendimentos e quantidade de resíduos, considerando as diferentes regiões brasileiras.

4.2 Evolução do número de empreendimentos e quantidade de resíduos com a forma de disposição

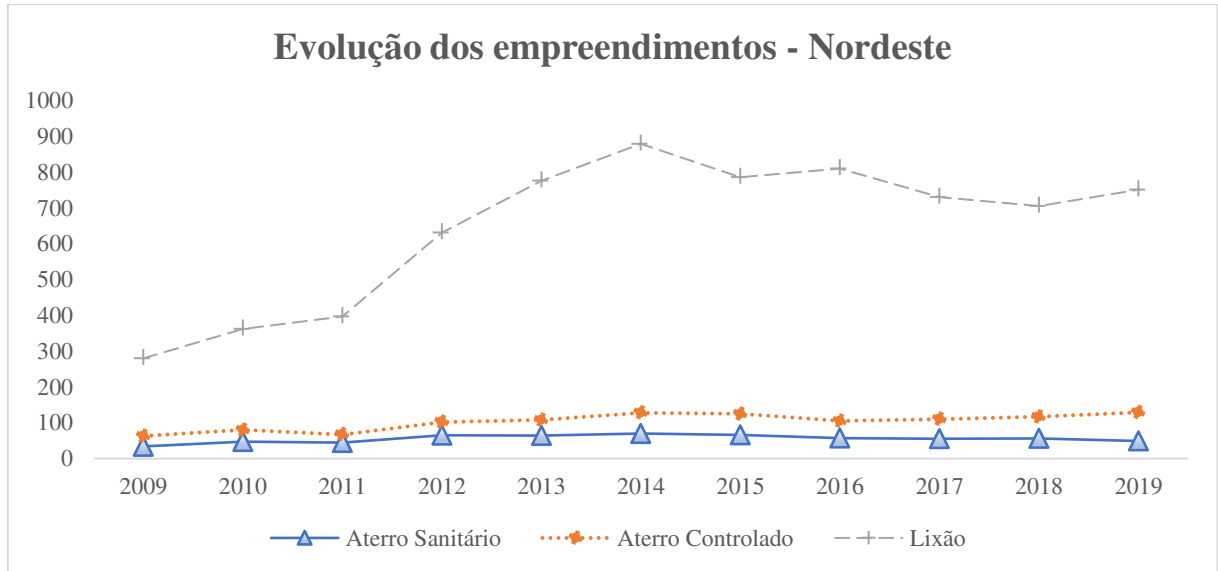
Nesse item será apresentada a evolução temporal, de acordo com o número de empreendimentos a forma de disposição dos resíduos sólidos urbanos, para cada região brasileira.

4.2.1 Região Nordeste

Segundo a última edição do diagnóstico do SNIS (2019), o Nordeste foi a região que teve a menor participação da pesquisa, com apenas 47,9% dos municípios. No gráfico 1 pode-se notar que os lixões são a forma mais comum de disposição de resíduos, que conta com 622 unidades ativas (82,82% do total de empreendimentos ativos em 2019). O número de aterros

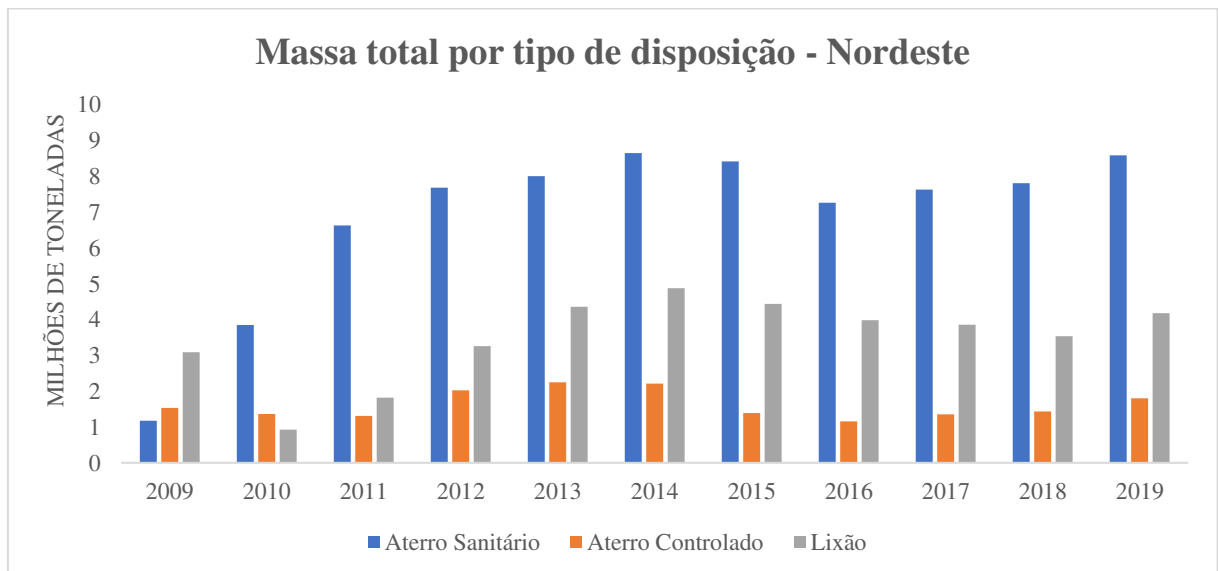
controlados teve um aumento gradual mais representativo do que os aterros sanitários, que subiram apenas de 34 para 49 unidades entre 2009 e 2019.

Gráfico 1 - Evolução da quantidade de empreendimentos no Nordeste



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 2 - Massa total de resíduos por tipo de disposição no Nordeste



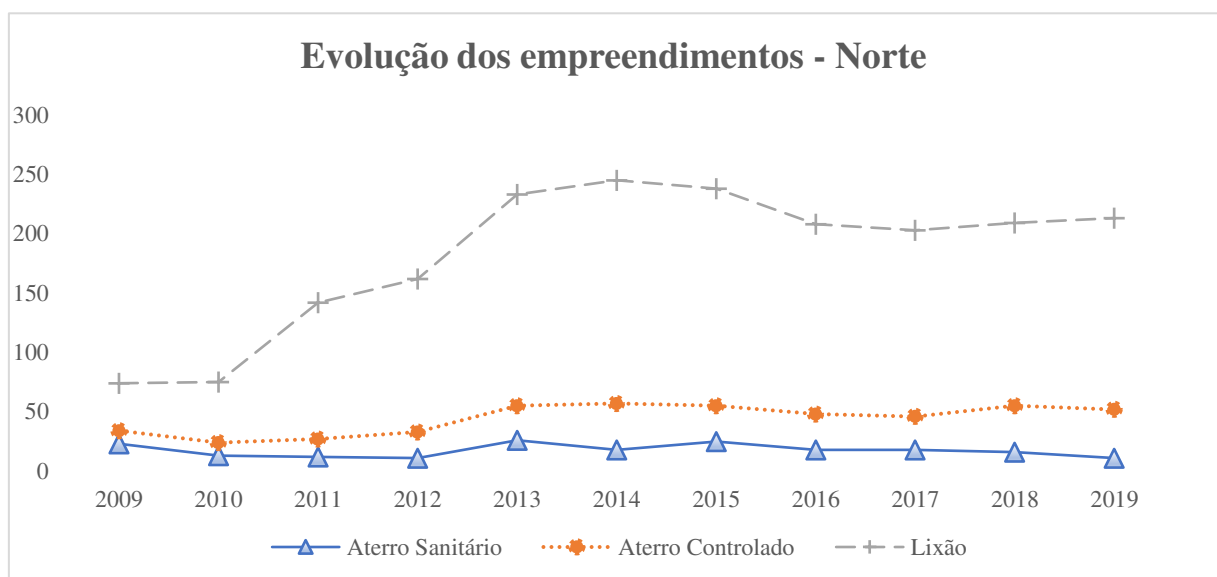
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Apesar de contar com um número muito maior do número de lixões do que de aterros sanitários, a região Nordeste dispõe atualmente cerca de 58,9% dos seus resíduos na destinação ambientalmente adequada. Além disso, percebe-se que houve uma redução da disposição em lixões a partir do ano de 2015, período após o limite de implantação das diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

4.2.2 Região Norte

Na região Norte, apesar da queda entre 2015 e 2018, os lixões ainda representam 75,5% do tipo de disposição final de resíduos, como pode ser visto no gráfico 3. É importante salientar que o número de aterros sanitários ativos em 2019, é menor do que em 2009, caindo de 23 para 11 empreendimentos. Isso faz com que o Norte seja a região com menor número de empreendimentos que se enquadram como destinação ambientalmente adequada, com apenas 5,1% de aterros sanitários.

Gráfico 3. Evolução da quantidade de empreendimentos no Norte

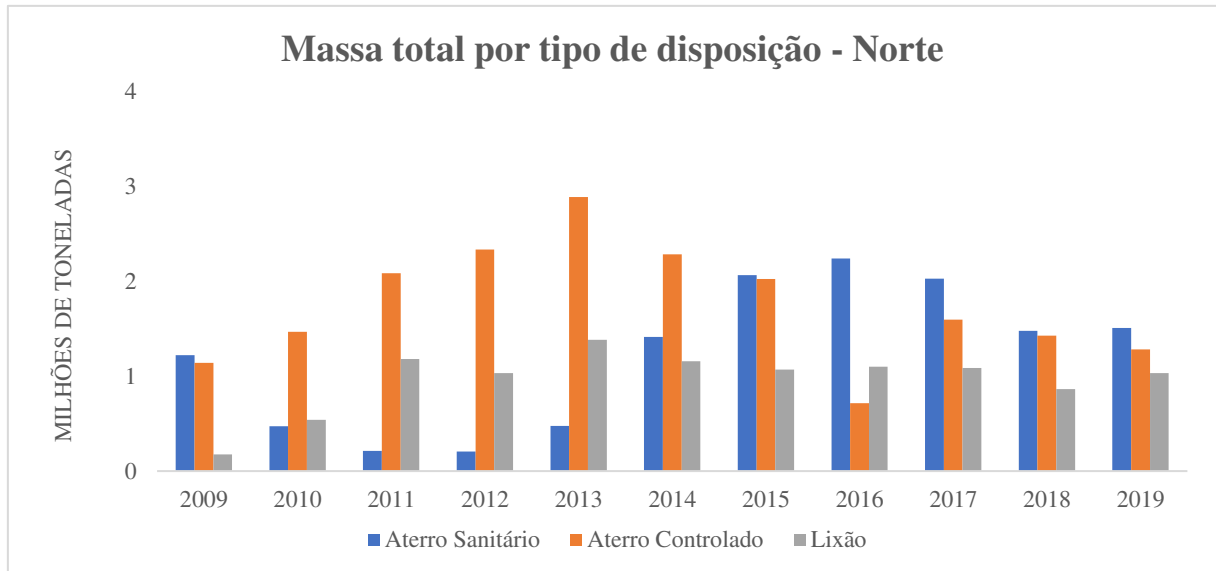


Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Apesar do baixo número de aterros sanitários, a maior parte da massa total dos últimos cinco anos de pesquisa, foi destinada a este tipo de disposição. Merece destaque o ano de 2013, que teve 2.885.747,00 toneladas de RSU, destinadas a aterros controlados. Outro dado relevante é que entre 2009 e 2010, o número de aterros sanitários caiu de 23 para 13, o que explica a considerável redução de massa total disposta neste tipo de disposição no mesmo período. No

último diagnóstico realizado pelo SNIS, a porcentagem de massa disposta em aterros sanitários, aterros controlados e lixões foi de 39,4%, 33,54% e 27,06% respectivamente.

Gráfico 4. Massa total de resíduos por tipo de disposição no Norte

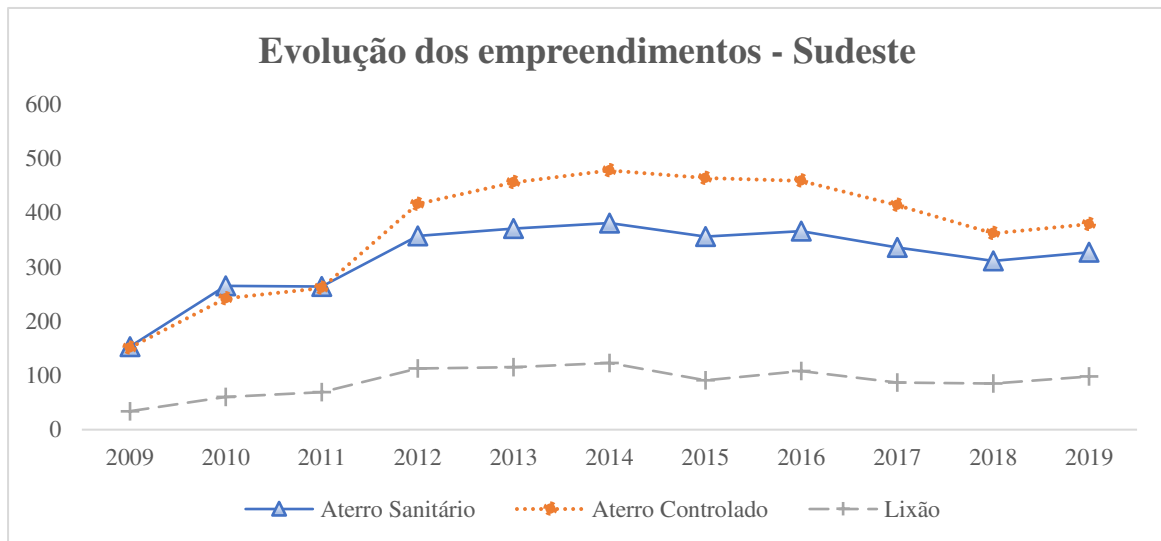


Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

4.2.3 Região Sudeste

A região Sudeste é a que apresenta, em valor absoluto, o maior número de aterros sanitários e aterros controlados do país. Estes representam 55,65% e 65,34% da quantidade total destes tipos de empreendimentos em operação no Brasil no ano de 2019. Os lixões, conforme gráfico 5, que são minoria nesta região, tiveram um leve aumento entre os anos de 2018 e 2019, totalizando 98 empreendimentos ativos no último levantamento realizado. Apesar dos últimos decréscimos, os aterros controlados permanecem com a maior quantidade na região, representando em 2019, 47,13% do total de empreendimentos pesquisados.

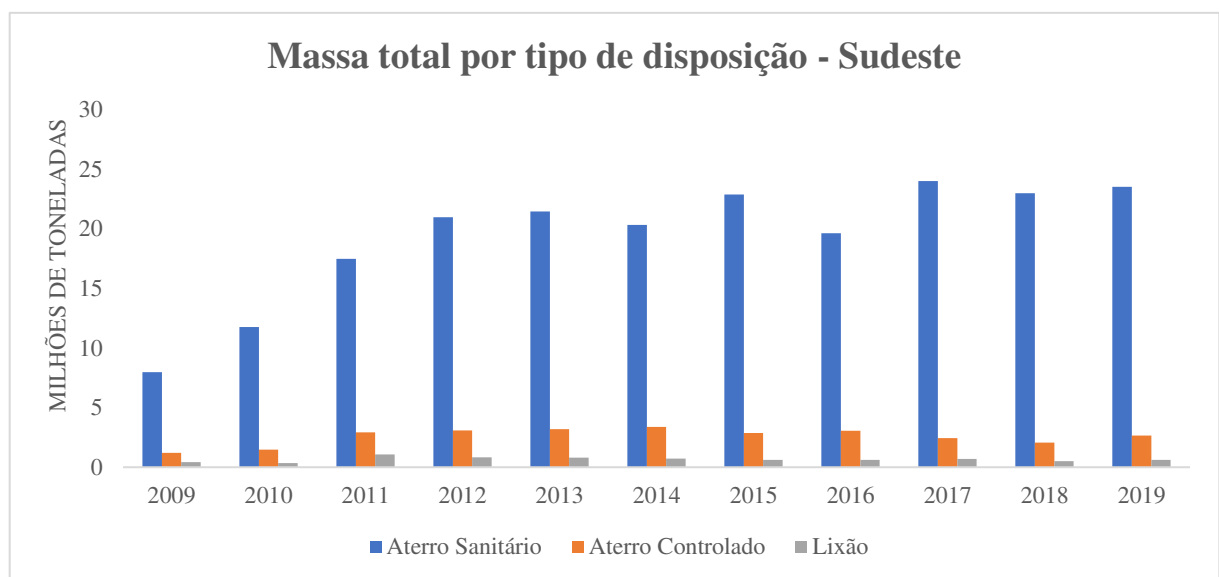
Gráfico 5. Evolução da quantidade de empreendimentos no Sudeste



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

A região Sudeste se destaca em relação às demais regiões, por destinar a maior parte de seus resíduos a aterros sanitários, como pode ser visto no gráfico 6. A região Sudeste é a região com a maior quantidade de resíduos dispostos no geral, o que se justifica por ser a região mais populosa do país, com mais de 88 milhões de habitantes segundo dados do último diagnóstico do SNIS. Além disso, a quantidade de resíduos dispostos em aterros controlados, mais que duplicou entre 2009 e 2019. A quantidade de resíduos dispostos em lixões manteve-se quase constante em todo o período analisado, e na última pesquisa este tipo de disposição resultou em apenas 2,26% do total disposto na região Sudeste.

Gráfico 6. Massa total de resíduos por tipo de disposição no Sudeste

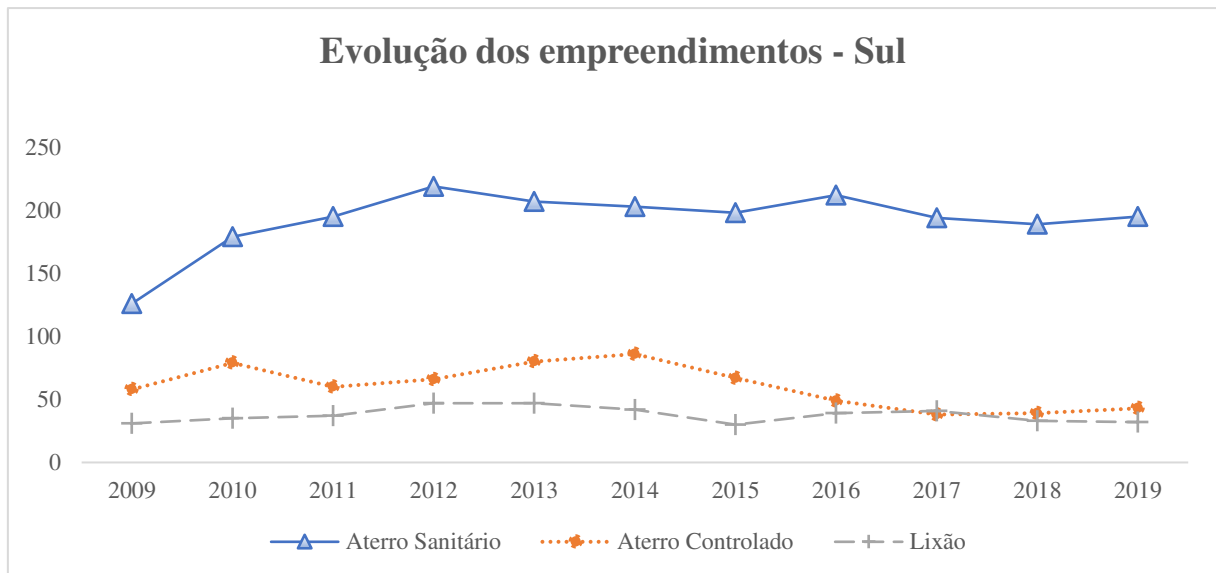


Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

4.2.4 Região Sul

O gráfico 7 demonstra que a região Sul tem destaque por possuir o menor número de lixões ativos no país, 32 unidades operando em 2019. O número de lixões teve poucas flutuações no período estudado, sendo o número máximo atingido em 2012, com 47 unidades. O número de aterros controlados também manteve uma constância, e atualmente os 43 empreendimentos ativos representam 15,9% das 270 unidades de destinação final da região. Os aterros sanitários, que sempre foram a maioria nesta região, representam hoje 72,2% do número de empreendimentos totais.

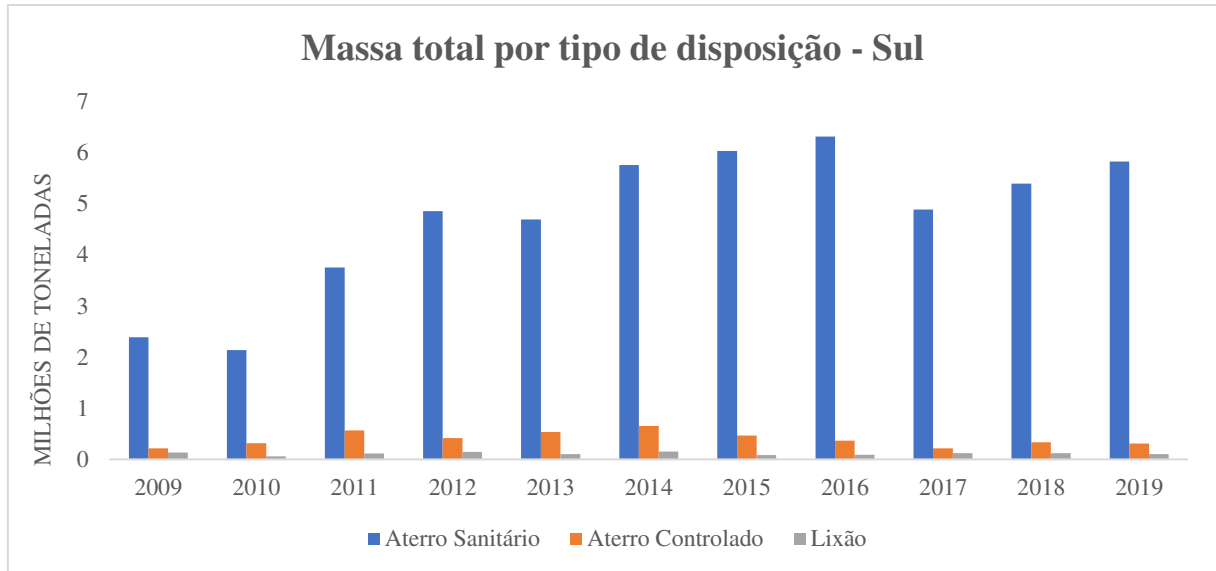
Gráfico 7. Evolução da quantidade de empreendimentos no Sul



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

A quantidade de resíduos disposta nesta região segue o padrão, do número de empreendimentos, como mostra o gráfico 8. Em outras palavras, a região Sul sempre teve uma quantidade maior de aterros sanitários do que em relação as demais disposições, bem como sempre depositou a maior parte dos resíduos em aterros sanitários também. As mais de 5,8 toneladas de resíduos recolhidas no ano de 2019, representam 93,3% do total disposto na região. O restante da composição representa 4,92% disposto em aterro controlados e 1,69% disposto em lixões.

Gráfico 8. Massa total de resíduos por tipo de disposição no Sul

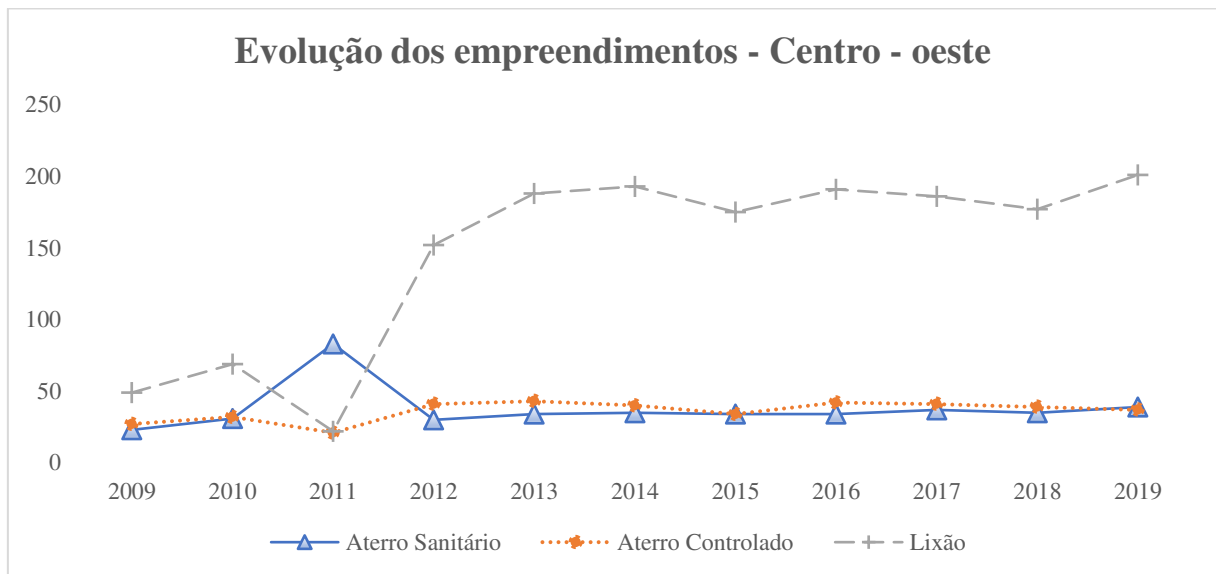


Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

4.2.5 Região Centro-Oeste

Na região Centro-Oeste o número de lixões mais do que quadruplicou entre 2009 e 2019, sendo a forma mais comum de disposição de resíduos sólidos urbanos, no que se refere a número de empreendimentos. É possível notar também no gráfico 9 que houve uma similaridade entre a quantidade de aterros sanitários e aterros controlados na maioria dos anos, excetuando o ano de 2011. No ano de 2019, foram contabilizados 39 aterros sanitários, 37 aterros controlados e 201 lixões nesta região.

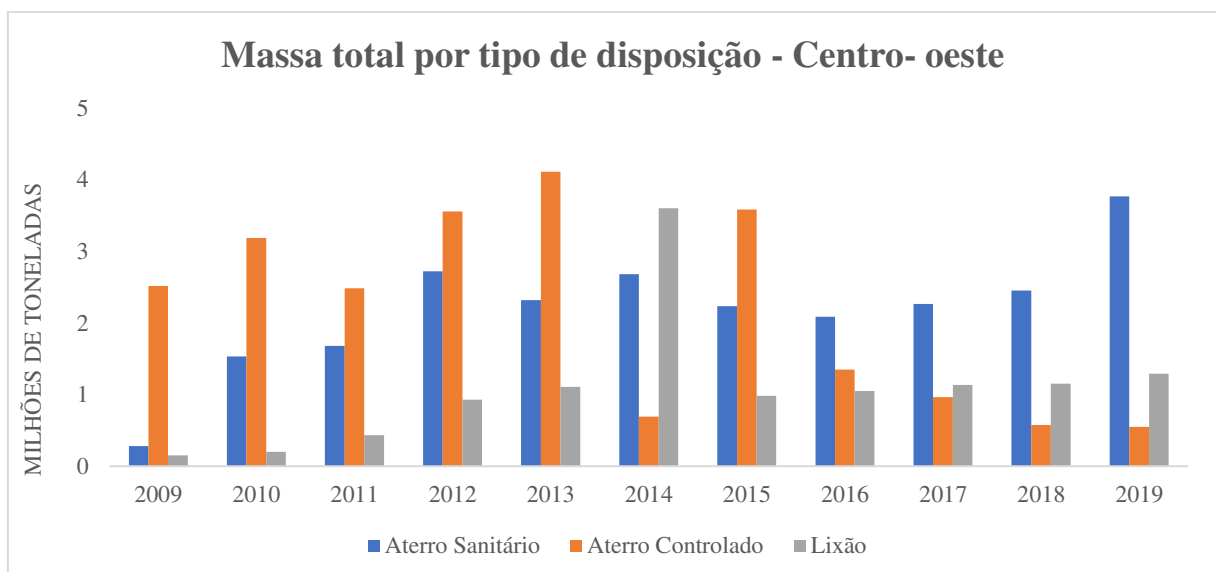
Gráfico 9. Evolução da quantidade de empreendimentos no Centro-oeste



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Mesmo com a quantidade de lixões sendo a maior forma de disposição, nota-se que em todos os anos, a quantidade de resíduos depositadas em lixões foi sempre inferior às demais, excetuando o ano de 2014. A quantidade de resíduos depositadas em aterros controlados também teve um gradual decréscimo nos último três anos, representando em 2019 apenas 9,78% do total de resíduos desta região. No mesmo período, entre os anos de 2017 e 2019, houve um aumento da disposição em aterros sanitários, totalizando 3,76 milhões de toneladas de resíduos dispostas desta forma.

Gráfico 10. Massa total de resíduos por tipo de disposição no Centro-oeste



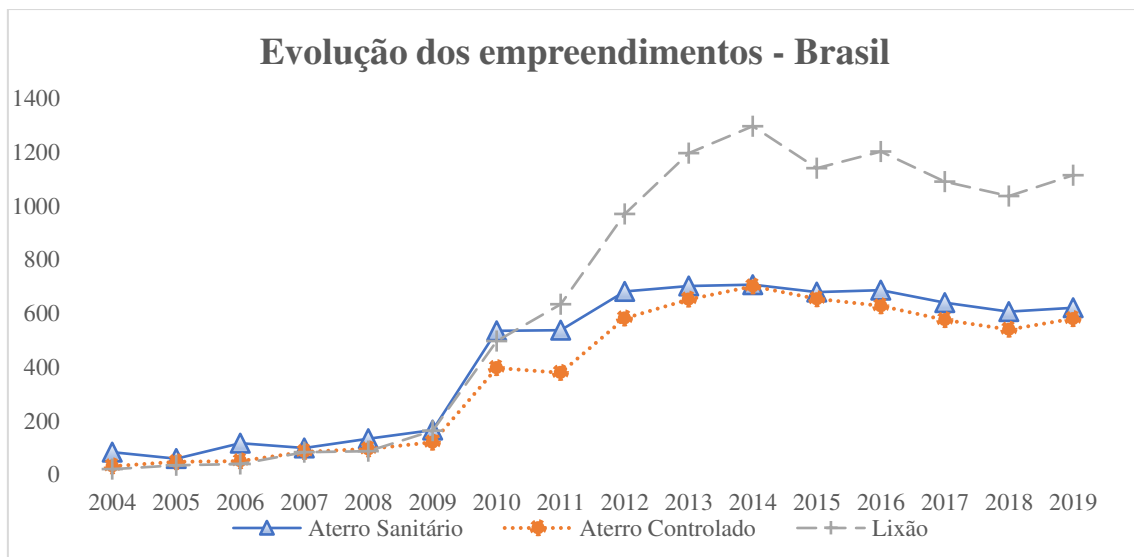
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

4.2.6 Brasil

Diferentemente dos dados apresentados por região, os dados referentes ao número de empreendimentos no país encontram-se disponível nos Diagnósticos de resíduos do SNIS a partir do ano de 2004. É importante ressaltar que os dados variam conforme a amostra de municípios participantes da pesquisa, e, portanto, os números aqui expostos e tratados não representam 100% da realidade da situação no país.

No ano de 2019, o país possuía em operação, 1.114 lixões, 580 aterros controlados e 621 aterros sanitários. Os lixões, representam quase 50% dos 2.315 empreendimentos do país, o que infelizmente é um dado preocupante. Se atrelarmos este valor ao percentual de aterros controlados, chegamos à conclusão de que cerca de 73% de nossos resíduos são encaminhados a locais impróprios de destinação final. Em 2014, ano limite inicial para as adequações da Política Nacional de Resíduos Sólidos, nota-se que foi atingido o pico do número de lixões no país, e embora esse número tenha decrescido, continua muito acima das outras duas formas de disposições aqui tratadas.

Gráfico 11. Evolução da quantidade de empreendimentos no Brasil

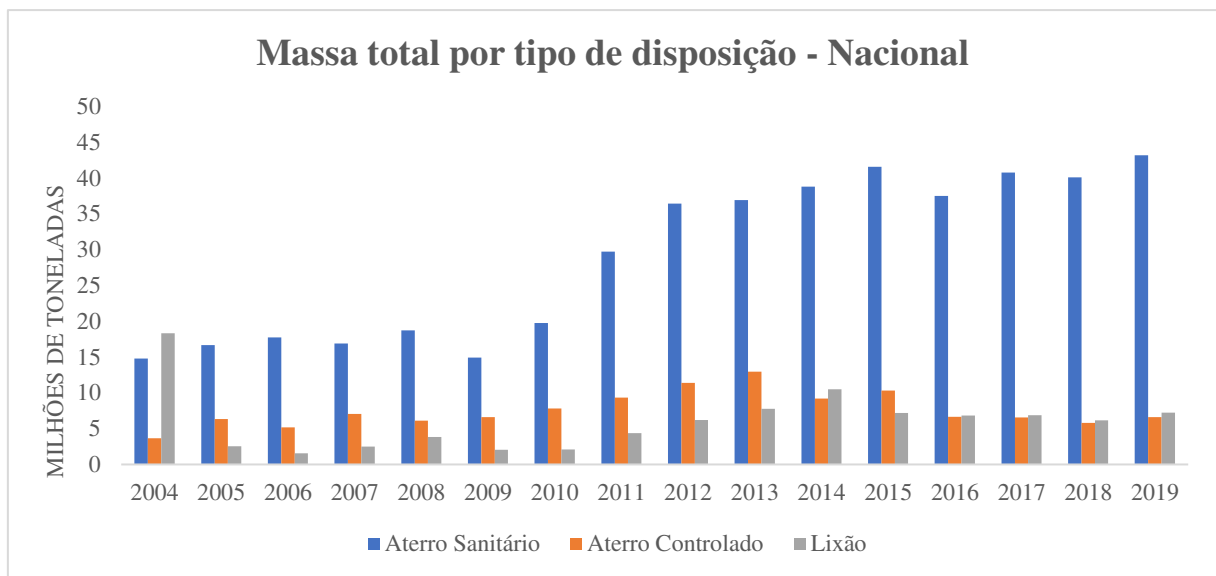


Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Observando a gráfico 12, excetuando o ano de 2004, nota-se que no restante do período, o tipo de destinação final que mais recebeu resíduos foi o aterro sanitário. Em 2019, mais de 43 milhões de toneladas de resíduos foram enviadas a um destino ambientalmente adequado. Vale

ressaltar que os dados estão condicionados à amostragem realizada pelo SNIS, que não corresponde a 100% dos municípios. O esperado é que a cada dia, essa quantidade aumente, visto que hoje há uma maior criticidade e consciência dos impactos causados pela disposição indevida de resíduos. O atual prazo máximo, considerando todas as subdivisões que a Lei indica, para as adequações a PNRS é 2 de agosto de 2024, portanto espera-se que os órgãos responsáveis, busquem cada vez mais se enquadrar dentro do que a Lei determina.

Gráfico 12. Massa total de resíduos por tipo de disposição no Brasil



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

4.3 Comparação entre os tipos de disposição por região.

Neste item será exposto a evolução da quantidade de empreendimentos e a quantidade de resíduos agrupados por região ao longo do período de 2009 até 2019.

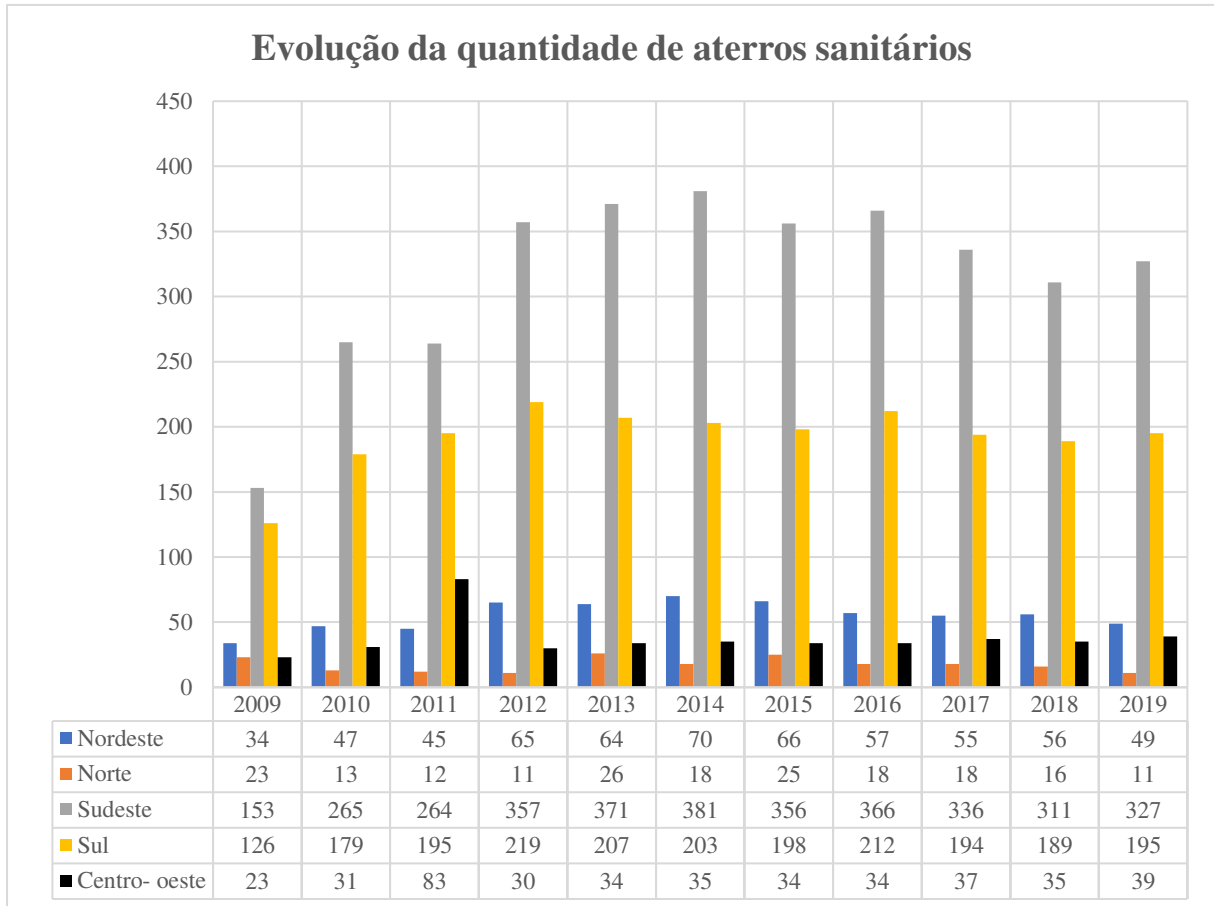
4.3.1 Evolução da quantidade de empreendimentos agrupados por região entre 2009 e 2019

4.3.1.1 Aterros sanitários

Com base no Gráfico 13, nota-se a região que se destaca pela maior quantidade de aterros sanitários em termos absolutos em todos os anos analisados é a Sudeste. Percebe-se também que a região Norte não é somente a região com a menor quantidade deste tipo de disposição, como este número também reduziu nos três últimos anos da pesquisa. A região

Nordeste teve seu pico de empreendimentos deste tipo no ano de 2014, porém a quantidade vem caindo desde então.

Gráfico 13. Evolução da quantidade de aterros sanitários no país entre 2009 e 2019

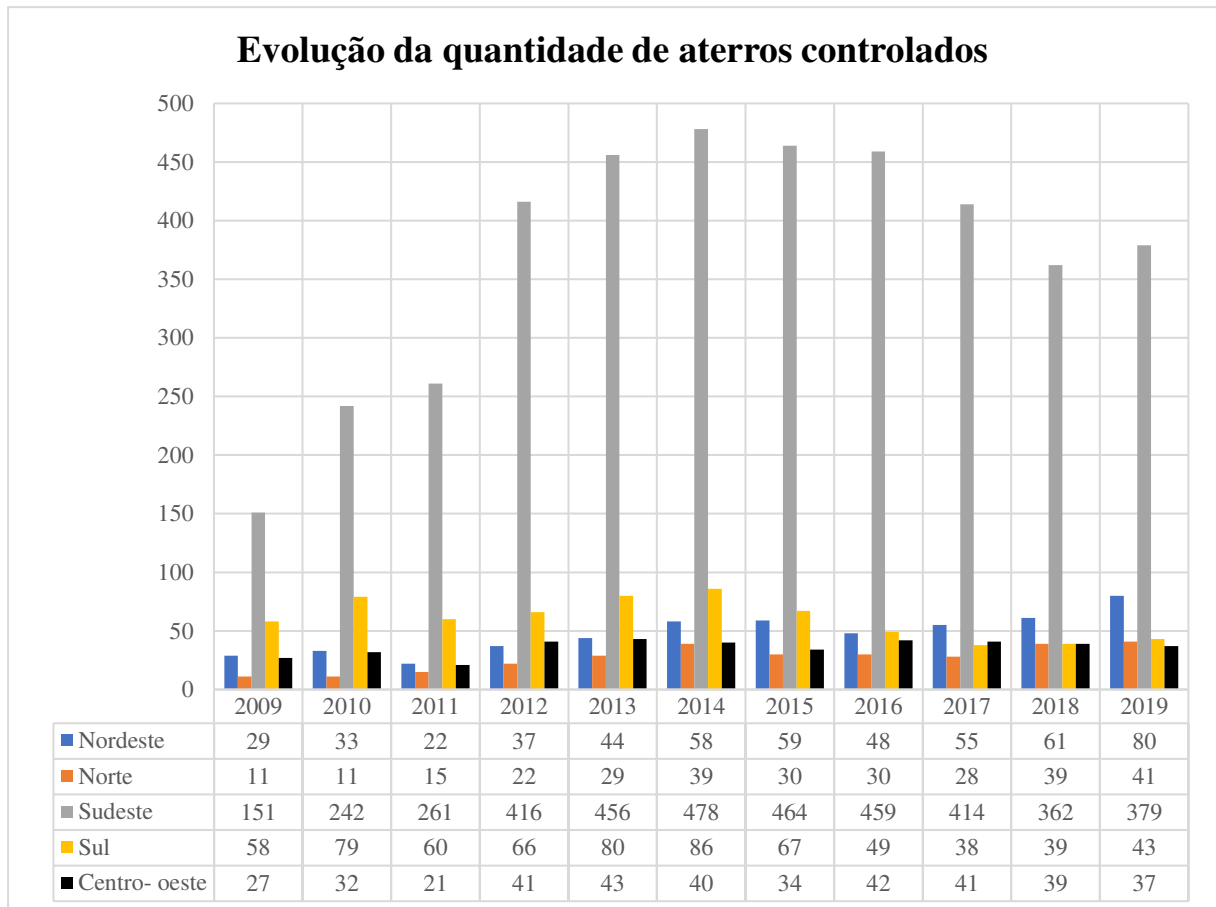


Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

4.3.1.2 Aterro controlado

Apesar do grande crescimento de aterros controlados na região Sudeste, quando faz-se a proporcionalidade entre as cinco regiões, a que possuiu o maior aumento foi a região Norte, cerca de 372% no período exposto. Nota-se também no gráfico 14 que a região Centro-oeste foi a que apresentou a menor variação entre quantidade de empreendimentos neste período, com 27 em 2009 e 37 em 2019. A região Sul é a terceira região com mais aterros controlados em ordem decrescente desde tipo de empreendimento no ano de 2019.

Gráfico 14. Evolução da quantidade de aterros controlados no país entre 2009 e 2019

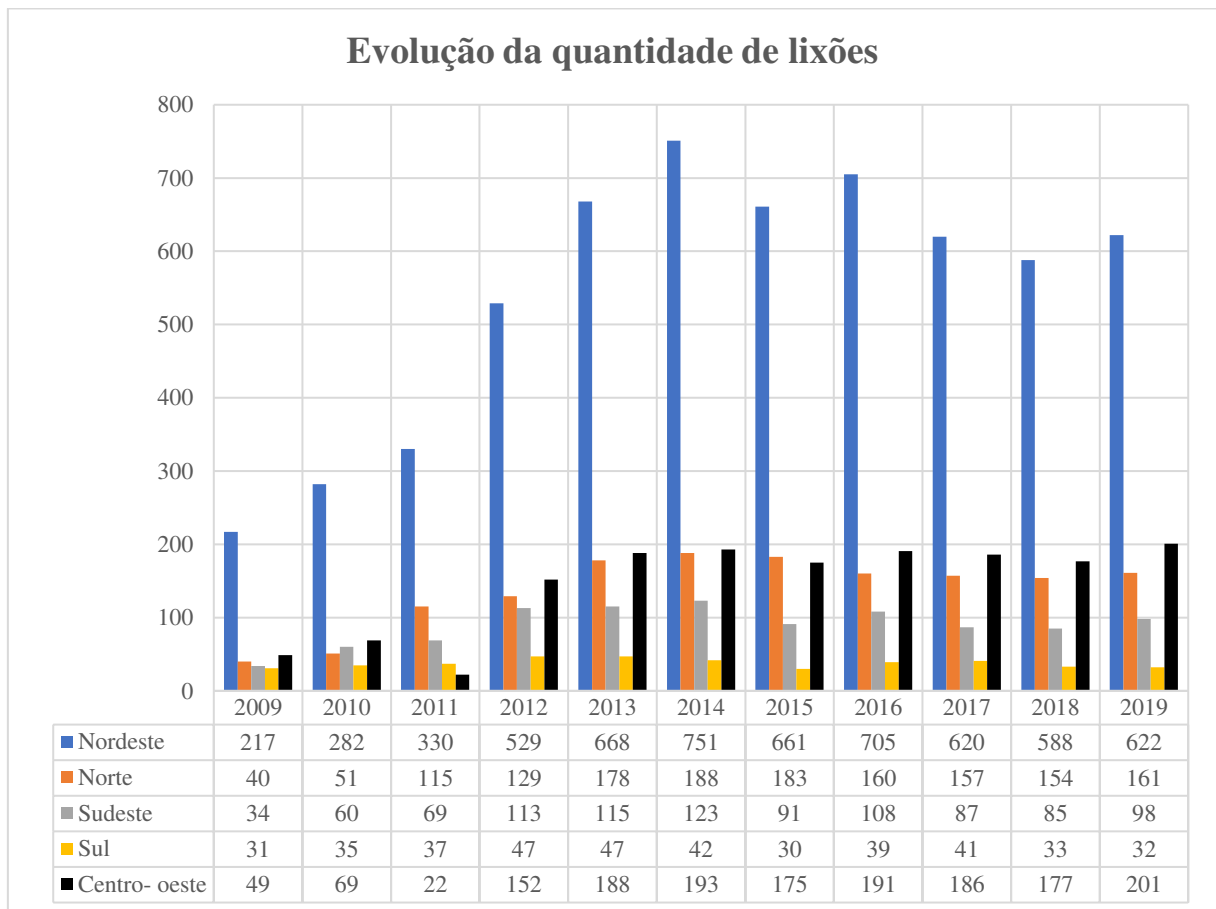


Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

4.3.1.3 Lixões

A partir do Gráfico 15, é possível perceber que a região que possui a maior quantidade de lixões é a Nordeste, durante todo o período exposto. Os 622 lixões desta região representam 55,83% do total de lixões do país, segundo o último levantamento do SNIS. Em seguida tem-se a região Centro-Oeste com 18,2% do total de lixões do país em 2019. A região Sul é que apresenta a menor quantidade de lixões e a menor variação de quantidade de empreendimentos entre o período estudado.

Gráfico 15. Evolução da quantidade de lixões no país entre 2009 e 2019



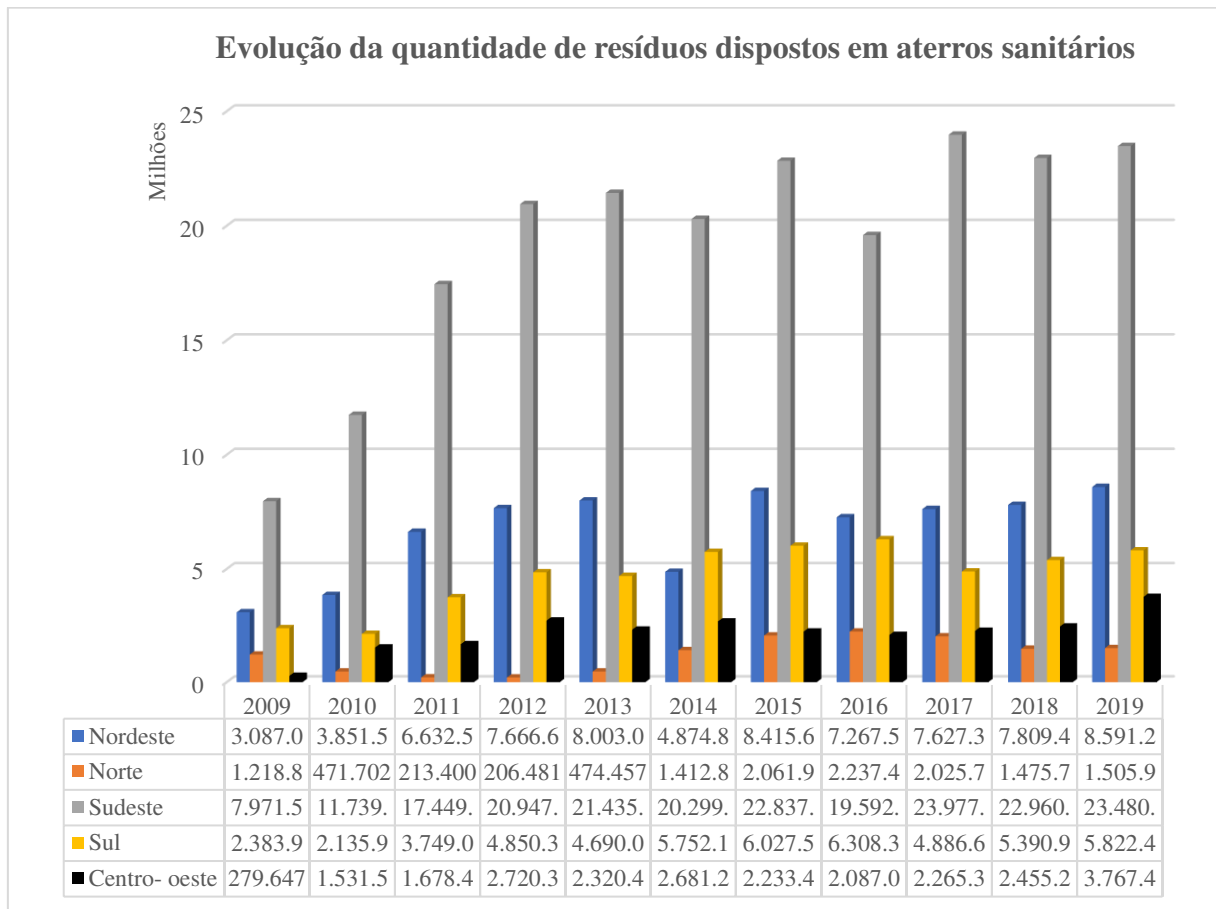
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

4.3.2 Evolução da quantidade de resíduos dispostos agrupados por região entre 2009 e 2019.

Aterro sanitário

Conforme visualizado no Gráfico 16, é possível perceber que a Região Sudeste é a que mais dispõe resíduos em aterros sanitários. Em 2019, essa região depositou mais resíduos em aterros sanitários do que todas as outras somadas neste mesmo período. A região que menos depositou resíduos neste tipo de disposição foi a Norte, seguida da região Centro-Oeste. Mesmo com algumas alternâncias, nota-se que a cada ano as regiões têm aumentado a disposição de resíduos em destinos ambientalmente adequados.

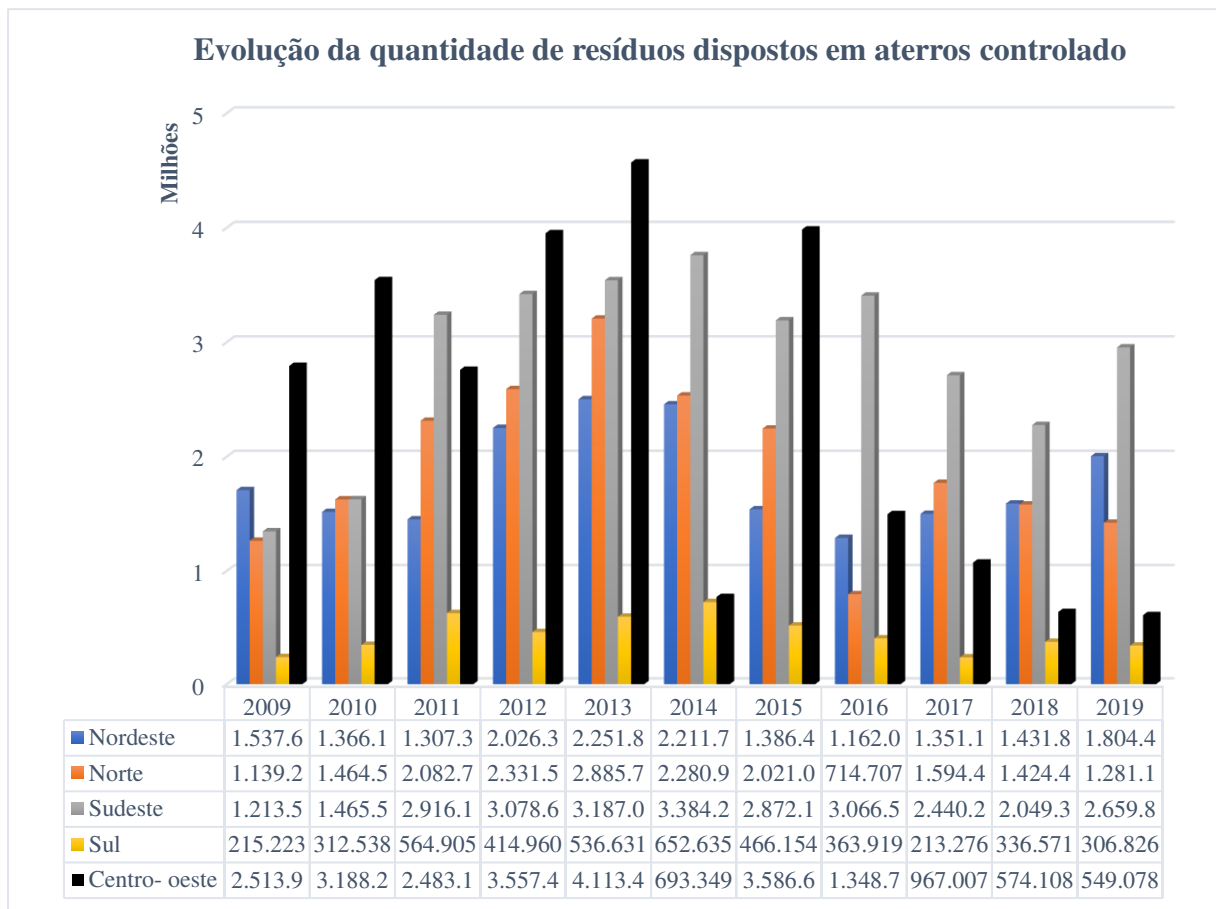
Gráfico 16. Evolução da quantidade de resíduos dispostos em aterros sanitários por região no país entre 2009 e 2019



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Observando-se a Gráfico 17, percebe-se que há um decréscimo claro na quantidade disposta em aterros controlados na região Centro-Oeste. Além disto, a região destinou, até o ano de 2015, com exceção do ano de 2011, mais resíduos a aterros controlados do que a região Sudeste, que gera mais resíduos e possui mais habitantes. A região Norte, apresentou nos últimos três anos expostos uma redução da quantidade de resíduos dispostos em aterros controlados. Na região Sul houve pouca variação em relação a quantidade de resíduos dispostos, mas ela foi a região que menos destinou resíduos a este tipo de destinação no período analisado.

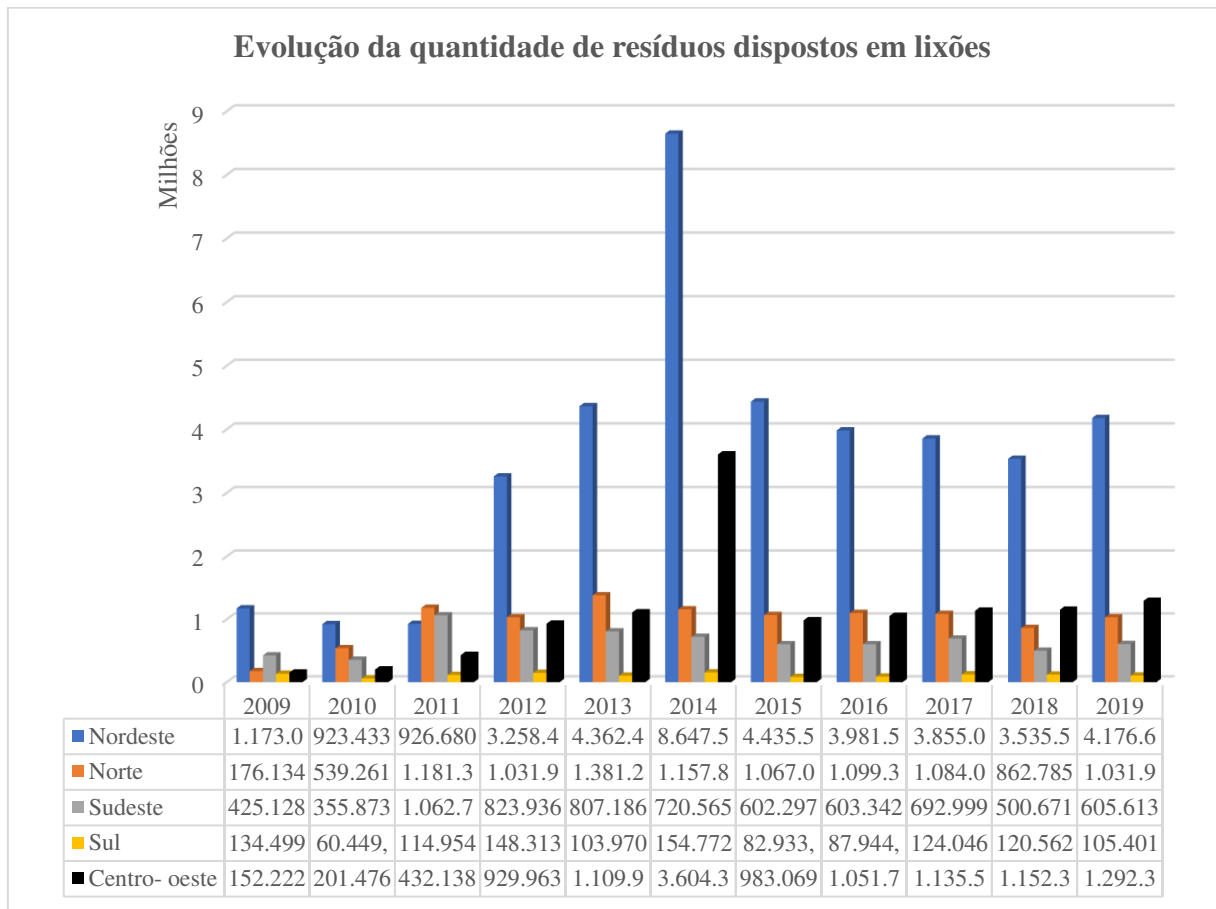
Gráfico 17. Evolução da quantidade de resíduos dispostos em aterros controlados por região no país entre 2009 e 2019



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Durante o período analisado, a região que em todos anos dispôs mais resíduos em lixões foi a região Nordeste, como pode ser visto no Gráfico 18. Em 2014, esta região dispôs 60,5% do total de resíduos dispostos em lixões no país. A região Sul teve a menor contribuição de resíduos dispostos em lixões no período analisado. Além disso, nos últimos três anos, a quantidade que já era a menor entre as cinco regiões vem decrescendo de forma gradual.

Gráfico 18. Evolução da quantidade de resíduos dispostos em lixões por região no país entre 2009 e 2019



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

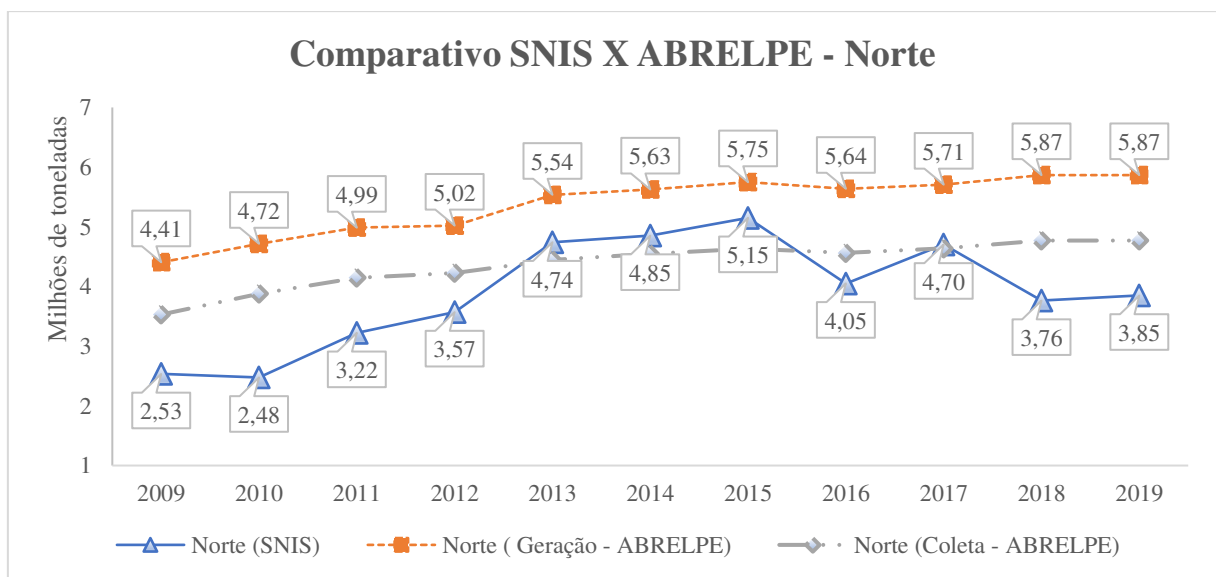
4.4 Comparativo da base de dados do SNIS e ABRELPE

A ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, elabora desde 2003, panoramas sobre os resíduos no país. Ela traz em seus panoramas a quantidade total de RSU dispostos em aterros sanitários, aterros controlados e lixões. Em seus panoramas, a ABRELPE (2019) cita que o levantamento de dados sobre os resíduos sólidos urbanos (RSU) [...] deu-se exclusivamente por pesquisas diretas realizadas junto aos municípios com a aplicação do questionário. Nas edições mais antigas este questionário encontra-se ao final dos panoramas, entretando, nas edições mais recentes, o questionário encontra-se disponível no site www.abrelpe.org.br.

Este tópico do trabalho irá analisar e comparar os valores de resíduos totais disponibilizados pela ABRELPE de geração e coleta com os valores obtidos pelo SNIS. É necessário salientar a diferença entre geração e coleta de RSU. Enquanto o valor de geração indica o que cada habitante produziu de resíduo, o valor coletado indica o que foi recolhido e destinado as disposições finais. Os dados serão segmentados pelas cinco regiões do país e também a nível nacional. Vale ressaltar que o comparativo aqui realizado, contempla os somatório dos três tipos de disposição aqui apresentados.

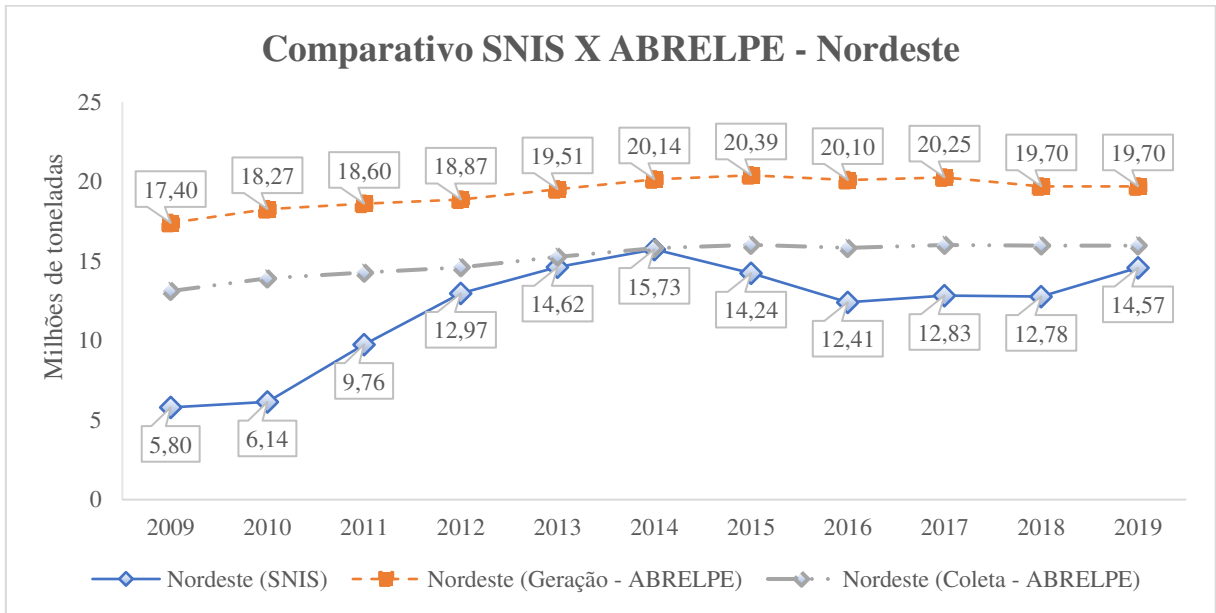
Observou-se nos Gráficos 19 a 24, uma tendência de diminuição das diferenças de valores das duas fontes de dados, principalmente considerando os dados nacionais, exceto para a região centro-oeste. Analisando os gráficos observa-se que os dados de geração e coleta da ABRELPE ficam próximos, em destaque para a região Sudeste que teve entre os anos de 2016 e 2019 valores quase idênticos entre coleta e geração de RSU. Pode-se inferir que a aproximação de dados obtidos entre SNIS e ABRELPE indica um aperfeiçoamento no sistema de dados de ambas as fontes.

Gráfico 19 – Comparativo do total de resíduos entre SNIS e ABRELPE da região Norte



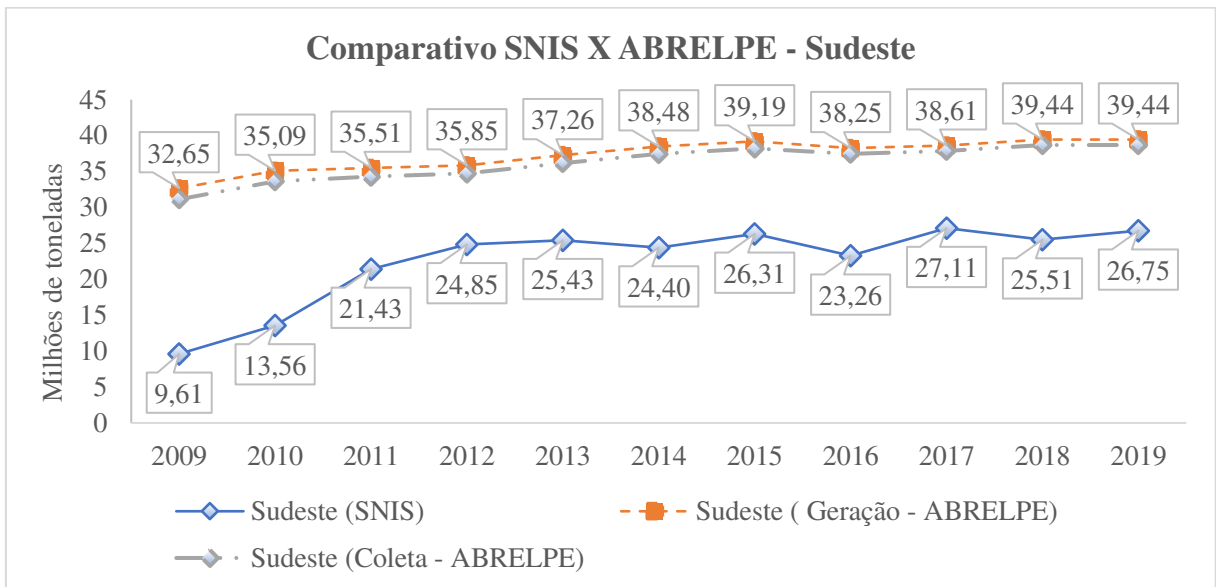
Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Gráfico 20 – Comparativo do total de resíduos entre SNIS e ABRELPE da região Nordeste



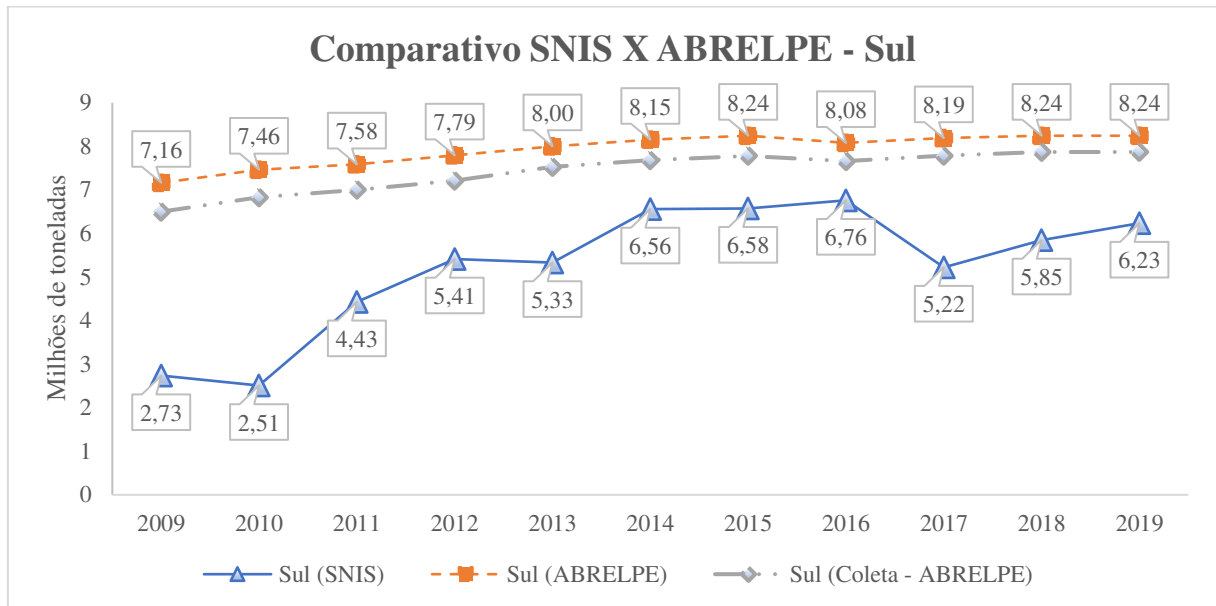
Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Gráfico 21 – Comparativo do total de resíduos entre SNIS e ABRELPE da região Sudeste



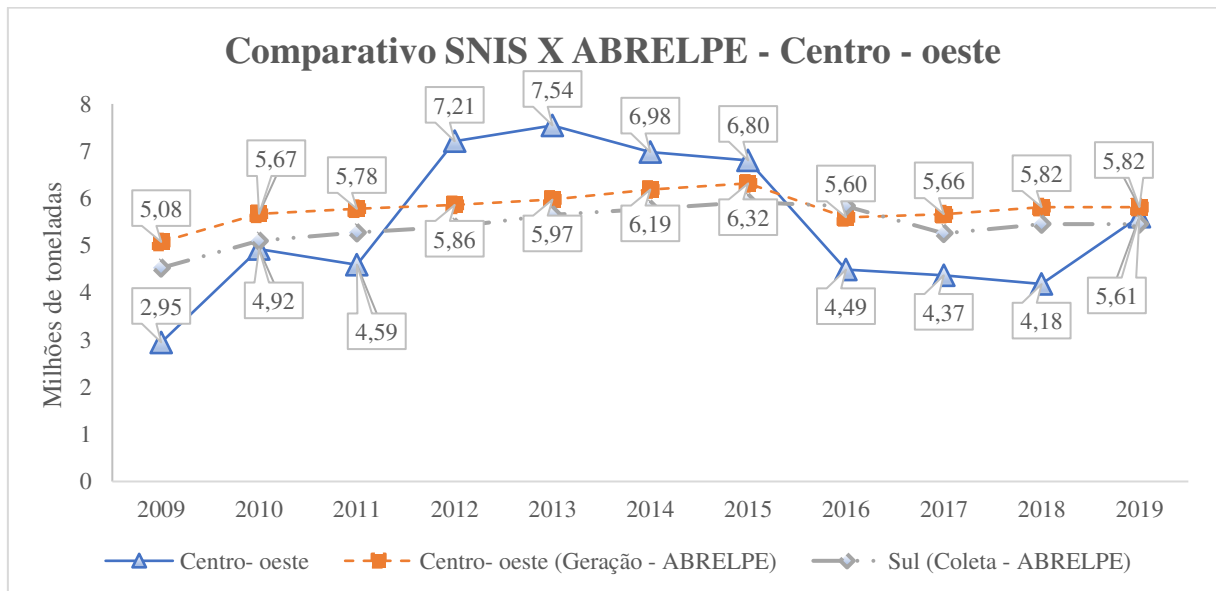
Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Gráfico 22– Comparativo do total de resíduos entre SNIS e ABRELPE da região Sul



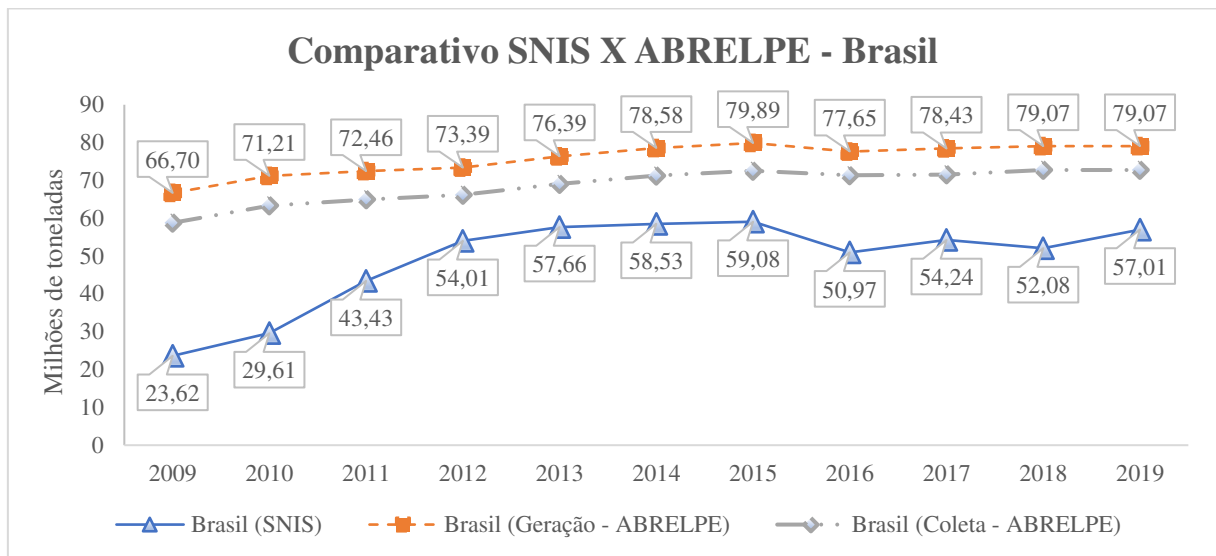
Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Gráfico 23– Comparativo do total de resíduos entre SNIS e ABRELPE da região Centro-oeste



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Gráfico 24 – Comparativo do total de resíduos entre SNIS e ABRELPE do país



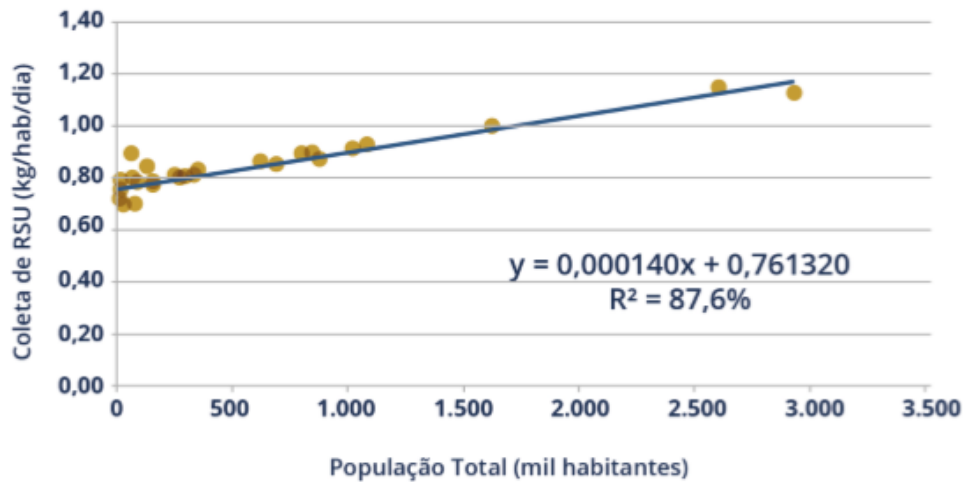
Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Segundo o panorama da ABRELPE de 2019, cerca de 40% dos resíduos do país foram dispostos de forma inadequada. Em contrapartida, segundo o SNIS, essa porcentagem cai para 24,28%. A principal diferença entre os dois dados está no peso de aterros controlados e lixões. Enquanto a ABRELPE cita que foram dispostos 16.727.950 e 12.720.250 toneladas de RSU em aterros controlados e lixões, respectivamente, no ano de 2019, os dados SNIS indicam que os valores são 6.601.335,5 e 7.241.589,00 toneladas para as duas disposições citadas.

As principais diferenças entre estes valores podem se dar:

- I. Amostra de dados diferentes: O SNIS possui mais municípios participantes da sua pesquisa do que a ABRELPE.
- II. A forma pelo qual os dados são obtidos. A ABRELPE, utiliza uma equação de ajuste estatístico, para extrapolar os dados de coleta de RSU a partir de uma amostra de municípios participantes, que permite estimar a quantidade total coletada de uma região como mostram as Figuras 3 e 4.

Figura 3 – Coeficiente de correlação da amostragem representativa dos municípios da região Nordeste (2016)



Fonte: ABRELPE (2016)

Figura 4 – Quantidade de RSU coletado por região do Brasil (2015 e 2016)

Região	2015	2016	
	RSU Total (t/dia)	Equação*	RSU Total (t/dia)
Norte	12.692	$RSU = 0,000174 (\text{pop tot}/1000) + 0,551960$	12.500
Nordeste	43.894	$RSU = 0,000140 (\text{pop tot}/1000) + 0,761320$	43.355
Centro- Oeste	16.217	$RSU = 0,000200 (\text{pop tot}/1000) + 0,790890$	15.990
Sudeste	104.631	$RSU = 0,000139 (\text{pop tot}/1000) + 0,855740$	102.620
Sul	21.316	$RSU = 0,000037 (\text{pop tot}/1000) + 0,681342$	20.987
Brasil	198.750		195.452

Fonte: ABRELPE (2016)

Um ponto que convém destacar são os tipos de unidades de processamento citadas em ambas as fontes. Enquanto o SNIS abrange em seus diagnósticos, unidades de triagem, unidades de compostagem, unidades de transbordos, entre outros, a ABRELPE traz a quantidade total de RSU somente em aterros sanitários, aterros controlados e lixões. Essa menor segmentação da ABRELPE pode indicar que os valores apresentados por ela como totais, contenham resíduos que poderiam ser destinados a reciclagem e compostagem, por exemplo. Como os dados dos

SNIS são mais segregados, o esperado é que de fato eles sejam inferiores ao da ABRELPE. Quando se considera o ano de 2018 por exemplo, somente com dados de aterros sanitários, aterros controlados e lixões, o SNIS totaliza cerca de 52 milhões de toneladas de RSU, enquanto a ABRELPE totaliza cerca de 79 milhões de toneladas de RSU. Ao incrementar ao valor de resíduos totais do SNIS, com todas as unidades de processamento nele citadas, os 52 milhões antes calculados passam a mais de 75 milhões de toneladas de RSU, tornando-se mais próximo ao resultado obtido pela ABRELPE.

4.5 Avaliação per capita (ABRELPE)

A ABRELPE traz em seus panoramas, os índices de geração e coleta per capita de RSU. Os dados aqui expostos referem-se ao índice per capita de geração de resíduos, que é dado em quilograma por habitante por ano. Na edição 2013 adotou-se a população total dos municípios para o cálculo dos índices per capita, diferentemente das edições anteriores nas quais utilizava-se a população urbana para tal fim (ABRELPE, 2013). Ao aumentar o número de habitantes, o índice imediatamente cai, como é possível perceber nos Gráficos 25 e 26. Outro ponto a se destacar é que apesar da ABRELPE ter iniciado o desenvolvimento de seus panoramas a partir de 2003, os índices per capita só passaram a aparecer na edição referente ao ano de 2008 (que sempre indicam os valores do ano da edição e do ano anterior), por isso o período aqui demonstrado se inicia em 2007.

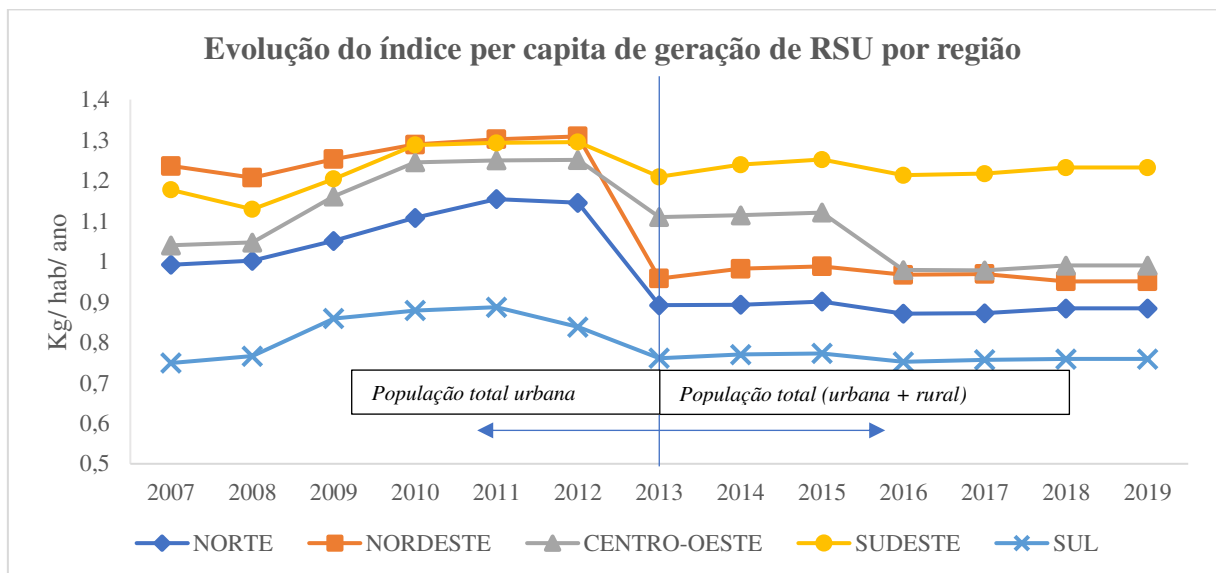
4.5.1 Evolução do índice per capita de resíduos por região e a nível nacional

Este tópico irá apresentar e analisar os dados de índice per capita obtidos através dos panoramas da ABRELPE. Os dados serão segmentados em evolução dos índices por região e a nível nacional.

4.5.1.1 Evolução do índice per capita de resíduos por região

Nota-se que a região que manteve maior constância entre os valores obtidos foi a região Sul. A região que apresentou a maior diferença entre índice inicial e final foi a Nordeste, com 1,236 (kg/hab/ano) em 2007 e 0,951 (kg/hab/ano) em 2019. Em 2019, a região Sudeste apresentou o maior índice per capita dentre as cinco regiões, com 1,232 (kg/hab/ano). É válido ressaltar que os índices per capita de 2018 e 2019 se repetem nos últimos panoramas da ABRELPE.

Gráfico 25 – Evolução do índice per capita de geração de resíduos entre as regiões do Brasil de 2007 à 2019 (ABRELPE)

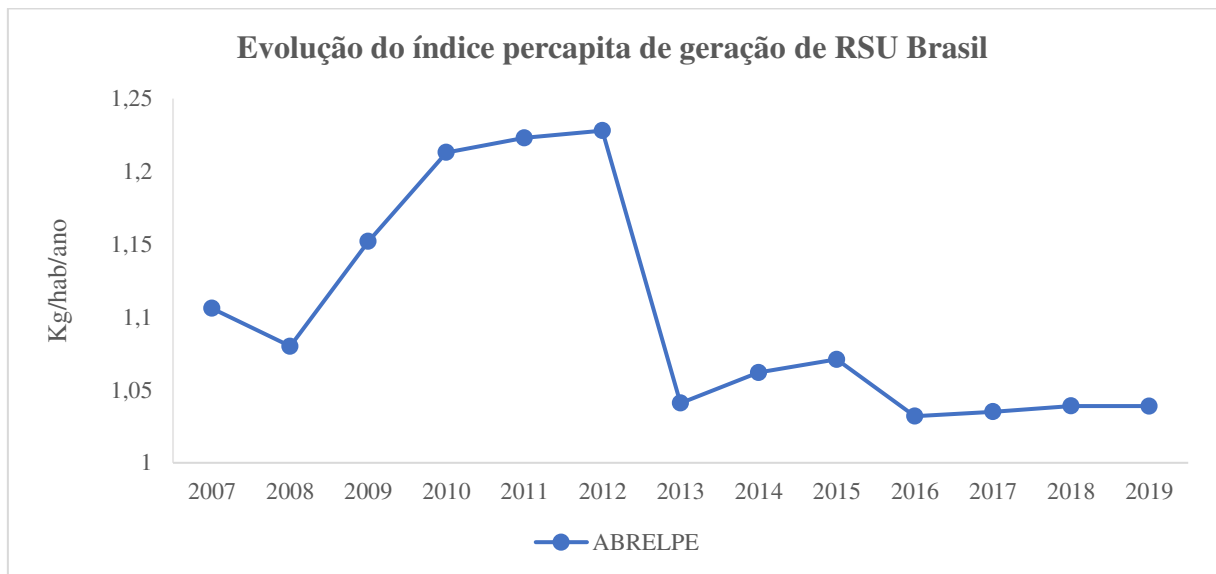


Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados da ABRELPE

4.5.1.2 Evolução do índice per capita de resíduos a nível nacional

A nível nacional nota-se no gráfico 26 que, após a mudança na forma de se calcular o índice per capita, houve uma brusca redução nos índices obtidos. O esperado é que o índice continue mantendo pequenos aumentos, como ocorreu de 2017 à 2019. Isto porque, a mesma medida com que as pessoas geram mais resíduos, o número de habitantes também vai aumentando, o que acarreta uma certa constância nos dados obtidos.

Gráfico 26 – Evolução do índice per capita de geração de resíduos no Brasil de 2007 à 2019



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

4.6 Comentários finais

De forma resumida os resultados indicaram que a região que dispõe o maior volume de resíduos em lixões é a Nordeste, resultado que se repete para a quantidade de empreendimentos deste tipo. A região que mais dispõe resíduos em aterros sanitários é a Sudeste, que também é a região com mais aterros controlados e sanitários do país. Entre 2009 e 2015, a região que mais dispôs resíduos em aterros controlados foi a Centro- Oeste, mas atualmente, a região Sudeste ocupa este espaço.

Quando é feita uma comparação entre quantidade de resíduos disposta em lixões por região, no ano de 2014 e 2019, observa-se que todas as regiões apresentaram redução. A região Sul é que menos dispõe RSU em lixões tendo apresentado uma redução quase pela metade da quantidade de resíduos dispostos entre 2014 e 2019. Ao considerar as diretrizes da PNRS, levando também em conta a quantidade de empreendimentos por região, a região Sul foi a que mais se aproximou do que determina a lei 12 305/2010.

Os gráficos mostram que as disposições ambientalmente inadequadas vêm acontecendo, e que há muitos passos a serem trilhados para que o país consiga implementar 100% do que a PNRS indica.

5 CONCLUSÃO

Esse trabalho se propôs a fazer um levantamento de dados sobre as formas de disposição de resíduos sólidos urbanos no Brasil, considerando variações regionais e temporais. Os dados foram obtidos de bancos de dados oficiais e organizados em gráficos, que permitiram uma análise sobre a evolução das formas de disposição no Brasil.

Com base no que foi demonstrado, observou-se um aumento percentual de geração de resíduos de 241% (considerando a base de dados do SNIS) entre 2009 e 2019, dentro os quais 24,28% do total de resíduos ainda é disposto de maneira inadequada. O crescimento ao decorrer dos anos se deu também devido ao aumento da amostragem de municípios. Ao compararmos este resultado com o ABRELPE, verificaram-se diferenças, já que seu último panorama da ABRELPE indicou que 40% dos resíduos receberam uma destinação ambientalmente inadequada. As principais diferenças se dão devido as especificidades de cada base de dados. O SNIS considera mais formas de unidades de processamento, como unidades de compostagem, unidades de transbordo, enquanto a ABRELPE, considera somente aterros sanitários, aterros controlados e lixões. As informações do SNIS são mais segmentadas, desta forma, o esperado é que seus valores sejam inferiores ao da ABRELPE.

O Brasil gerou, conforme o SNIS (2019), cerca de 75 milhões de toneladas de RSU em 2019 (considerando todas as unidades de processamento nele expostas). Mais da metade desta quantidade é referente a aterros sanitários, com cerca de 43,1 milhões de toneladas dispostas.

Na análise de empreendimentos de 2019, nota-se no Brasil a quantidade de lixões é quase igual à soma de aterros sanitários e controlados. São 1.114 unidades de lixões ativos, 580 aterros controlados e 621 aterros sanitários no país. Das 1.114 unidades, 622 encontram-se na região Nordeste, que também é a região que mais destina resíduos a lixões.

A região Sudeste detém 65,3% do total de aterros controlados do país, sendo ela também a região com a maior quantidade de aterros controlados do período estudado. A região que apresentou o menor crescimento quanto a quantidade de aterros controlados foi a Centro-oeste. A região que menos dispôs resíduos em aterros controlados e lixões foi a Sul, não somente em 2019 mas em todo o período analisado.

No Brasil, a maior parte dos resíduos é disposto em aterros sanitários. A região que mais dispõe resíduos em aterros sanitários permanece sendo a região Sudeste, porém, a que teve o

maior aumento relativo neste de tipo de disposição foi a Centro-oeste, com um crescimento aproximado de 1.348%. Em contra- partida a região que destinou menos resíduos para aterros sanitários foi a Norte, representado apenas 3,5% do total.

Quanto a análise de geração per capita de RSU notou- se que os menores índices em todos os anos analisados se referem a região Sul, que obteve em 2019, um índice de 0,759 kg/hab/ano. A região que apresentou os maiores índices no período exposto foi a Sudeste, sendo superada somente em 2011 e 2012, pela região Nordeste.

Ao analisar os dados e resultados aqui expostos, notamos que muitas mudanças devem ainda ocorrer para que um dos principais objetivos da PNRS seja de fato implantado: o fim das disposições inadequadas de resíduos. Destinar os resíduos corretamente vai além do cumprimento desta Lei, é preservar o Meio Ambiente dos impactos que o descarte incorreto de resíduos acarreta e é resguardar a população dos problemas intrínsecos ao mal gerenciamento de resíduos.

REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2007.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2008.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2009.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2010.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2011.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2012.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2013.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2014.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2015.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2016.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2017.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2018 - 2019.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2020.
- AGUIAR, Enilde Santos de et al. Panorama da disposição de resíduos sólidos urbanos e sua relação com os impactos socioambientais em estados da Amazônia brasileira. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 13, 2021.

ANGOLA, Congresso Internacional propõe aterros e reciclagem em 2014. Onu News, 24 de abril 2014. Disponível em: < <https://news.un.org/pt/audio/2014/04/1097591>>. Acesso em: 27 agosto de 2021.

BOSCOV, Maria Eugenia Gimenez. **Geotecnia ambiental**. Oficina de textos, 2014.

BRASIL. Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998. Institui o Código Civil. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.**: seção 1, Brasília, DF, n. 8, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 8 jul. 2021.

BRASIL. Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.**: seção 1, Brasília, DF, n. 8, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 7 jul. 2021.

BRASIL. Lei nº 14026, de 15 de julho de 2020. BRASIL. Lei nº 14026, de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico** e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1-74, 15 jul. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm#. Acesso em: 7 jul. 2021.

BRASIL. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO BÁSICO – SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2009**. Brasília, 2009.

BRASIL.SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO BÁSICO – SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2010**. Brasília, 2010.

BRASIL.SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO BÁSICO – SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2011**. Brasília, 2011.

BRASIL.SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO BÁSICO – SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2012**. Brasília, 2012.

BRASIL.SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO BÁSICO – SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2013**. Brasília, 2013.

BRASIL.SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO BÁSICO – SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2014**. Brasília, 2014.

BRASIL.SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO BÁSICO – SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2015**. Brasília, 2015.

BRASIL.SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO BÁSICO – SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2016**. Brasília, 2016.

BRASIL.SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO BÁSICO – SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2017**. Brasília, 2017.

BRASIL.SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO BÁSICO – SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2018**. Brasília, 2018.

BRASIL.SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO BÁSICO – SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2019**. Brasília, 2019.

CEMPRE, Compromisso Empresarial Para Reciclagem. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. **São Paulo**, 2000.

CEMPRE, Compromisso Empresarial Para Reciclagem. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. **São Paulo**, 2018.

Congresso Sul- America no de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, 2, 2019, Foz do Iguaçu. SIMÕES, André Luis Gomes et.al, Foz do Iguaçu: Panorama Geral dos resíduos sólidos urbanos no âmbito nacional, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. Disponível em: < <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>>. Acesso em: 24/08/2021.

Kaza, Silpa; Yao, Lisa C.; Bhada-Tata, Perinaz; Van Woerden, Frank. 2018. What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development;. Washington, DC: World Bank. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317> License: CC BY 3.0 IGO.

LIMA, José Dantas de. Modelos de apoio à decisão para alternativas tecnológicas de tratamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil. 2012.

MELO, Fernando Henrique Ferreira De Alves. **Caracterização e estudo do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos em um consórcio municipal do estado de Pernambuco**. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

MARCHI, Cristina Maria Dacach Fernandez. Cenário mundial dos resíduos sólidos e o comportamento corporativo brasileiro frente à logística reversa. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 1, n. 2, p. 118-135, 2011.

NASCIMENTO, Victor Fernandez et al. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, p. 889-902, 2015.

PORTELLA, Márcio Oliveira; RIBEIRO, José Cláudio Junqueira. Aterros sanitários: aspectos gerais e destino final dos resíduos. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 1, 2014.

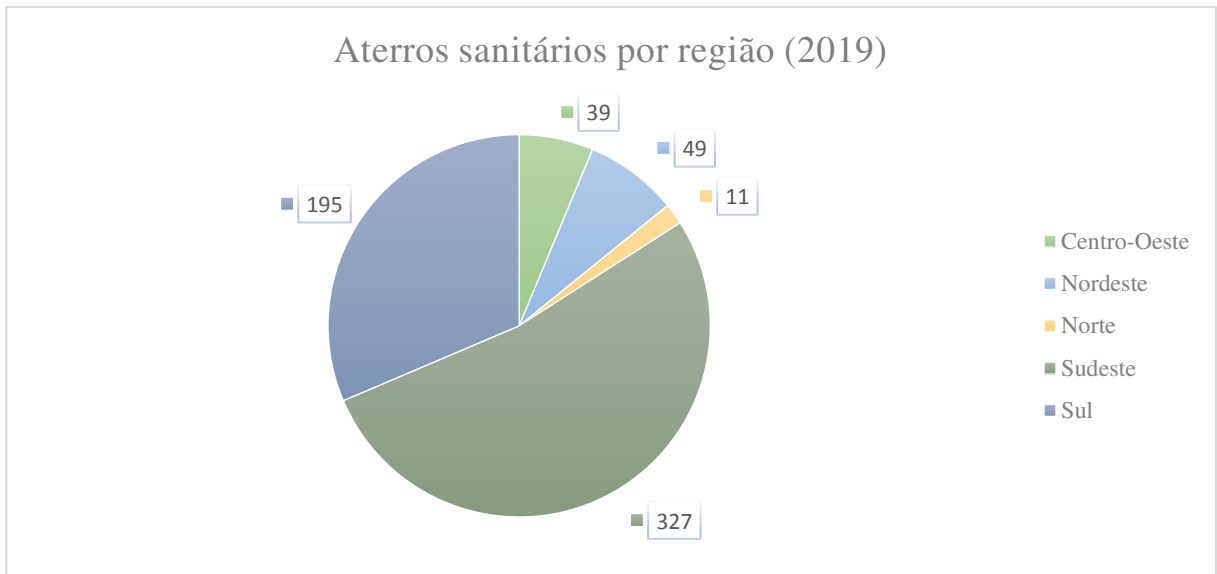
POSSAMAI, Fernando Pagani et al. Lixões inativos na região carbonífera de Santa Catarina: análise dos riscos à saúde pública e ao meio ambiente. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, p. 171-179, 2007.

TAVARES, Romero Coelho. **Composição gravimétrica: uma ferramenta de planejamento e gerenciamento do resíduo urbano de Curitiba e região metropolitana**. 2007. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado, Programa Profissionalizante em Desenvolvimento de Tecnologia (PRODETEC) do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC) e do Instituto de Engenharia do Paraná (IEP). Curitiba.

ZVEIBIL, Victor Zular. Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. 2001.

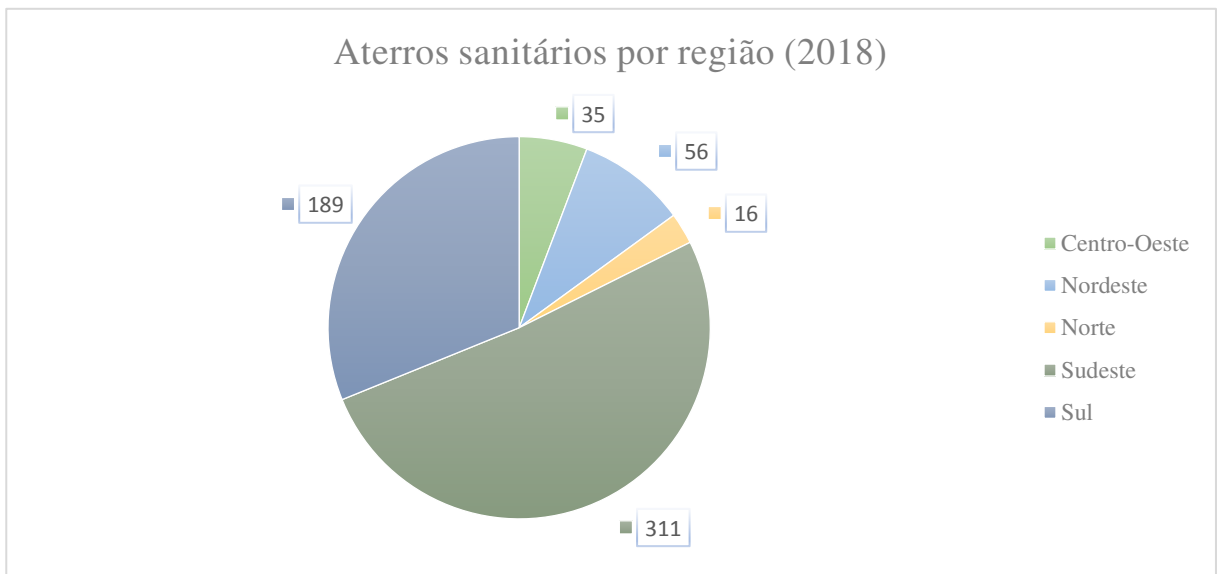
APÊNDICE A- QUANTIDADE DE ATERROS SANITÁRIOS POR REGIÃO/ ANO

Gráfico 27- Quantidade de aterros sanitários por região em 2019



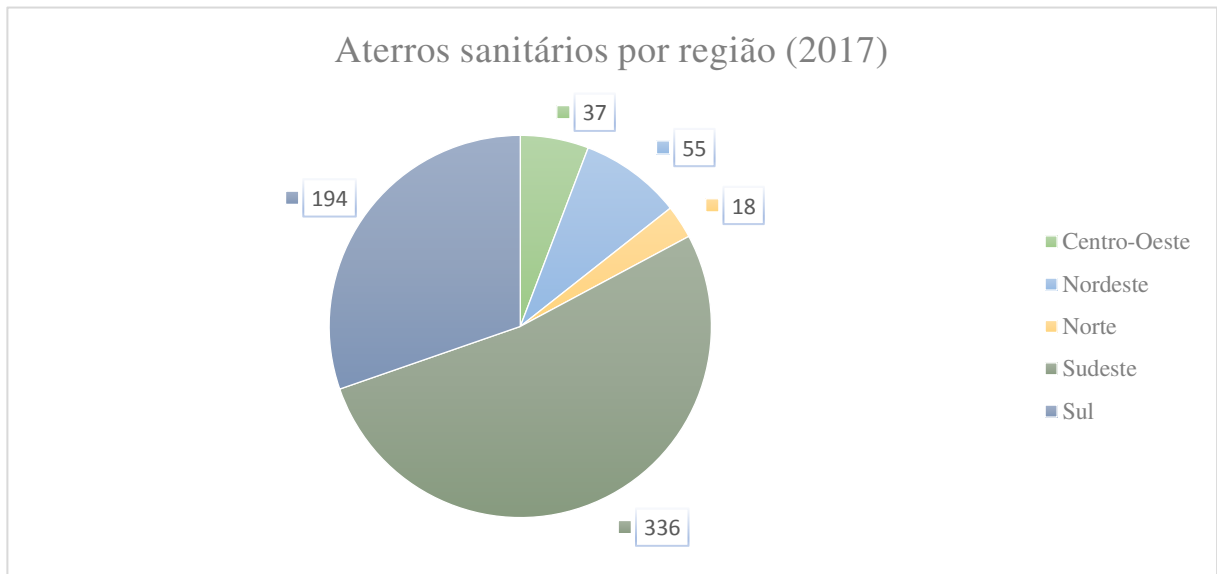
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 28- Quantidade de aterros sanitários por região em 2018



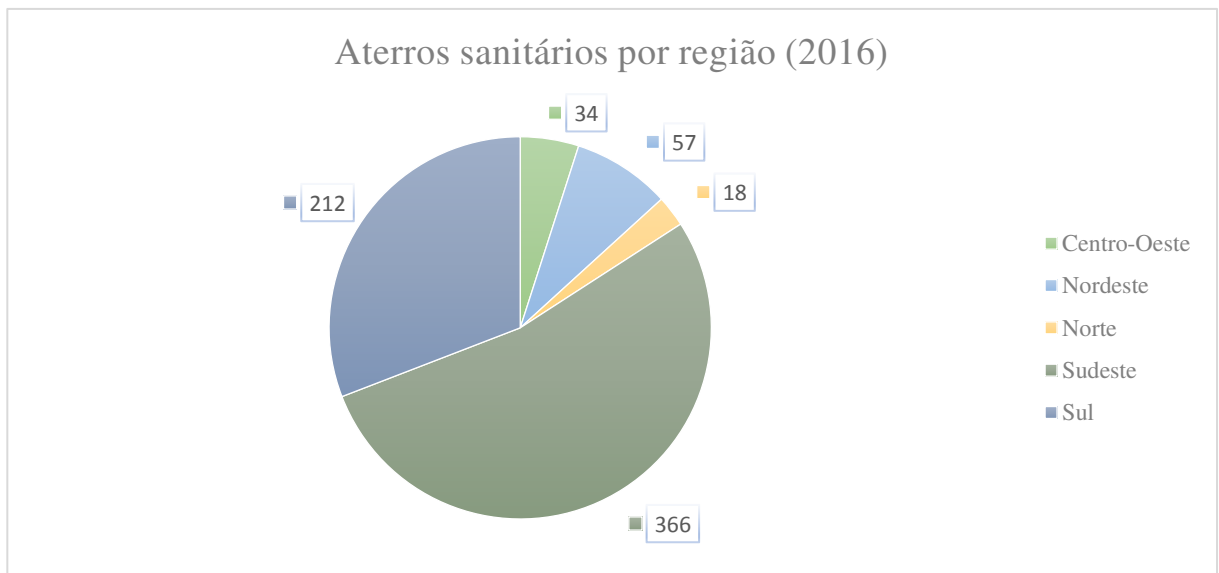
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 29- Quantidade de aterros sanitários por região em 2017



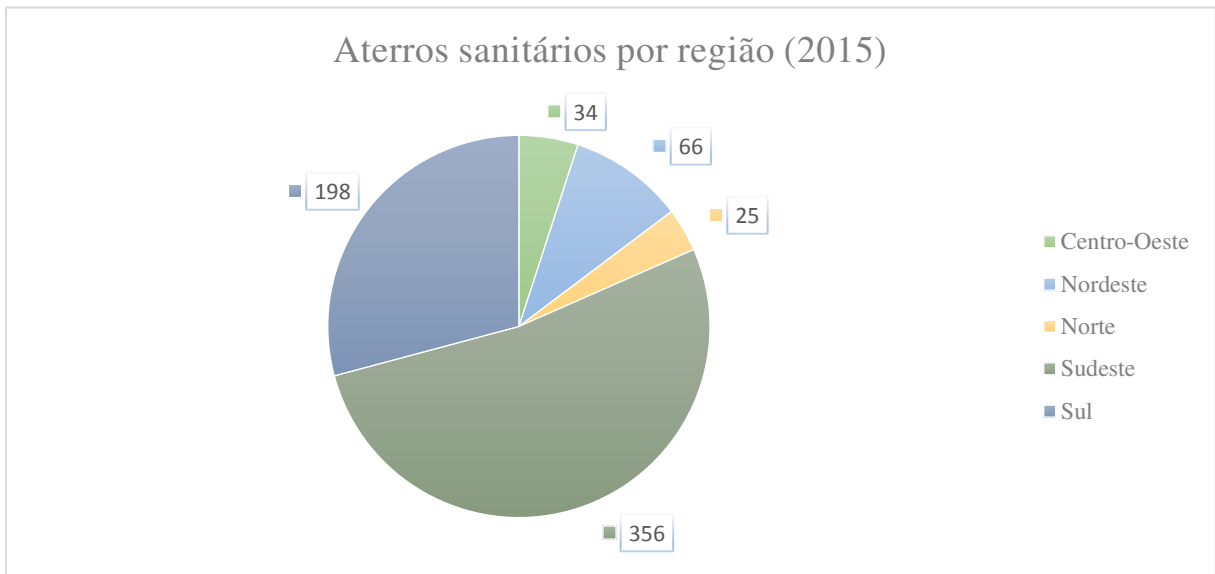
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 30- Quantidade de aterros sanitários por região em 2016



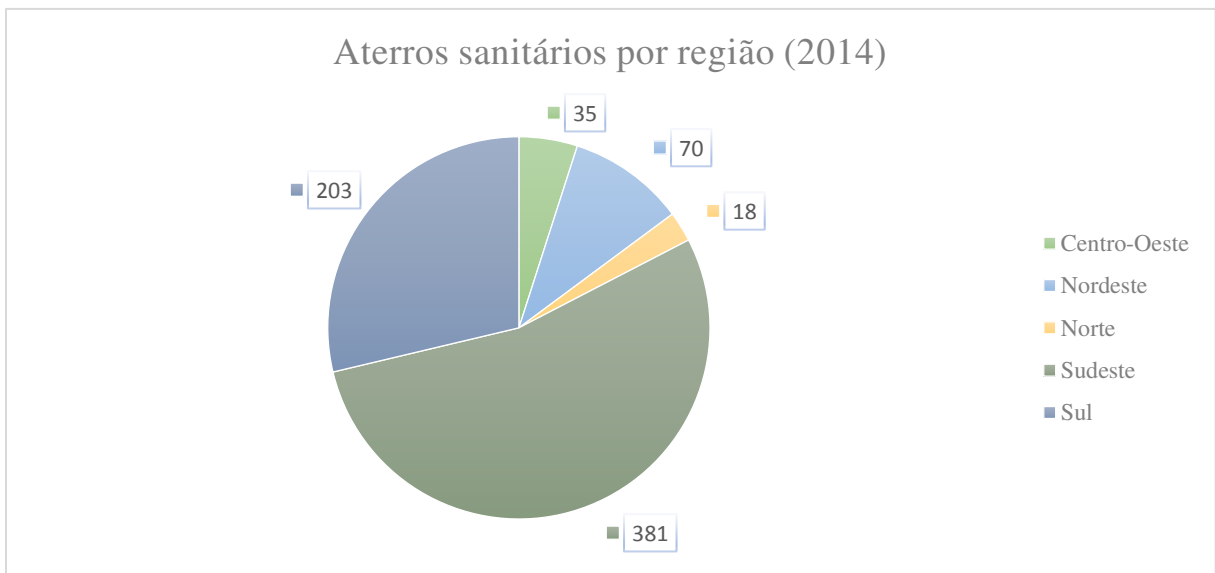
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 31- Quantidade de aterros sanitários por região em 2015



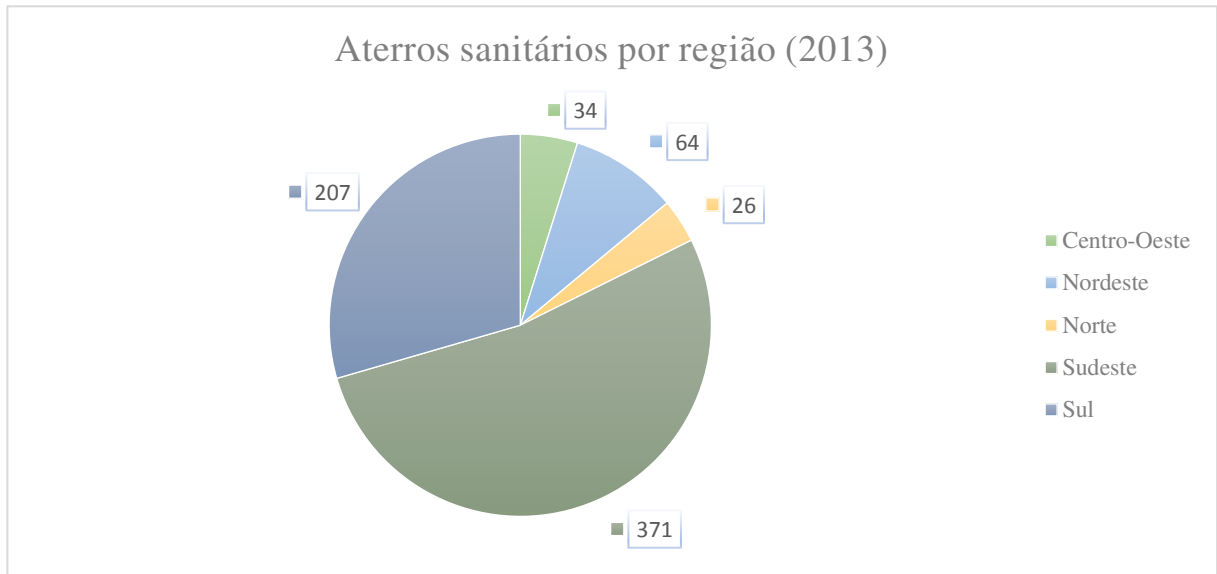
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 32- Quantidade de aterros sanitários por região em 2014



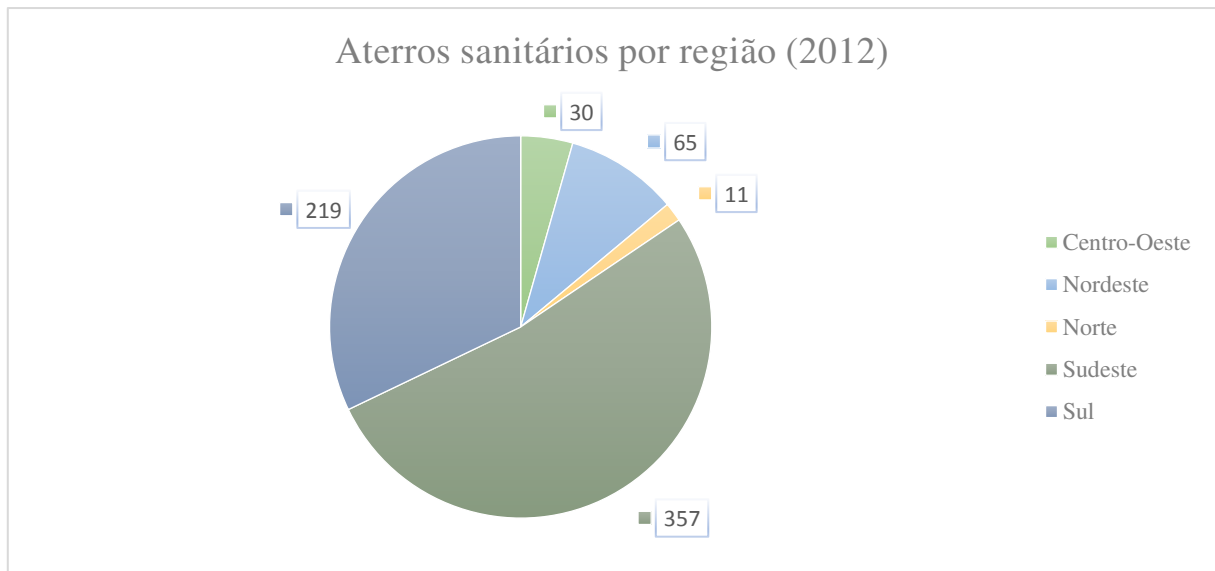
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 33- Quantidade de aterros sanitários por região em 2013



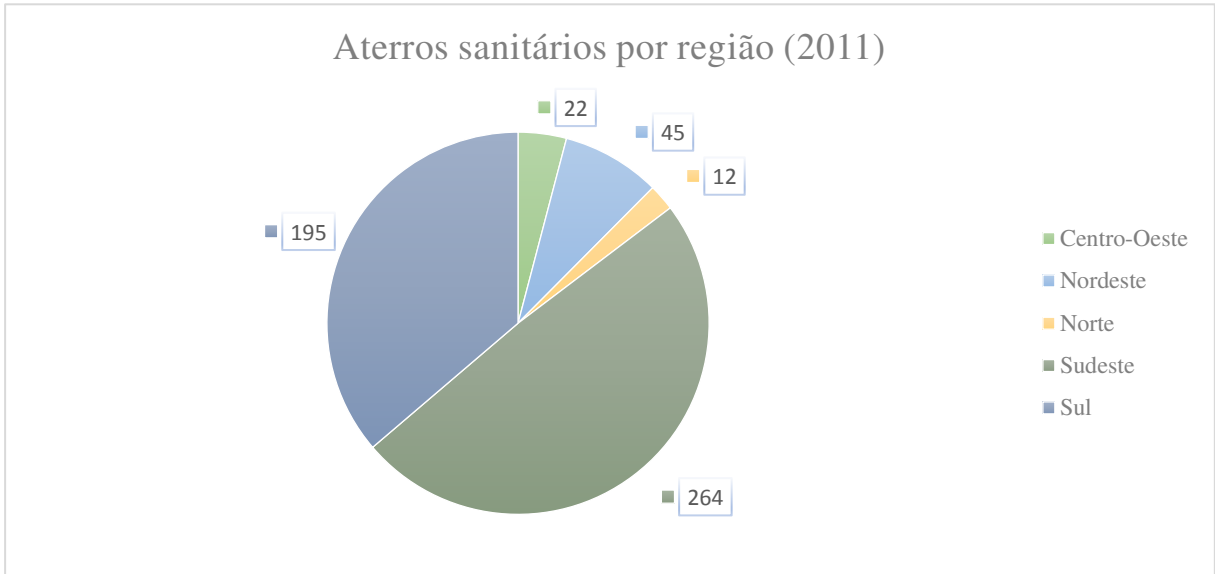
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 34- Quantidade de aterros sanitários por região em 2012



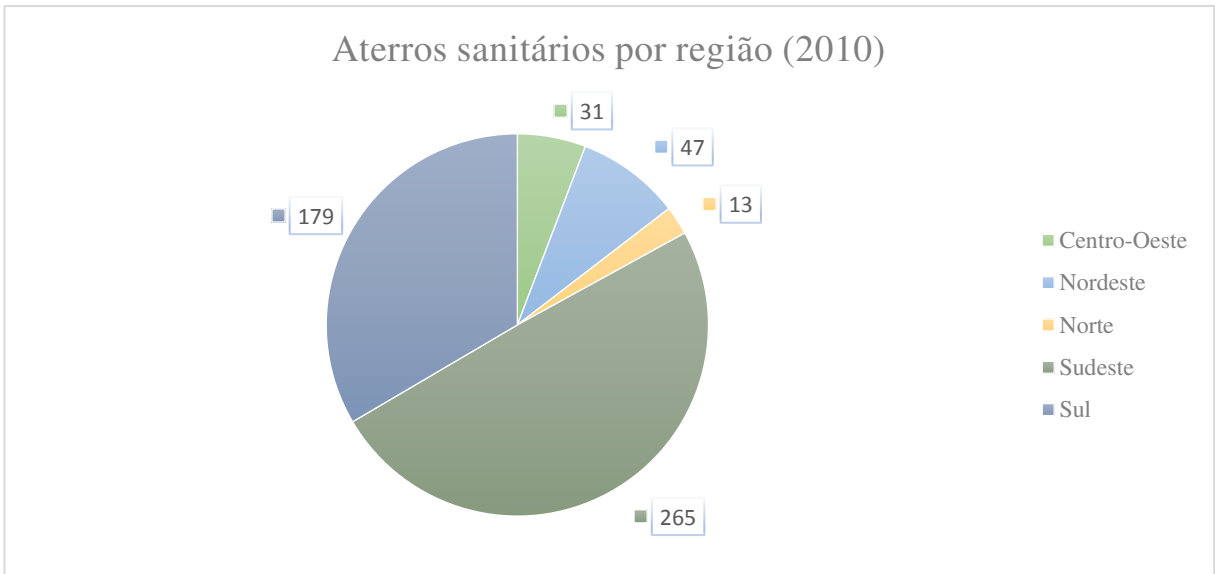
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 35- Quantidade de aterros sanitários por região em 2011



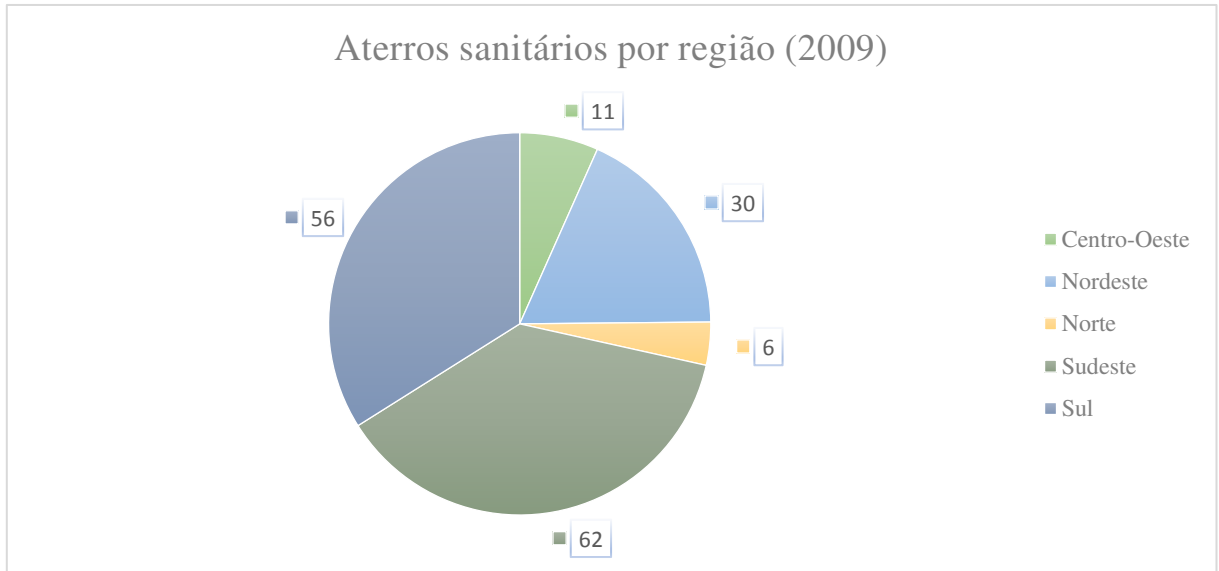
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 36- Quantidade de aterros sanitários por região em 2010



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

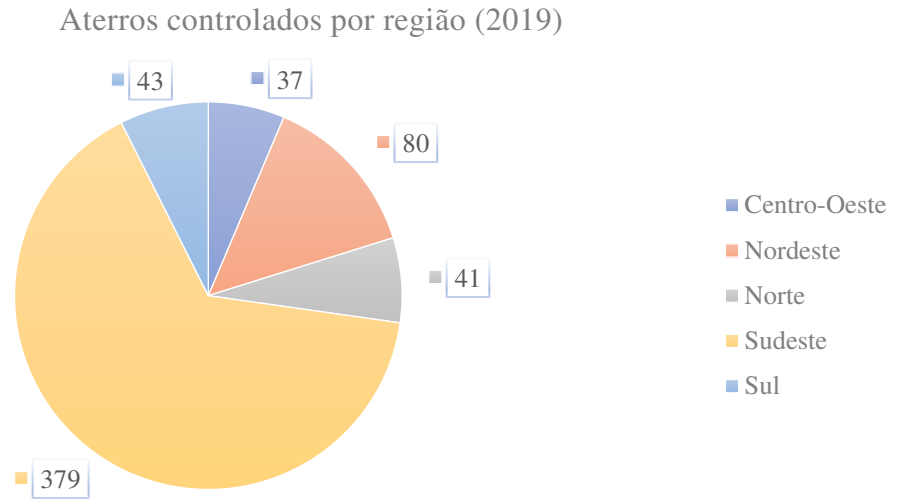
Gráfico 37- Quantidade de aterros sanitários por região em 2009



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

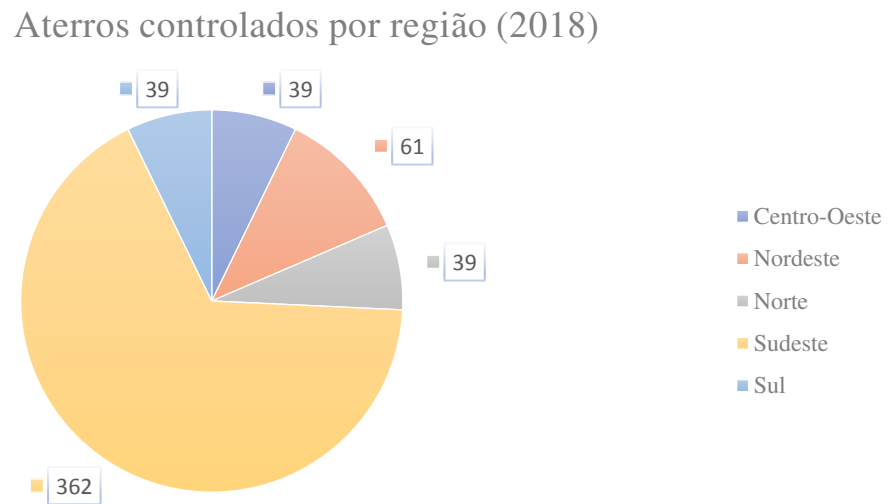
APÊNDICE B – QUANTIDADE DE ATERROS CONTROLADOS POR REGIÃO/ANO

Gráfico 38- Quantidade de aterros controlados por região em 2019



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

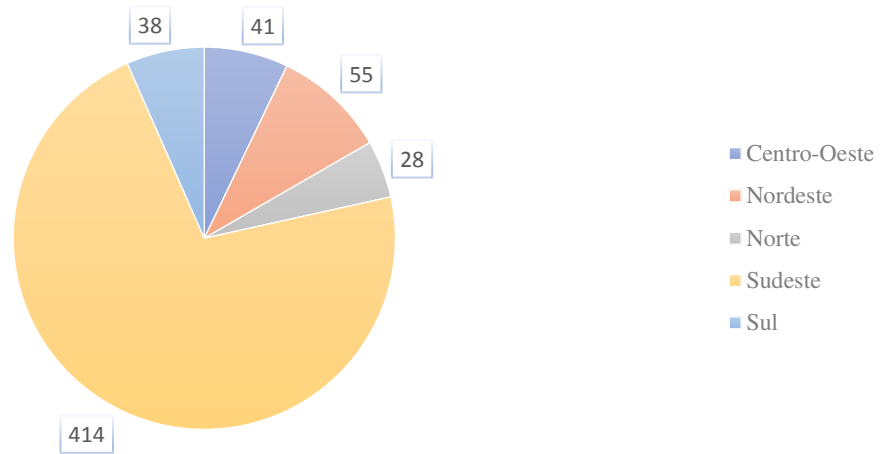
Gráfico 39- Quantidade de aterros controlados por região em 2018



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 40- Quantidade de aterros controlados por região em 2017

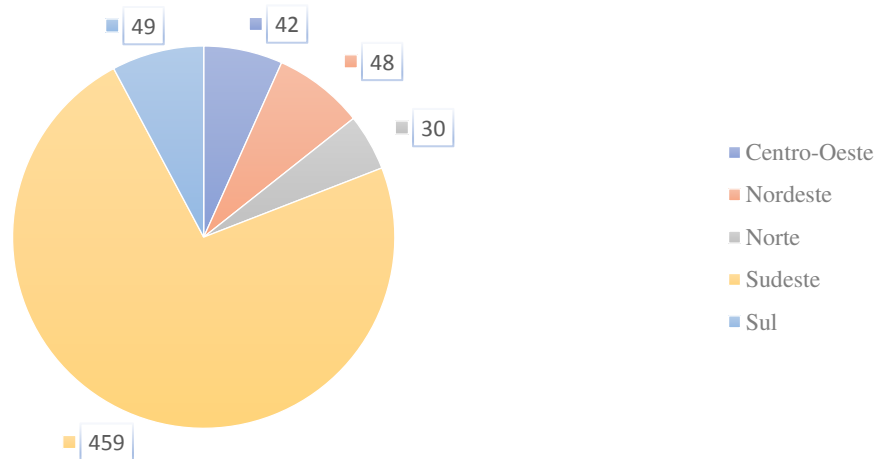
Aterros controlados por região (2017)



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 41- Quantidade de aterros controlados por região em 2016

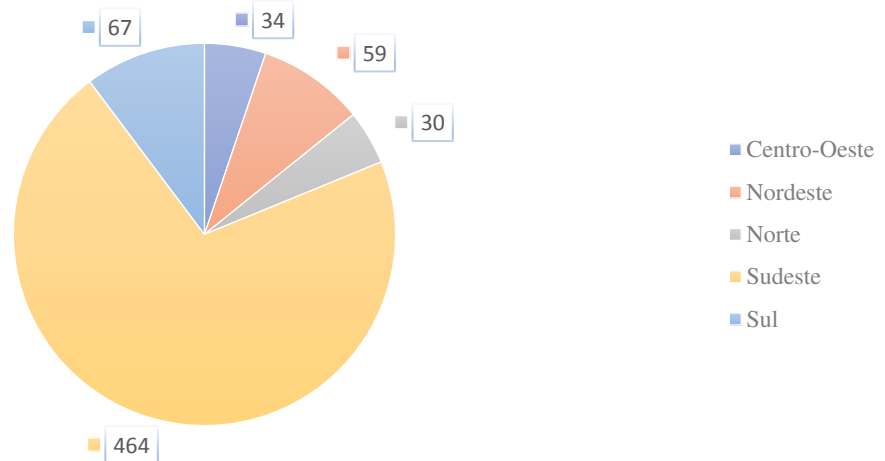
Aterros controlados por região (2016)



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 42- Quantidade de aterros controlados por região em 2015

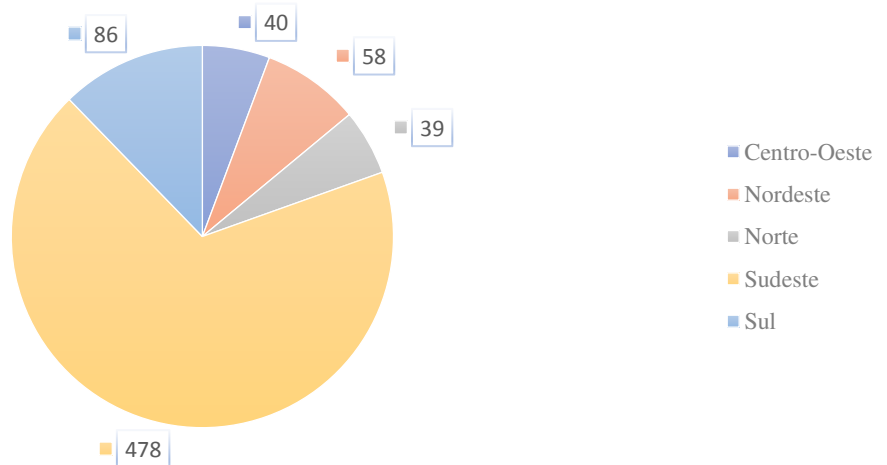
Aterros controlados por região (2015)



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 43- Quantidade de aterros controlados por região em 2014

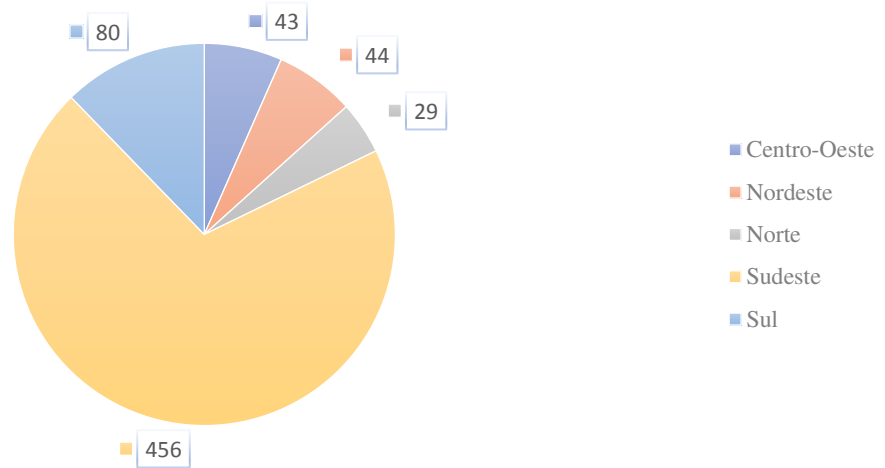
Aterros controlados por região (2014)



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 44- Quantidade de aterros controlados por região em 2013

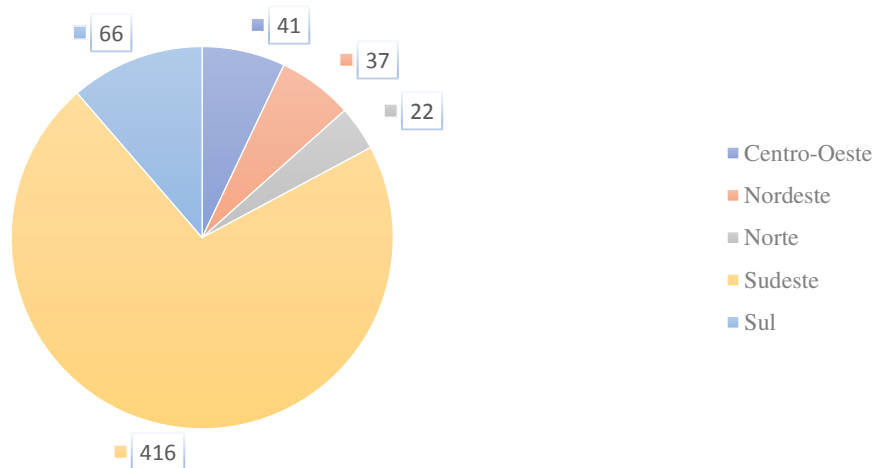
Aterros controlados por região (2013)



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

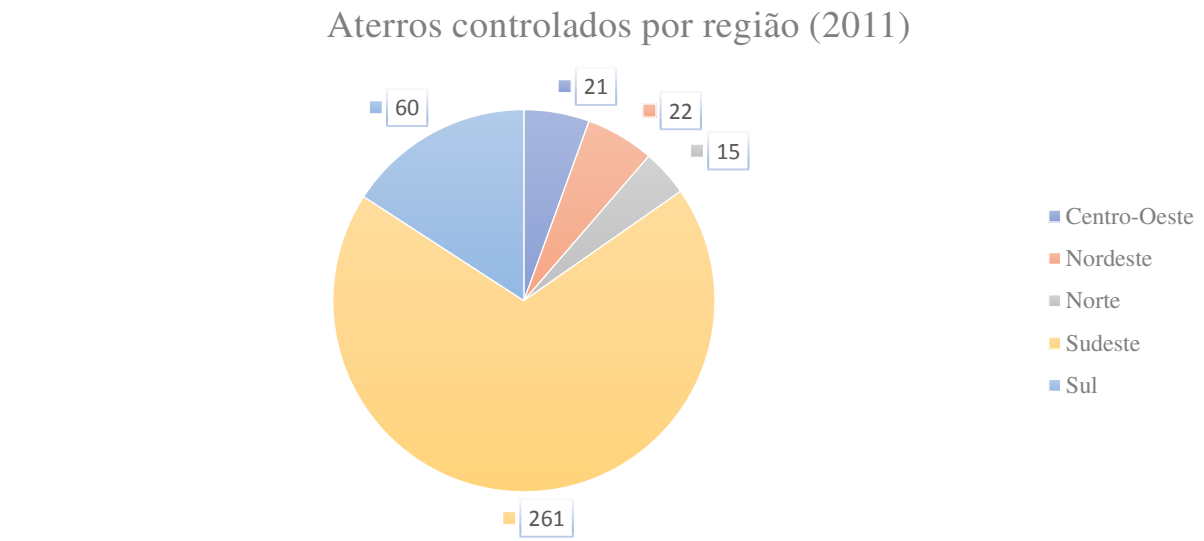
Gráfico 45- Quantidade de aterros controlados por região em 2012

Aterros controlados por região (2012)



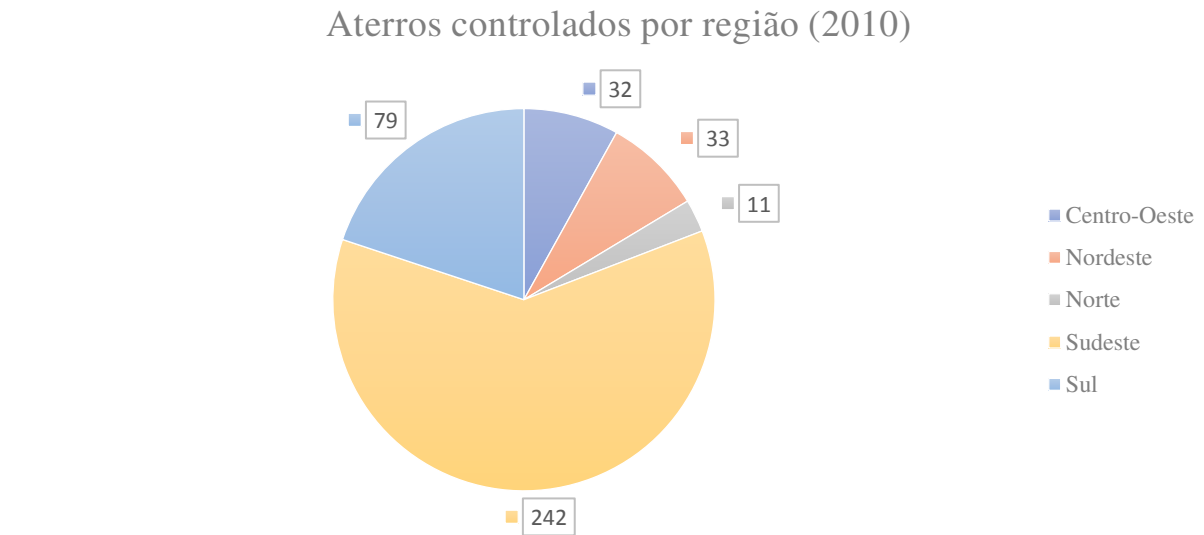
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 46- Quantidade de aterros controlados por região em 2011



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

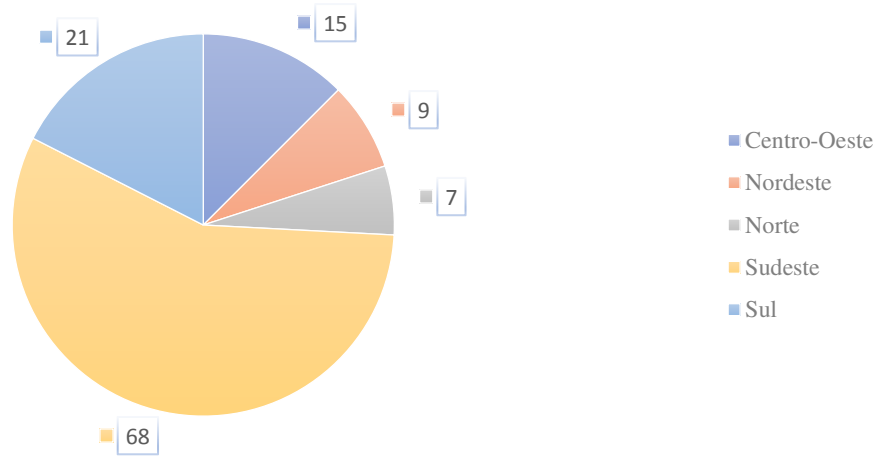
Gráfico 47- Quantidade de aterros controlados por região em 2010



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 48- Quantidade de aterros controlados por região em 2009

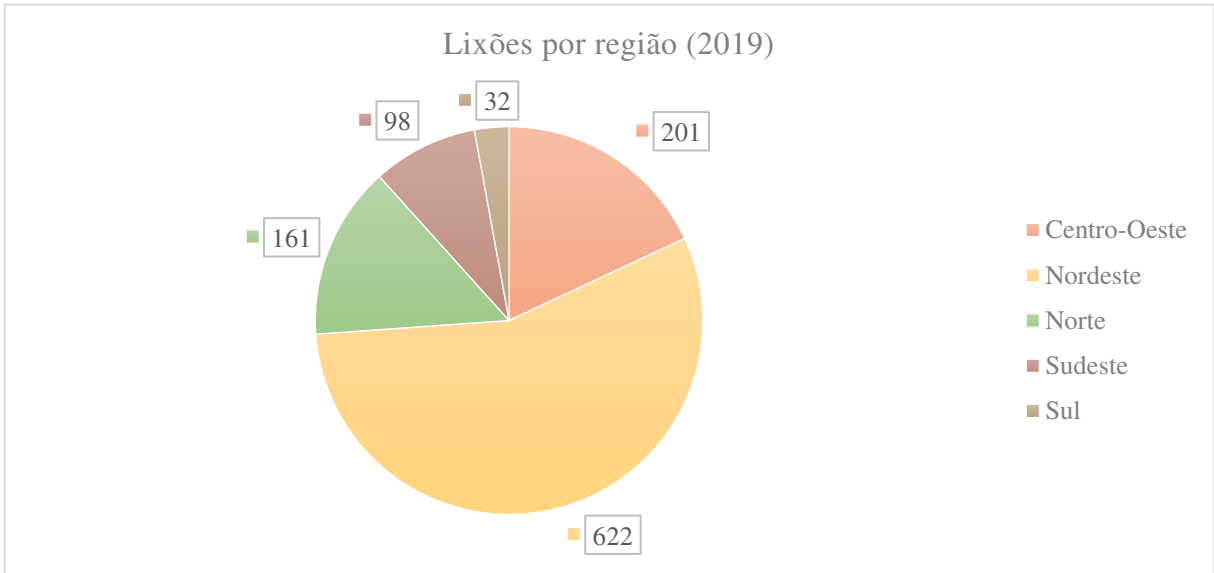
Aterros controlados por região (2009)



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

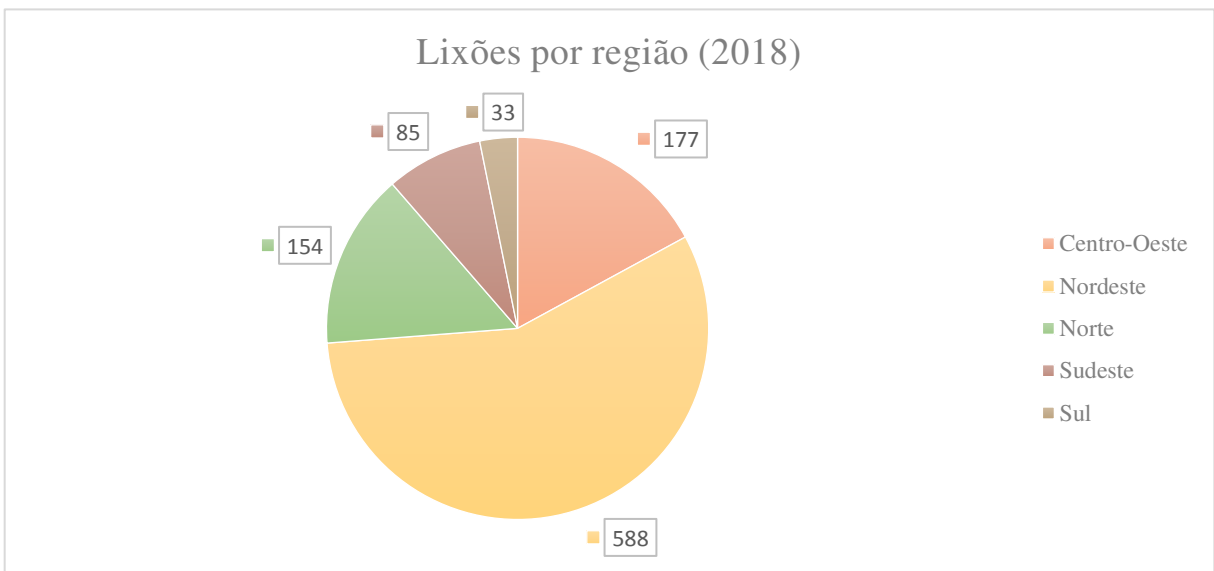
APÊNDICE C – QUANTIDADE DE LIXÕES POR REGIÃO/ANO

Gráfico 49- Quantidade de lixões por região em 2019



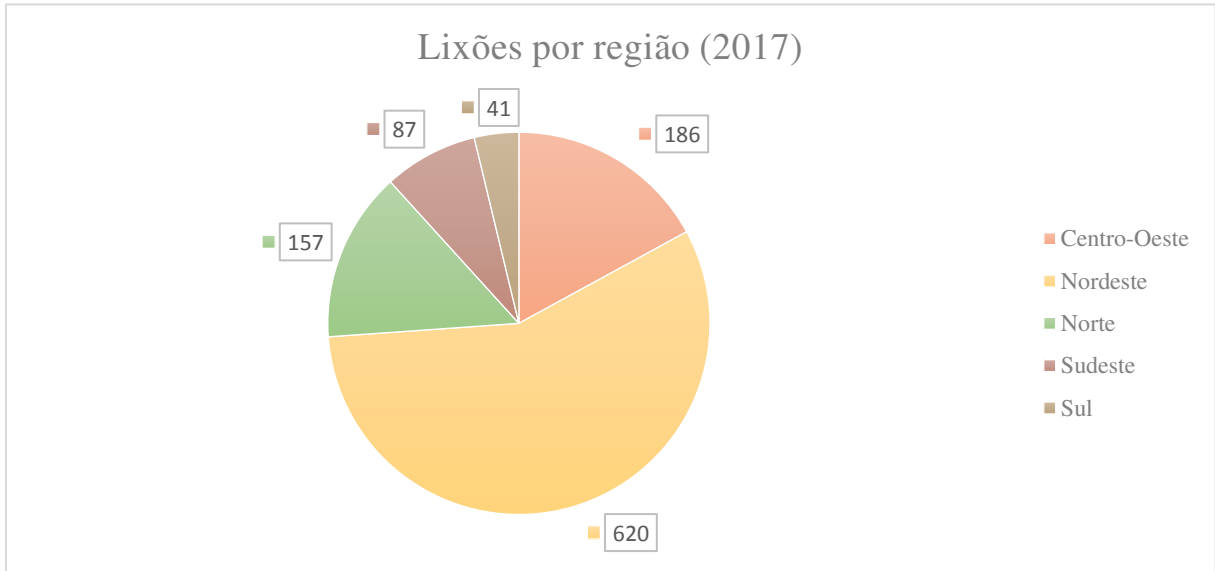
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 50- Quantidade de lixões por região em 2018



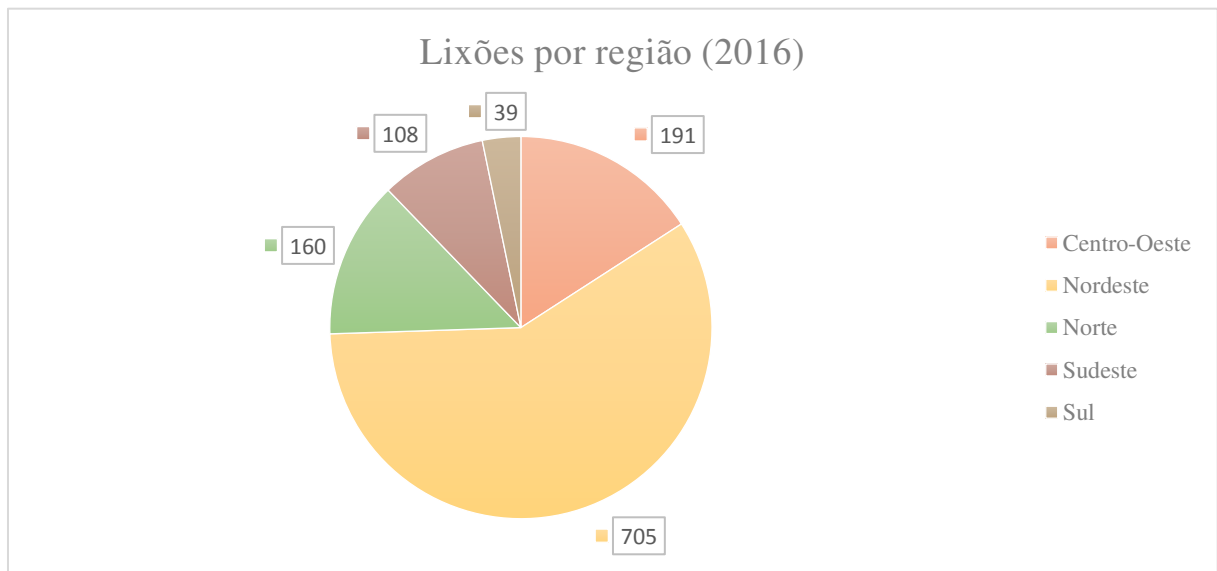
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 51- Quantidade de lixões por região em 2017



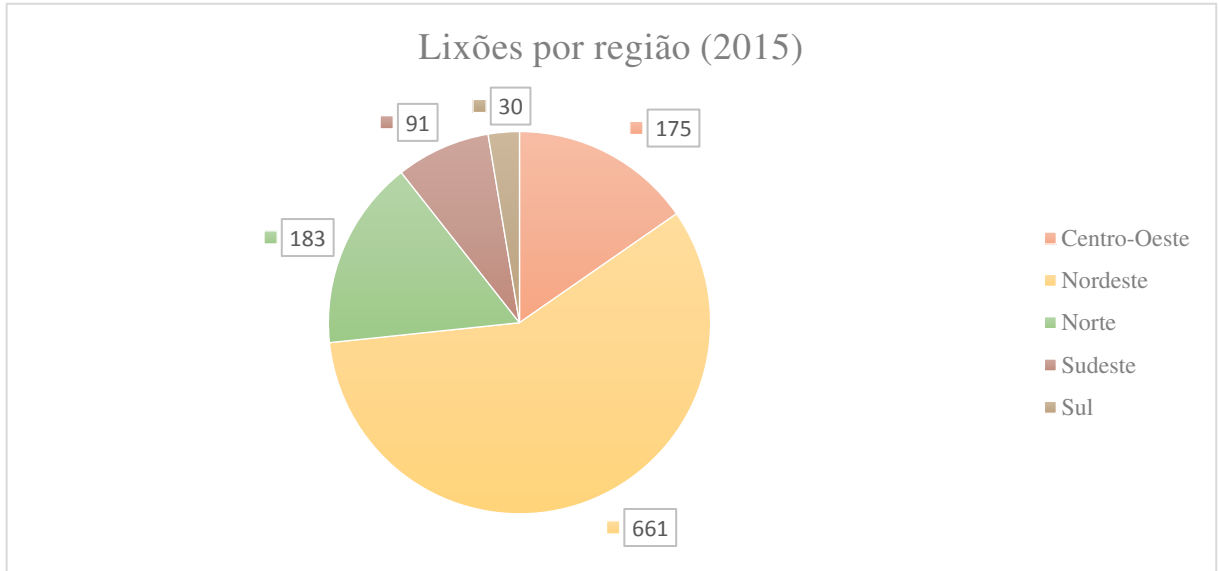
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 52- Quantidade de lixões por região em 2016



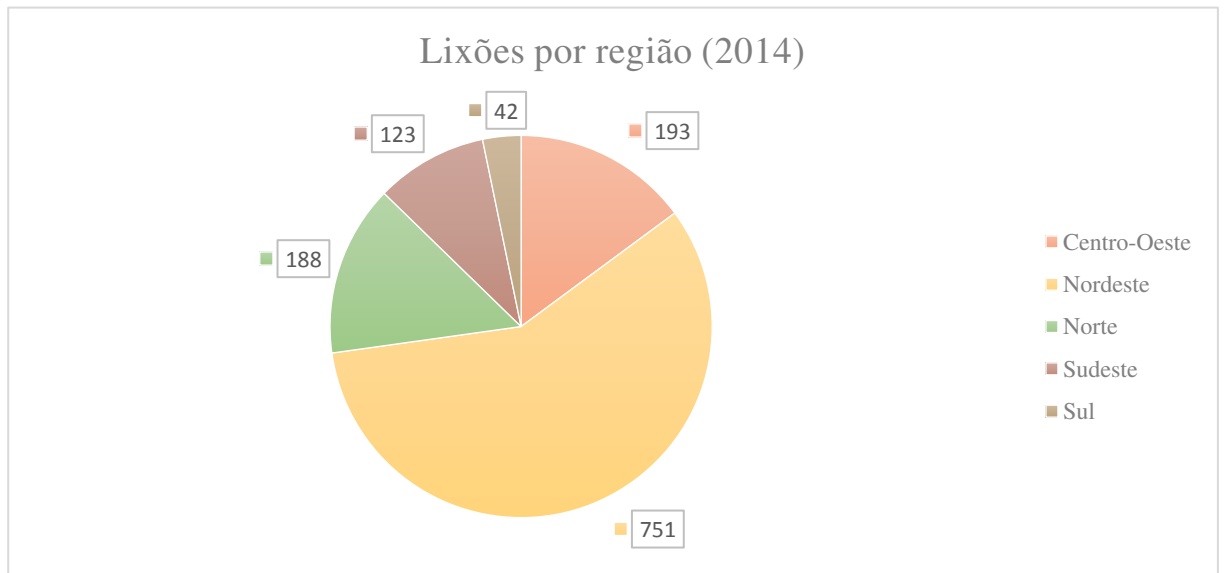
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 53- Quantidade de lixões por região em 2015



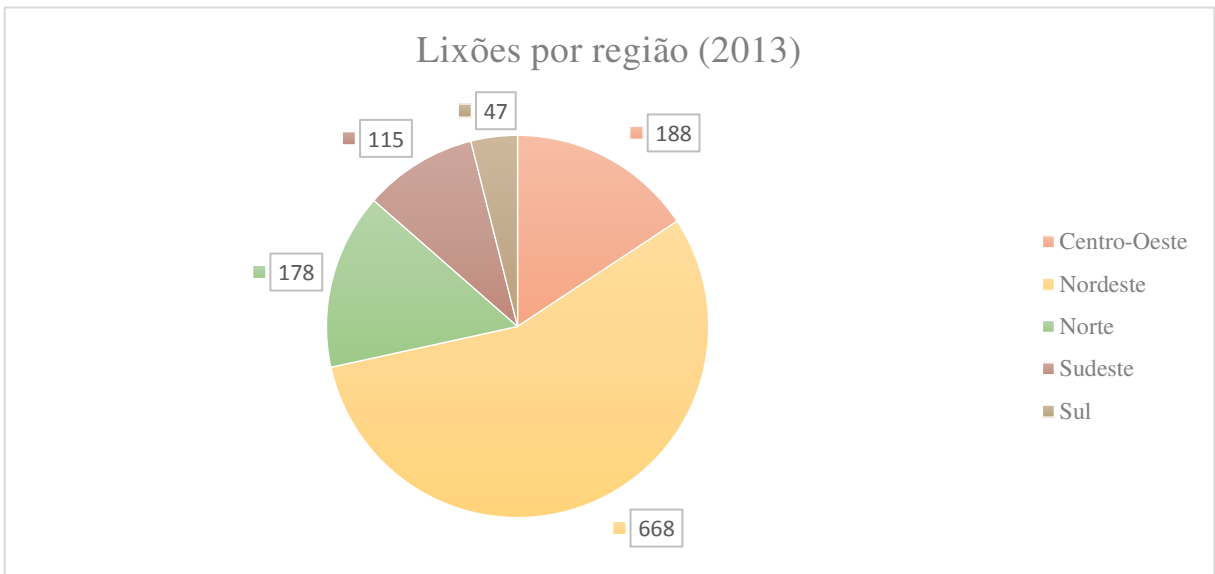
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 54- Quantidade de lixões por região em 2014



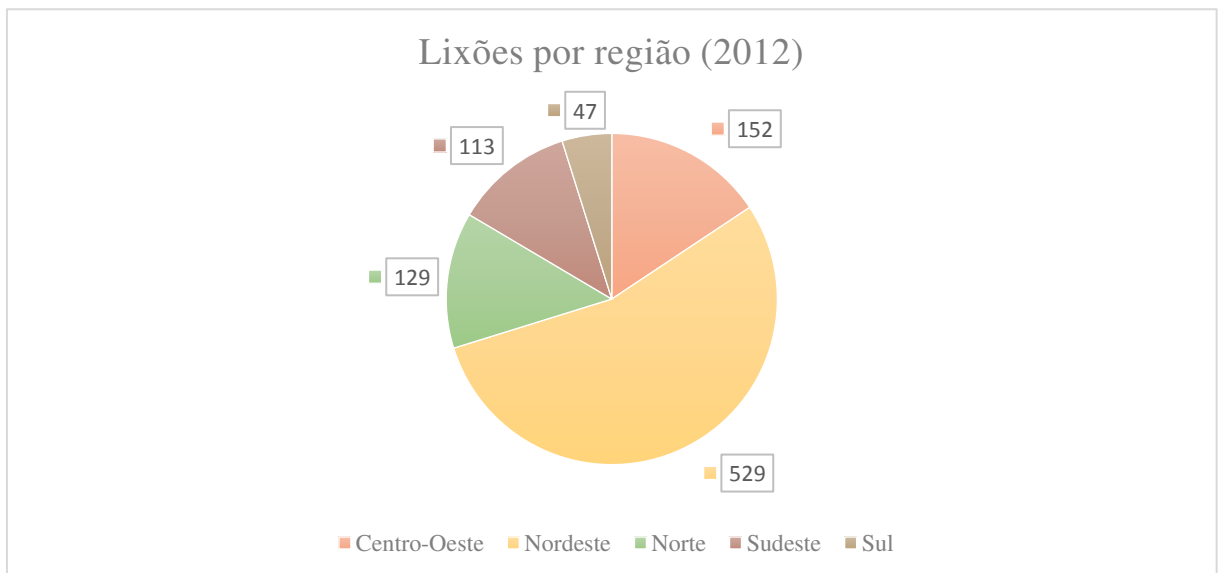
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 55- Quantidade de lixões por região em 2013



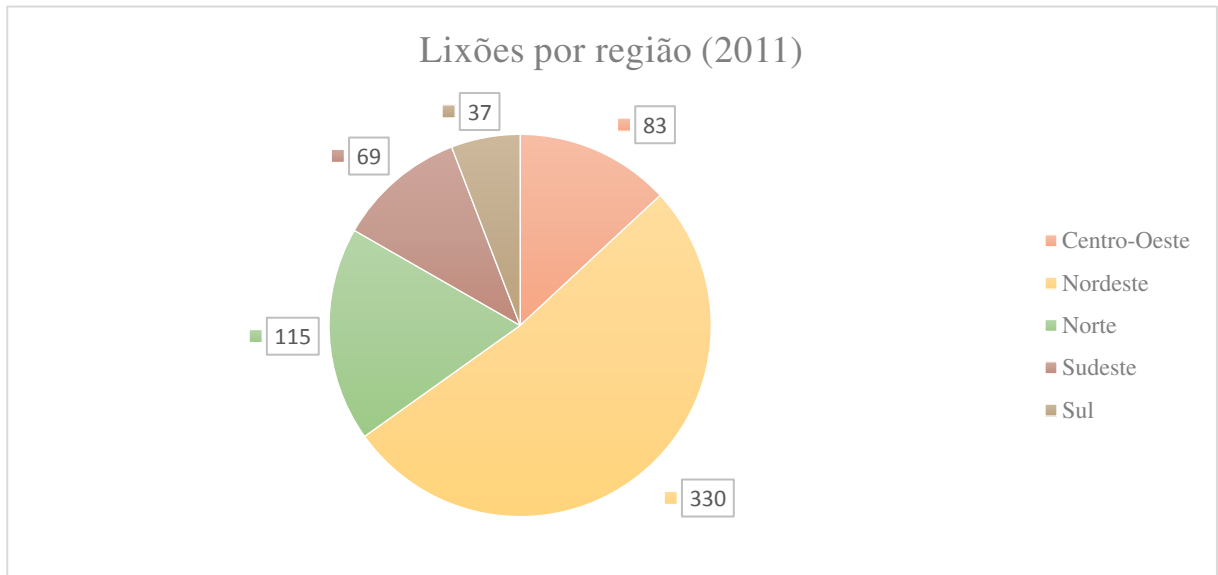
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 56- Quantidade de lixões por região em 2012



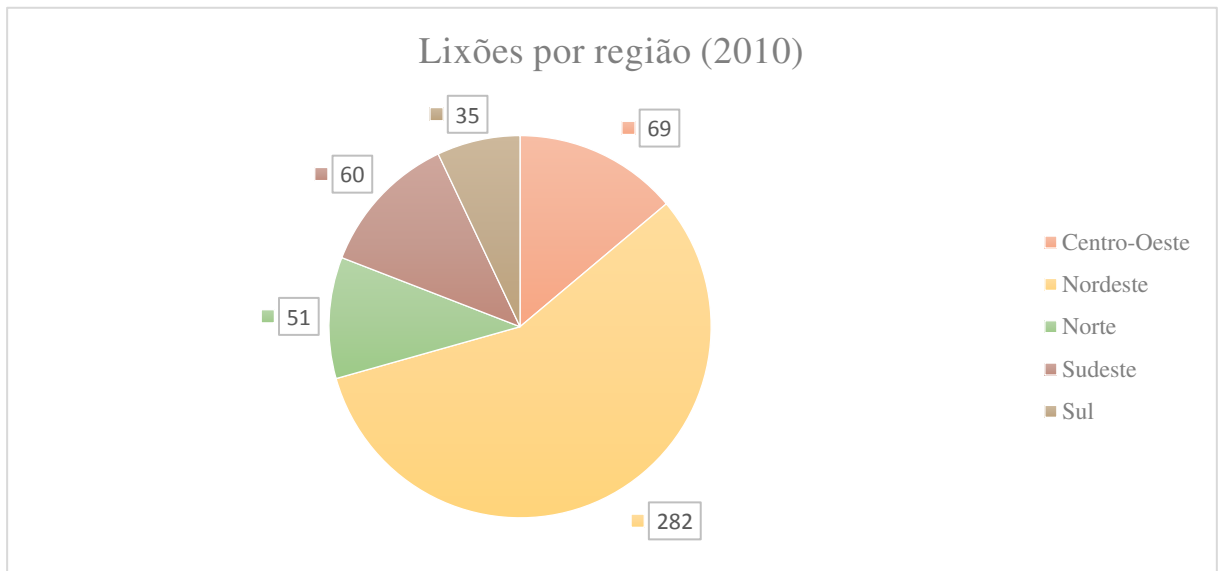
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 57- Quantidade de lixões por região em 2011



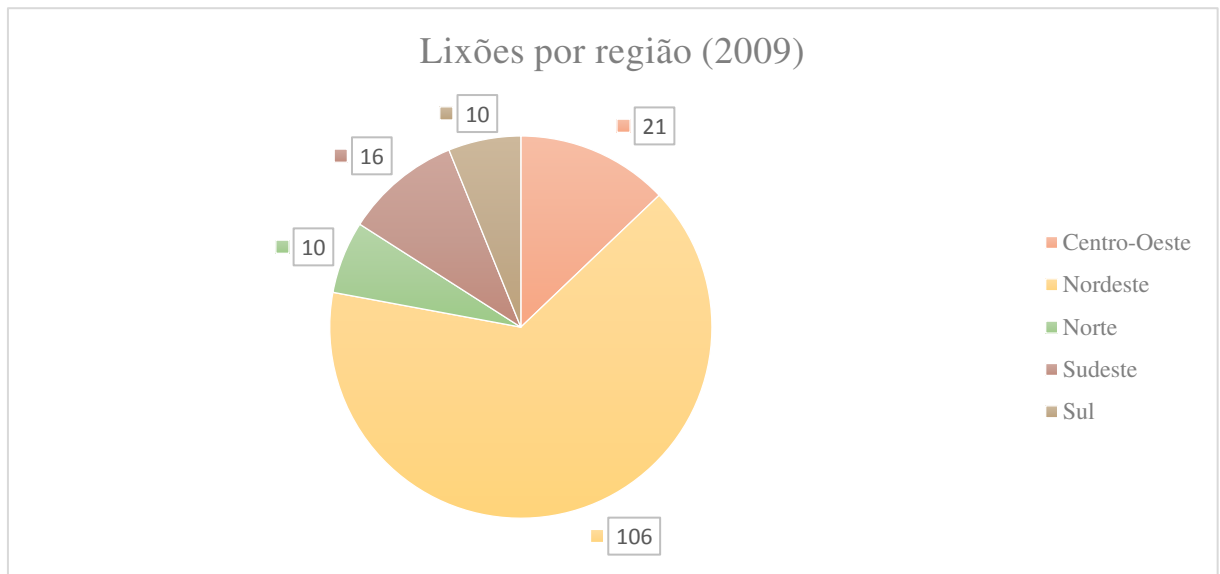
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 58- Quantidade de lixões por região em 2010



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

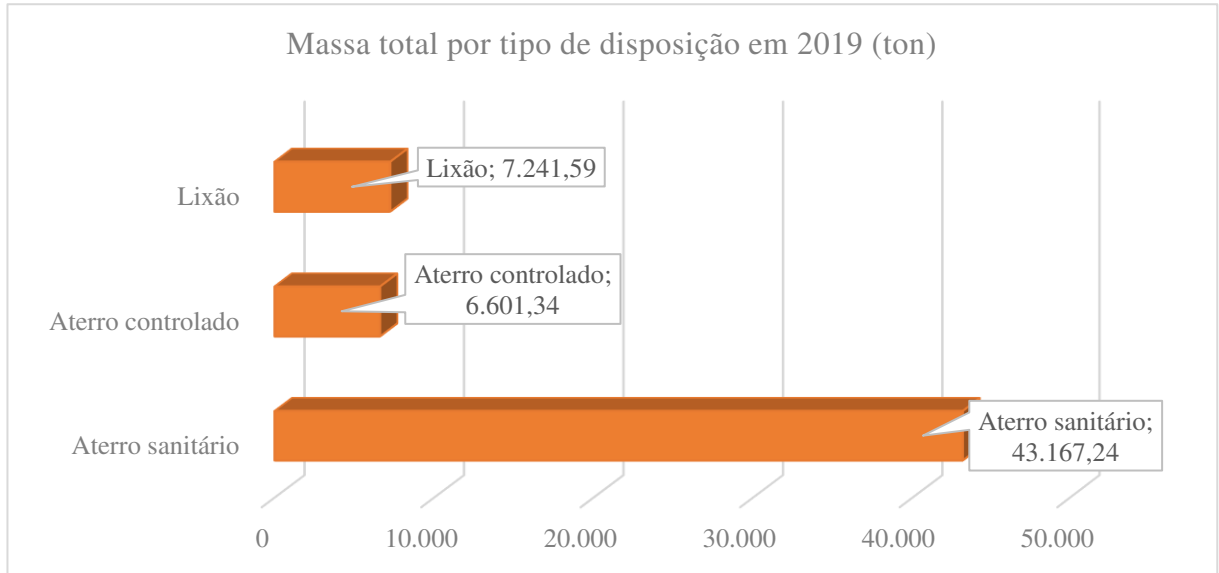
Gráfico 59- Quantidade de lixões por região em 2009



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

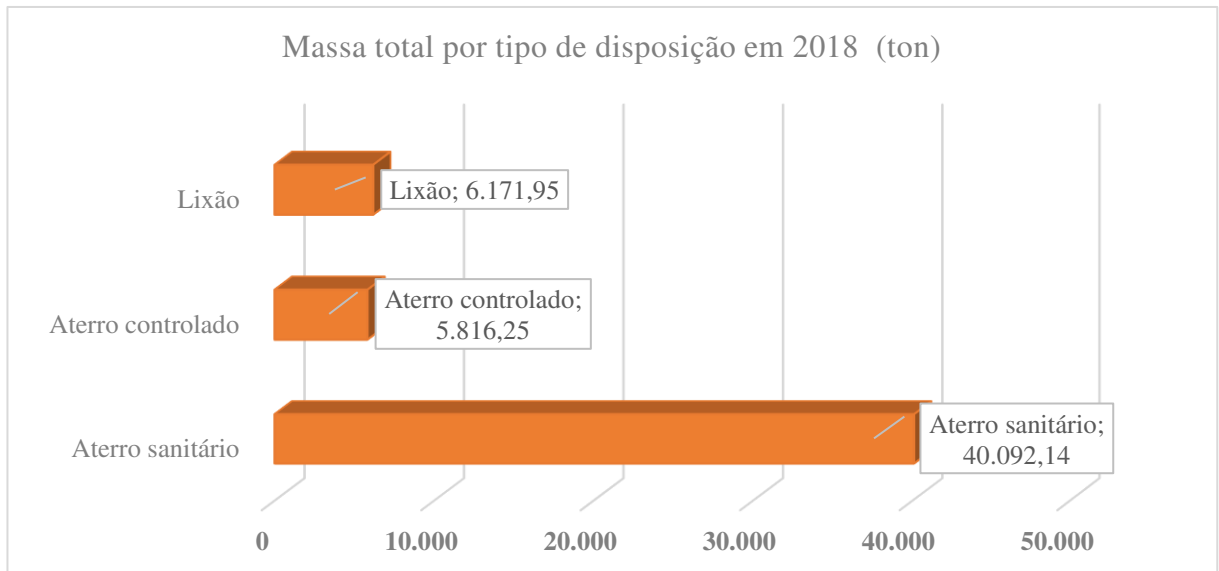
**APÊNDICE D – MASSA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS ARMazenADA POR
FORMA DE DISPOSIÇÃO/ ANO NO BRASIL**

Gráfico 60- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2019



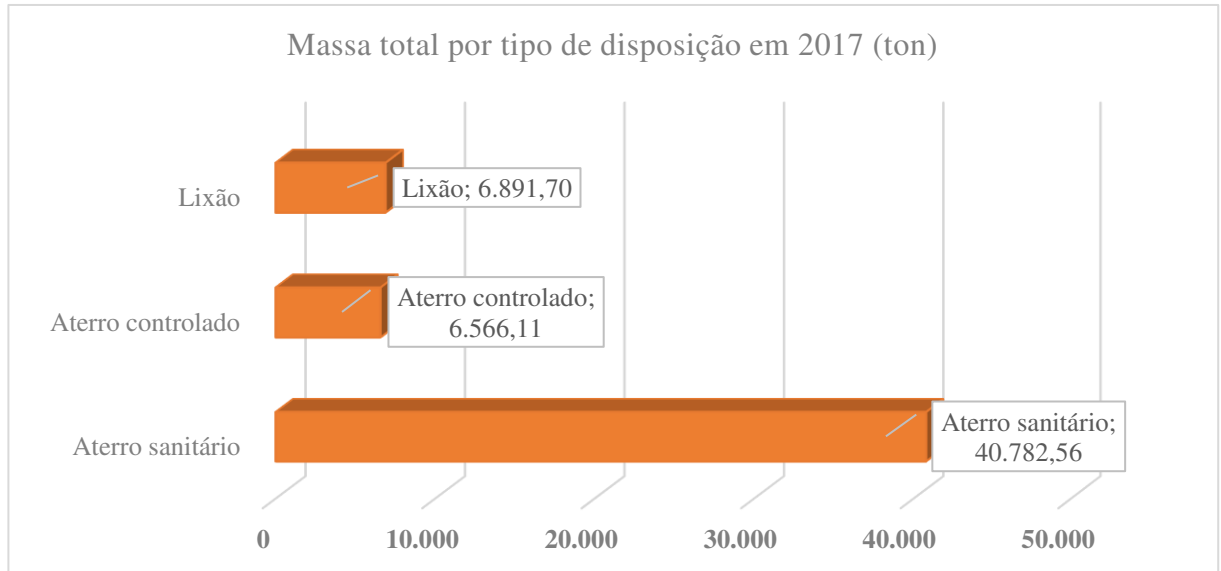
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 61- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2018



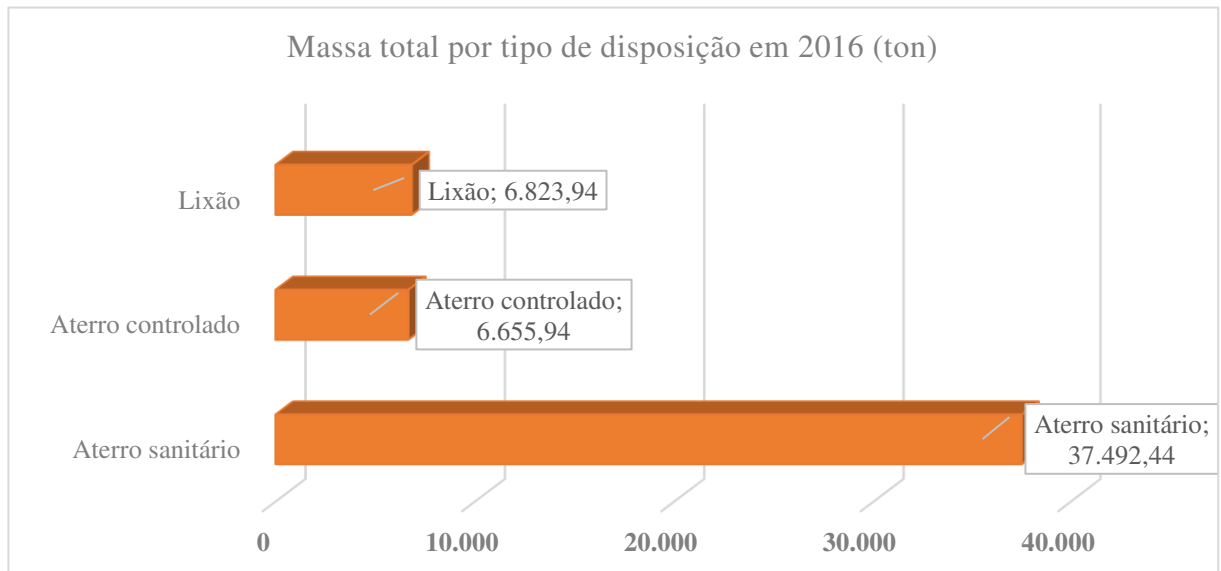
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 62- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2017



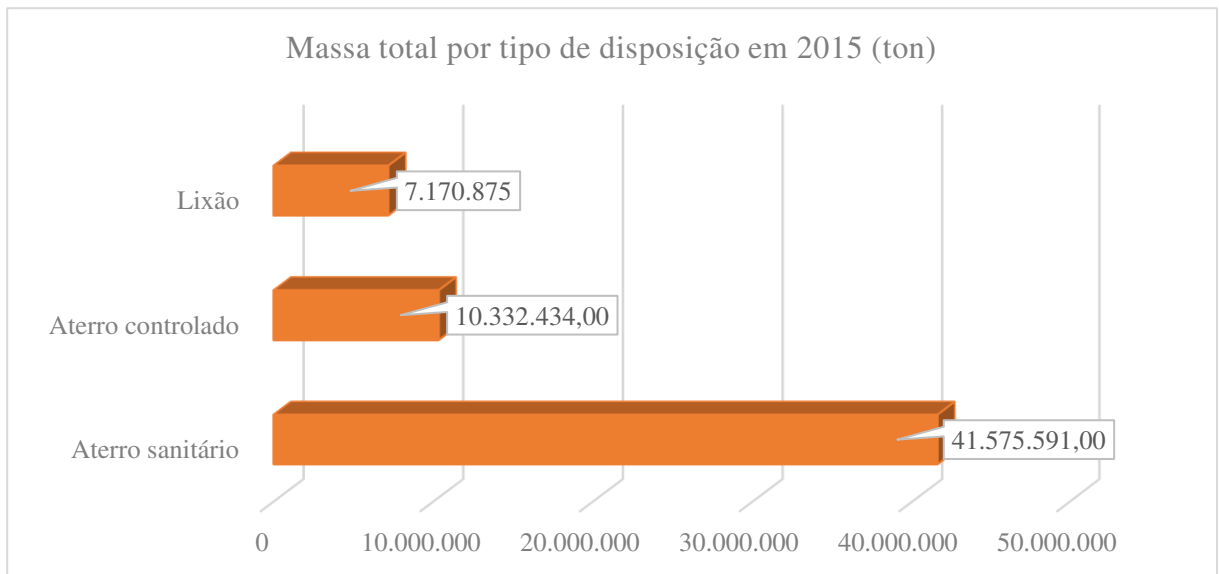
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 63- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2016



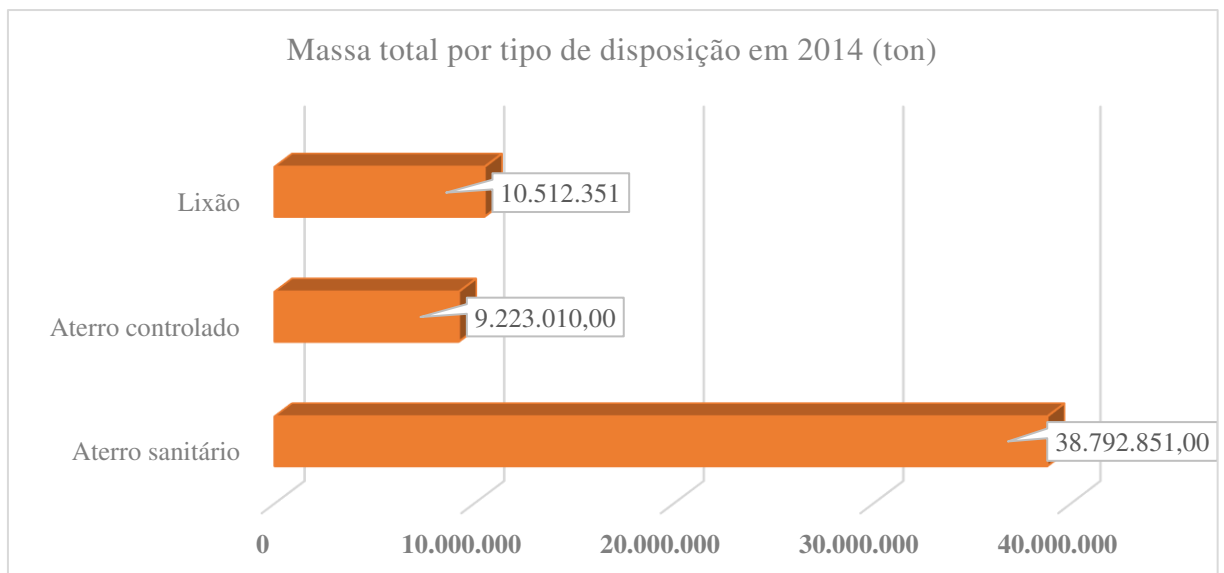
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 64- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2015



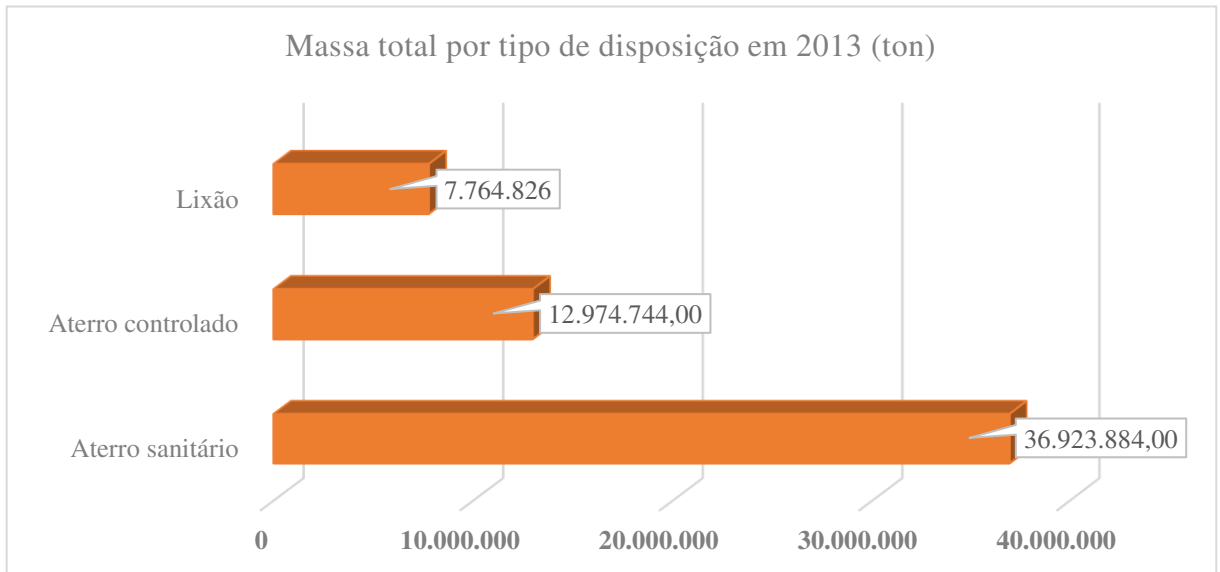
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 65- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2014



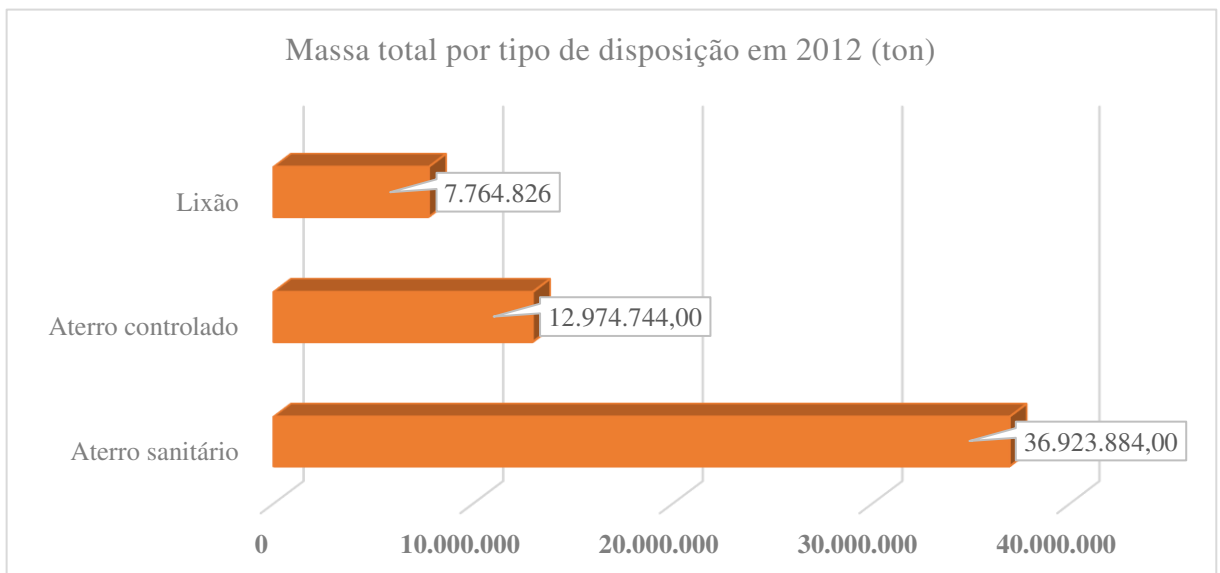
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 66- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2013



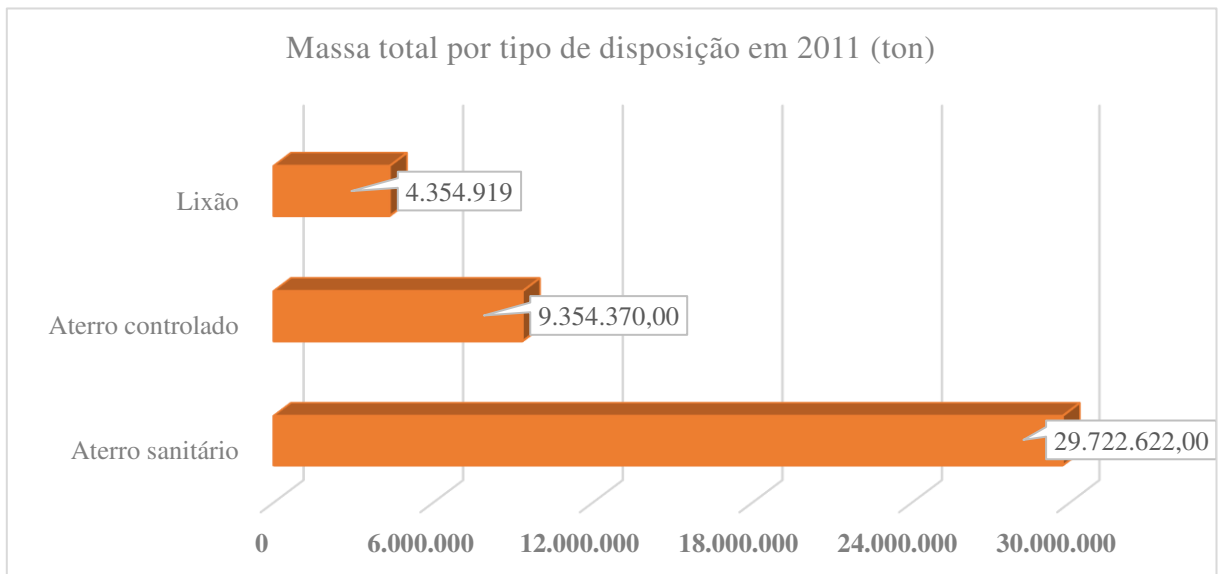
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 67- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2012



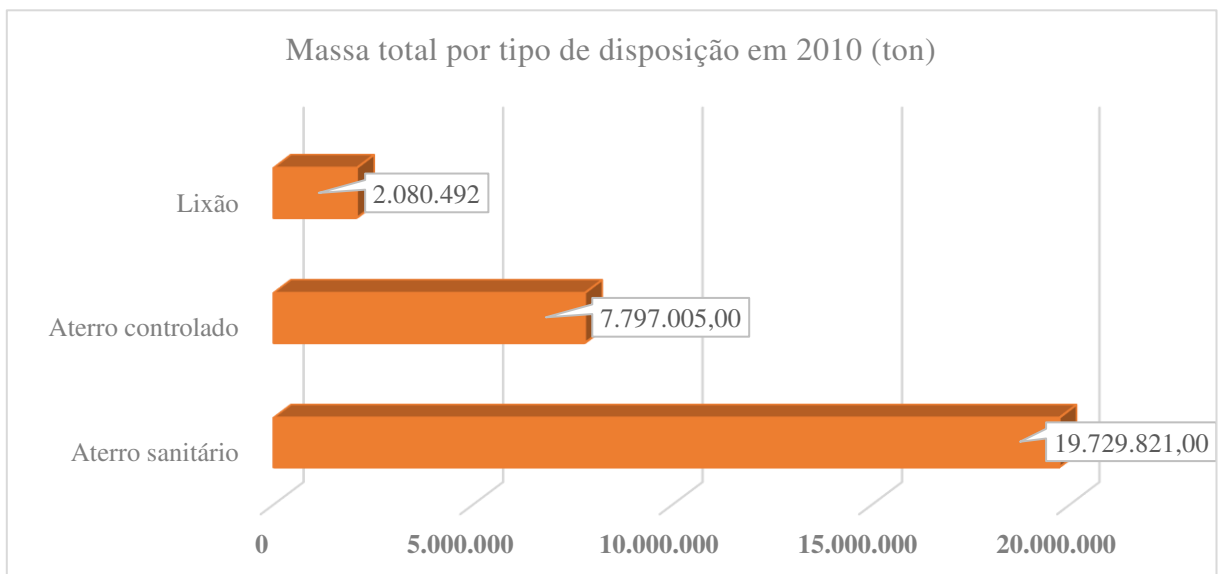
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 68- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2011



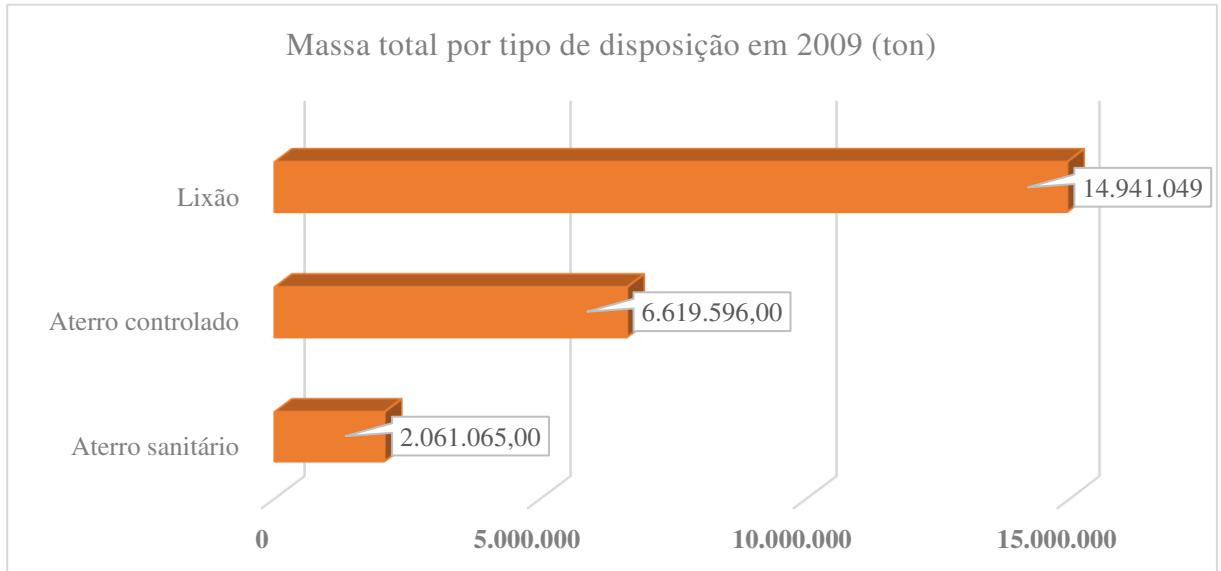
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 69- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2010



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

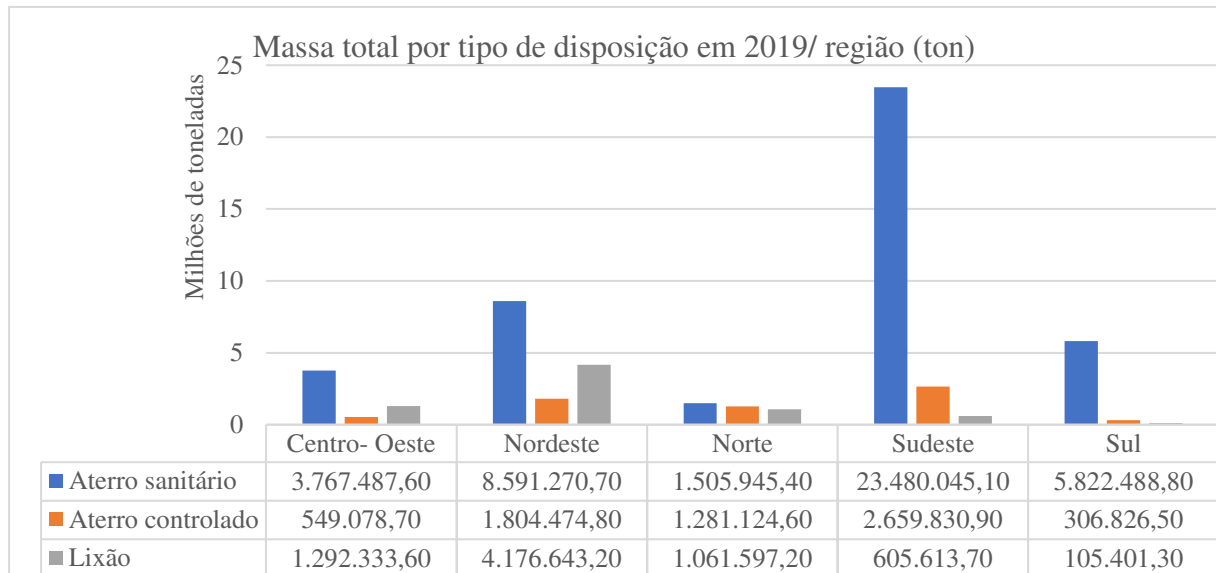
Gráfico 70- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2009



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

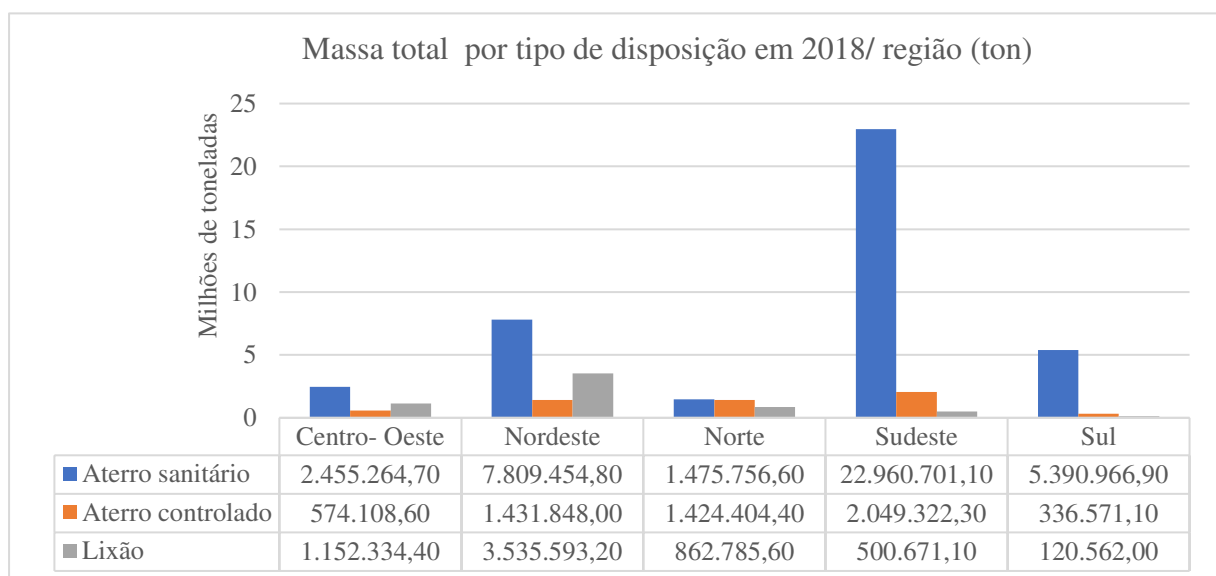
**APÊNDICE E – MASSA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS ARMAZENADA POR
FORMA DE DISPOSIÇÃO/ANO POR REGIÃO**

Gráfico 71- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2019 por região



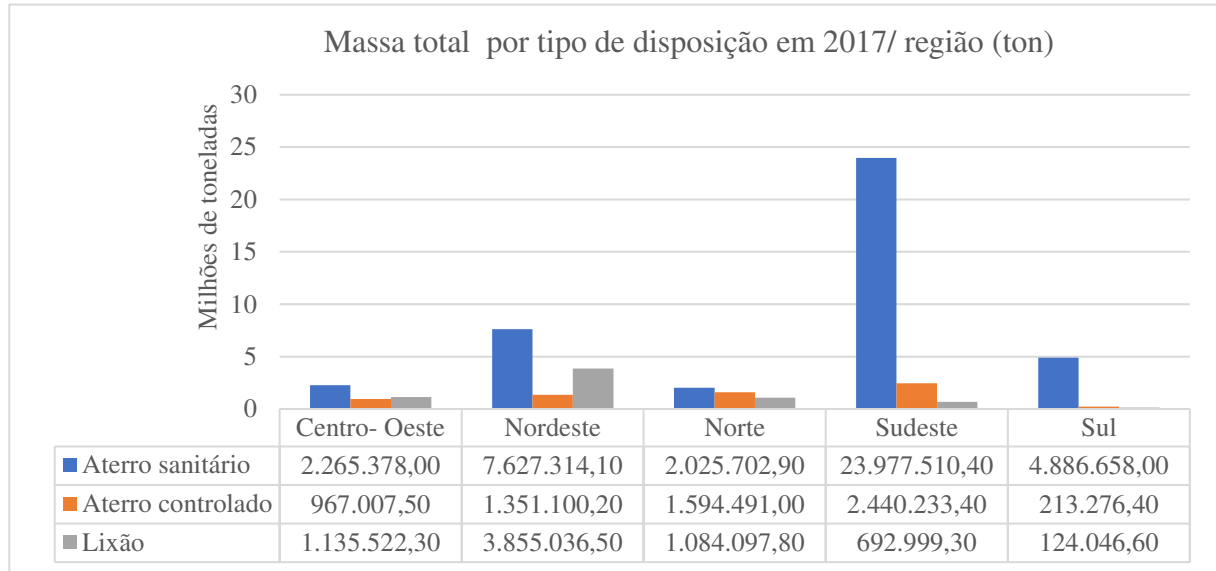
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 72- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2018 por região



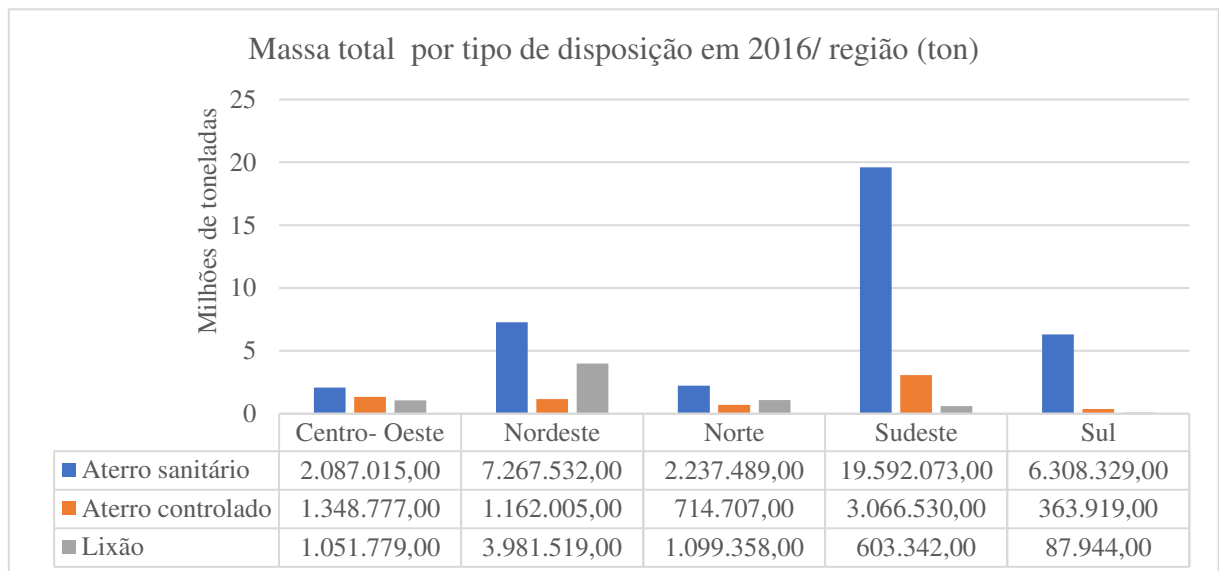
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 73- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2017 por região



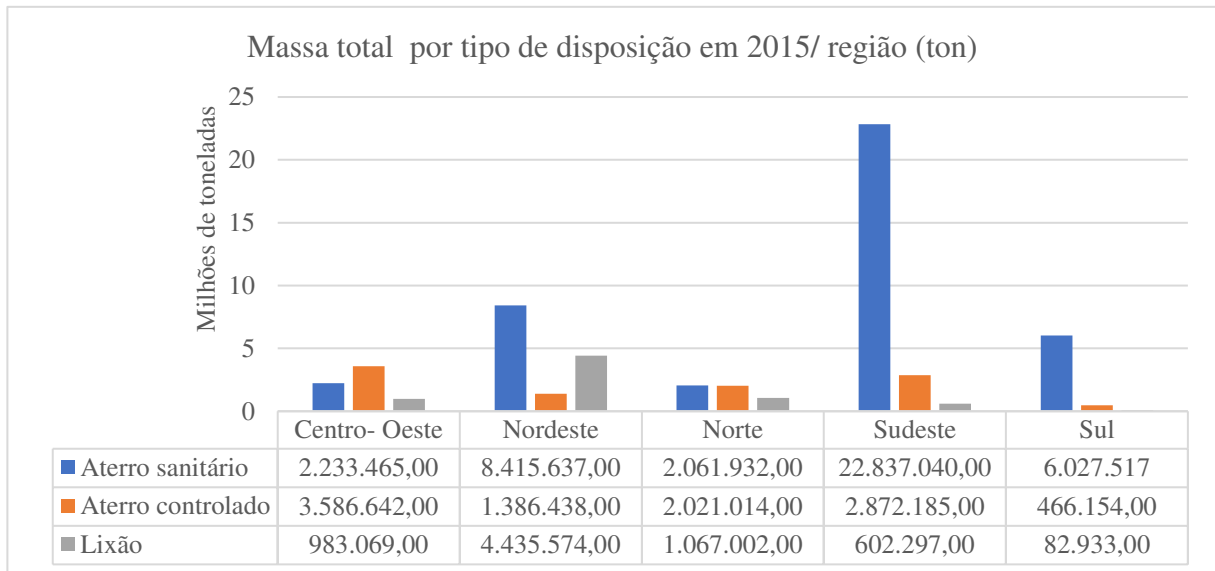
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 74- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2016 por região



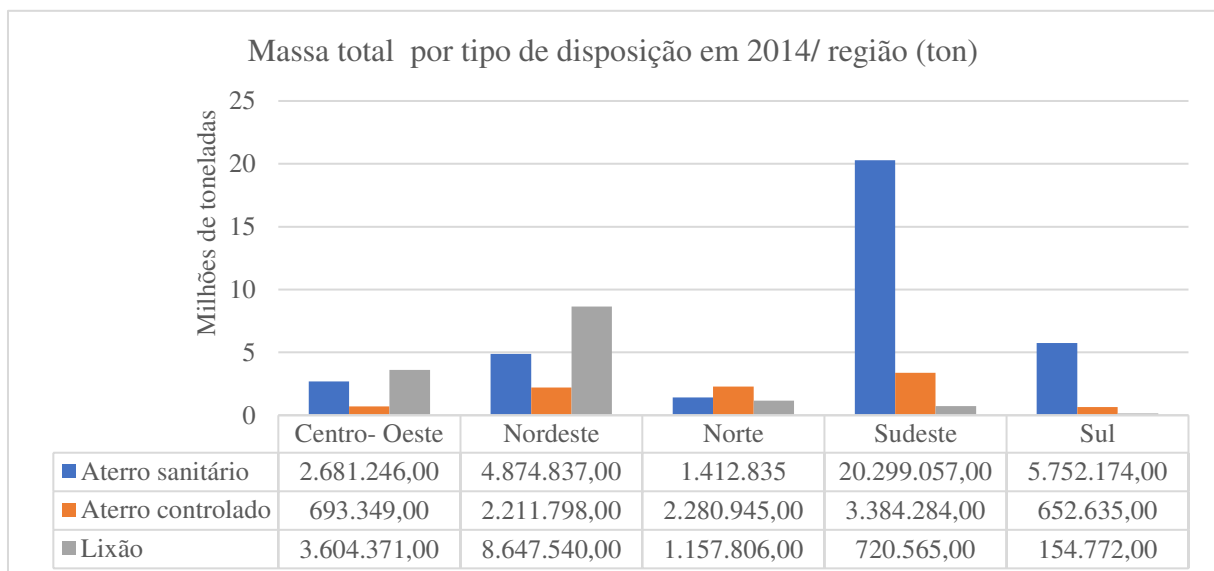
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 75- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2015 por região



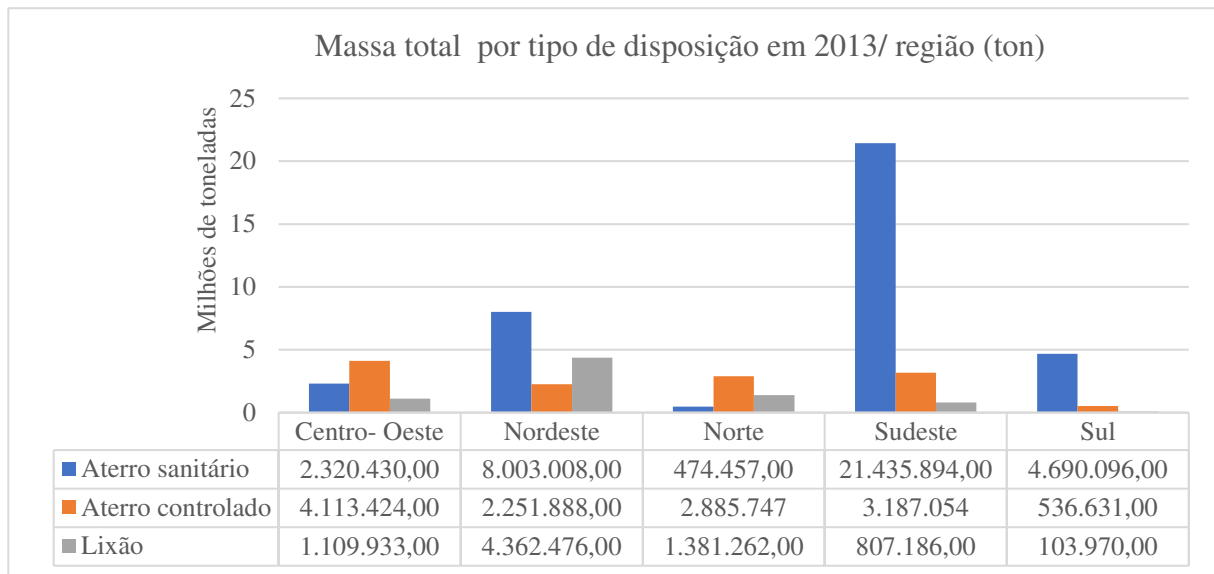
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 76- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2014 por região



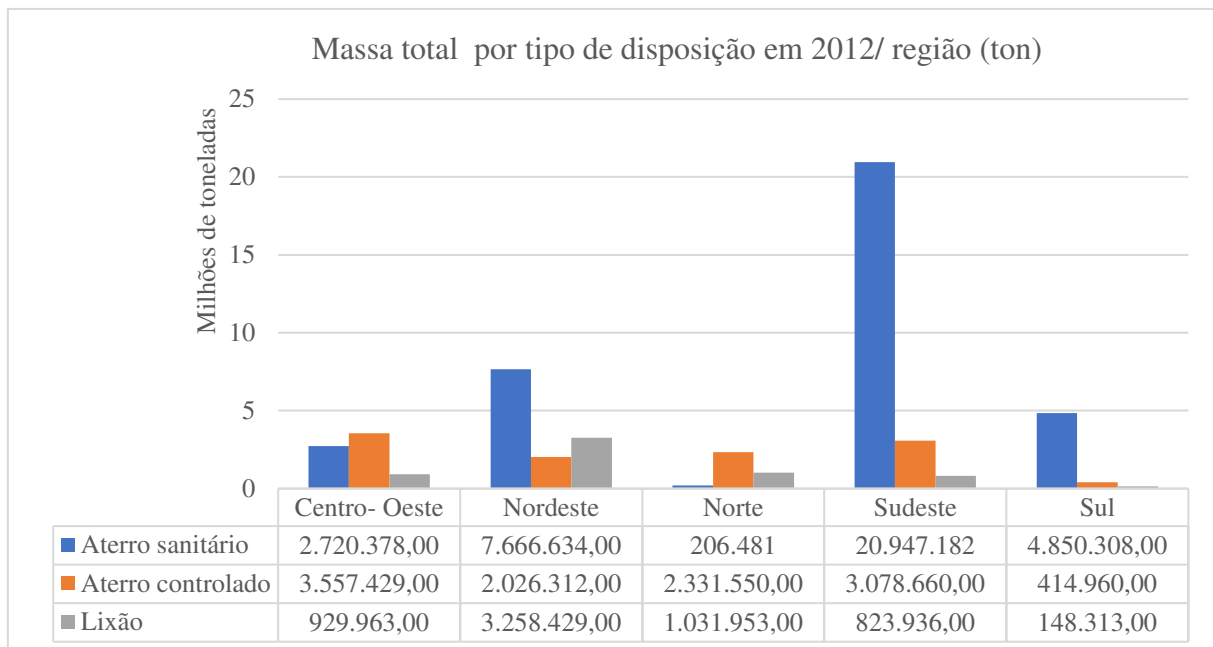
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 77- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2013 por região



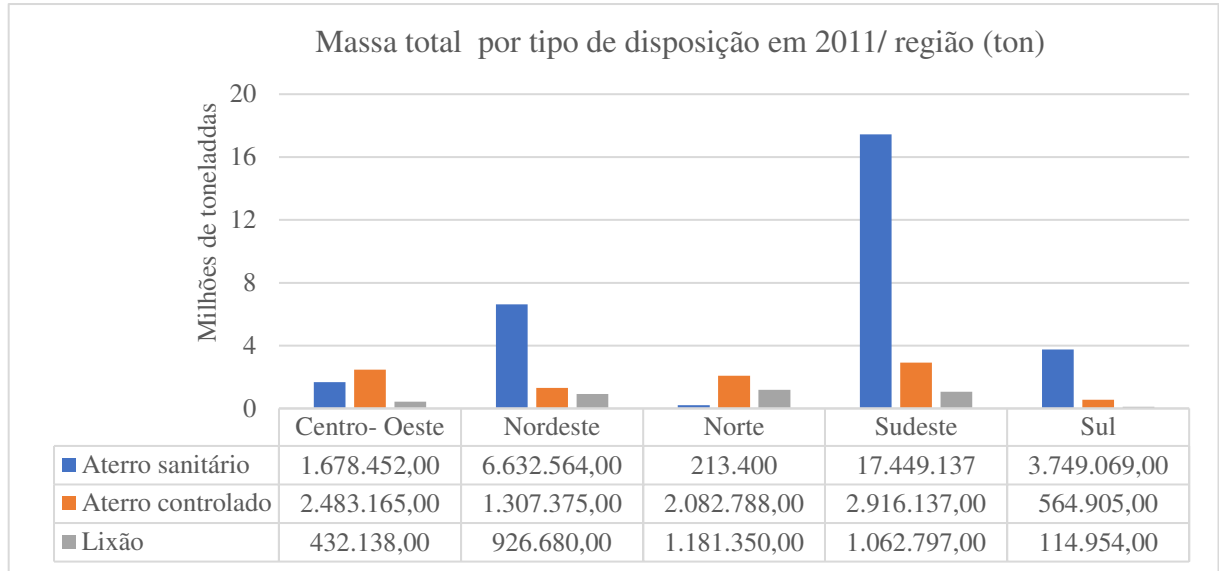
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 78- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2012 por região



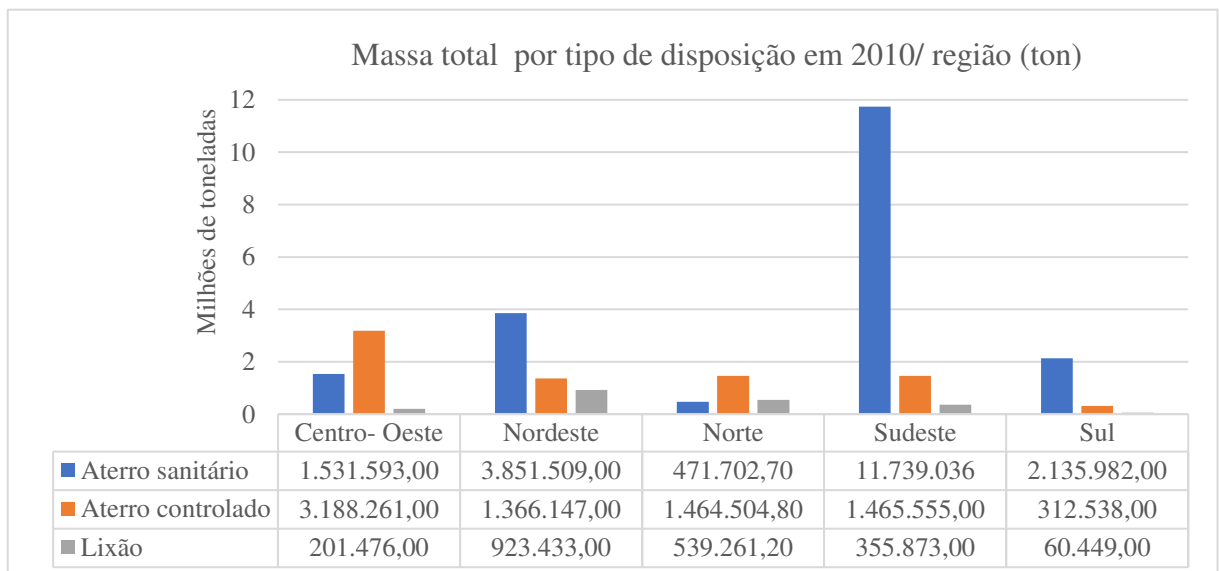
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 79- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2011 por região



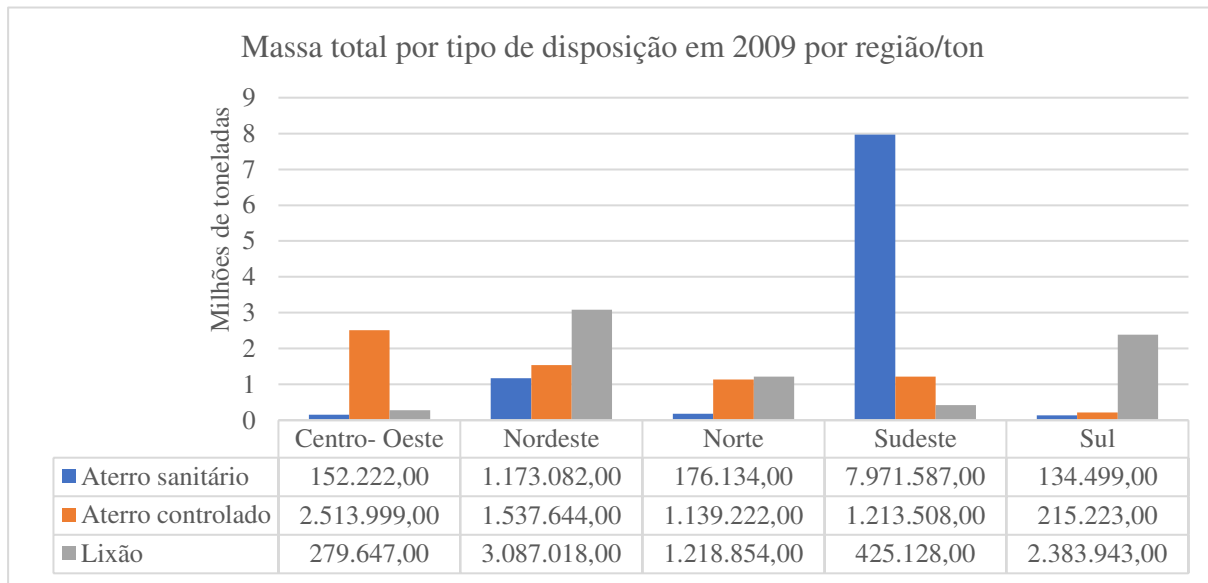
Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 80- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2010 por região



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.

Gráfico 81- Massa total de RSU armazenada por forma de disposição em 2009 por região



Fonte: Elaborado pela autora (2021) a partir de dados coletados no SNIS.