UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

MARCELLA MÉDICE MACHADO CHAVES

AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL POR MEIO DE UM ÍNDICE

TRABALHO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

Ouro Preto, 2019

MARCELLA MÉDICE MACHADO CHAVES

AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL POR MEIO DE UM ÍNDICE

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Orientadora: Lívia Cristina Pinto Dias

Ouro Preto, 2019

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

C512a Chaves, Marcella Medice Machado .
Avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no brasil por meio de um índice. [manuscrito] / Marcella Medice Machado Chaves. - 2019.
66 f.: il.: color., tab., mapa.

Orientadora: Profa. Dra. Lívia Cristina Pinto Dias.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas.

1. Urbanização - Resíduos sólidos. 2. Saneamento. 3. Pesquisa qualitativa . I. Dias, Lívia Cristina Pinto. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 502/504

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita -CRB:1716

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
Universidade Federal de Ouro Preto – Escola de Minas – Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental – CEAMB

Folha de Aprovação

MARCELLA MÉDICE MACHADO CHAVES

AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL POR MEIO DE UM ÍNDICE

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 11/12/2019 pela comissão avaliadora constituída pelos seguintes membros:

Lívia Cristina Pinto Dias – DEAMB/UFOP

Aníbal da Fonseca Santiago – DECIV/UFOP

Eduardo Rocha Dias Santos – Ministério do Meio Ambiente
(participação por videoconferência)

Campus Universitário Morro do Cruzeiro – s/n – cep:35400-00, Ouro Preto – MG
Brasil – Tel.: (31) 3559.1542 – e-mail:ceamb@em.ufop.br

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Celene e Cleiton.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me guiar, ter me concedido saúde para chegar até aqui e continuar seguindo em frente.

Aos meus pais, por todo amor.

A Lívia, pela orientação, incentivo, por confiar no meu potencial e por ser exemplo de pesquisadora.

Aos colegas de curso, em especial a Cida, Deiverson, Fran, Marcelo e Thaís, pelo apoio durante todo esse percurso.

A Escola de Minas, pelo ensino de qualidade.

RESUMO

Considerando as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos para a gestão integrada, o gerenciamento e o melhor aproveitamento dos resíduos, exige-se que os administradores modernos tenham uma visão global do conjunto de fatores que caracterizam a gestão e o gerenciamento ambiental adequado. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo gerar um panorama da gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil e em suas regiões e, ainda, comentar sobre aplicação dos PNRS, por meio de uma metodologia qualitativa da análise dos resíduos sólidos no país. A partir do levantamento das variáveis existentes na base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), foram selecionados os indicadores que representam uma evolução ou regressão na eficiência dos serviços de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, baseando-se em um índice proposto na literatura. Os dados foram tabulados e organizados por meio de planilhas de cálculo e foram, posteriormente, espacializados.

A região Norte foi a que teve menor número de municípios que declararam dados ao SNIS em relação ao número total de municípios da região (número relativo) nos dois anos analisados. Por outro lado, a região Sul foi a que teve maior número relativo de municípios com dados declarados ao SNIS. Houve aumento no número de municípios que declararam dados ao SNIS entre 2012 e 2017 (de 3043 para 3556). Sobre o panorama da situação dos RSU no Brasil, foi possível identificar que há um baixo engajamento dos municípios em relação a coleta seletiva e a formação de consórcios, havendo grande necessidade de crescimento desses serviços. Concluiu-se, também, que muitos municípios se enquadram na categoria de “adequação de gerenciamento baixa” na classificação do índice utilizado, sendo necessário revisar a gestão de resíduos municipal para uma melhor adequação. Em relação ao panorama da disposição final dos RSU, a grande maioria dos municípios brasileiros contam com lixões e aterros controlados, sem infraestrutura adequada, promovendo a degradação ambiental, com vida útil limitada, podendo gerar um problema para a disposição dos RSU em médio prazo. Logo, algumas medidas estratégicas devem ser tomadas a fim de melhorar a situação do Brasil em relação ao saneamento básico, especialmente, ao que diz respeito aos resíduos sólidos. Além disso, é necessário atentar-se sobre os princípios, objetivos e instrumentos, bem como às responsabilidades dos geradores e do poder público estabelecidos na PNRS. Os resultados desse trabalho são uma análise da disponibilidade de dados e uma visão histórica abrangente do saneamento no Brasil, em relação aos resíduos sólidos, que poderá fornecer subsídio para outros

projetos que visem orientar a formulação de políticas públicas e a tomada de decisões em direção a um país mais sustentável.

Palavras chave: resíduos sólidos urbanos; saneamento básico; análise qualitativa.

ABSTRACT

Defining the National Solid Waste Policy guidelines for integrated waste management, waste management and better use requires that modern users have an overview of the set of factors that characterize proper environmental management. In this context, the present work aimed to generate an overview of urban waste management in Brazil and its regions, and also comment on the application of PNRS, through a qualitative methodology of waste analysis used in the country. From the survey of the existing variables in the National Sanitation Information System (SNIS) database, the indicators that represent an evolution or regression in the urban waste management services sectors were selected, based on a strategic report in the literature. Data were tabulated and organized by means of spreadsheets and were subsequently spaced.

The northern region had the lowest number of municipalities that reported data to SNIS in relation to the total number of municipalities in the region (relative number) in the two years analyzed. On the other hand, the southern region had the highest relative number of municipalities with data reported to SNIS. There was an increase in the number of municipalities reporting data to SNIS between 2012 and 2017 (from 3043 to 3556). Regarding the panorama of the situation of MSW in Brazil, it was possible to identify that there is a low engagement of municipalities in relation to selective collection and consortium formation, and there is a great need for growth of these services. It was also concluded that many municipalities fall into the category of “low management adequacy” in the classification of the index used, and it is necessary to review municipal waste management for better adequacy. Regarding the scenario of MSW final disposal, the vast majority of Brazilian municipalities have controlled dumps and landfills, without adequate infrastructure, promoting environmental degradation, with limited useful life, which may create a problem for MSW disposal in the medium term. Therefore, some strategic measures must be taken in order to improve Brazil's situation regarding basic sanitation, especially regarding solid waste. In addition, attention needs to be paid to the principles, objectives and instruments, as well as the responsibilities of generators and public authorities established in the PNRS. The results of this work are an analysis of data availability and a comprehensive historical view of sanitation in Brazil in relation to solid waste, which may provide input for other projects aimed at guiding public policy formulation and decision making towards a more sustainable country.

Keywords: urban solid waste; sanitation; qualitative analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Nível de agregação de dados de uma determinada ferramenta de avaliação. 23

Figura 2 – Mapa do Brasil por regiões. 28

Figura 3 – Mapa do índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos dos municípios brasileiros nos anos de 2012 e 2017. 40

Figura 4 – Mapa do índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos dos municípios da região centro-oeste nos anos de 2012 e 2017.....43

Figura 5 – Mapa do índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos dos municípios da região Nordeste nos anos de 2012 e 2017.....46

Figura 6 – Mapa do índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos dos municípios da região Norte nos anos de 2012 e 2017. 49

Figura 7 – Mapa do índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos dos municípios da Região Sudeste nos anos de 2012 e 2017. 52

Figura 8 – Mapa do índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos dos municípios da Região Sul nos anos de 2012 e 2017. 55

Figura 9 – Mapa da disposição final dos RSU no Brasil nos anos de 2012 e 2017. 56

Figura 10 – Mapa da disposição final dos RSU no Centro-Oeste nos anos de 2012 e 2017....57

Figura 11 – Mapa da disposição final dos RSU no Nordeste nos anos de 2012 e 2017. 58

Figura 12 – Mapa da disposição final dos RSU no Norte nos anos de 2012 e 2017.....59

Figura 13 – Mapa da disposição final dos RSU no Sudeste nos anos de 2012 e 2017. 60

Figura 14 – Mapa da disposição final dos RSU no Sul nos anos de 2012 e 2017.....61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos, Brasil – 2016/2017. 19

Tabela 2 – Indicadores utilizados no cálculo do ISA. 24

Tabela 3 – Situação da Salubridade. 25

Tabela 4 – Classificação dos municípios em relação à soma de pesos atribuídos 25

Tabela 5 – Indicadores obtidos no SNIS, sendo que rdo são os resíduos domésticos e rpu são os resíduos públicos. 30

Tabela 6 – Critérios adotados na avaliação qualitativa e os intervalos de categorias, segundo Urban (2016). Sendo, PCS a sigla para Programa de Coleta Seletiva e RSS, Resíduos Sólidos de Saúde. 31

Tabela 7 – Definição dos critérios. 32

Tabela 8 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos no Brasil em 2012. 37

Tabela 9 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos no Brasil em 2017. 38

Tabela 10 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Centro-Oeste do Brasil em 2012. 41

Tabela 11 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Centro-Oeste do Brasil em 2017. 42

Tabela 12 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Nordeste do Brasil em 2012. 44

Tabela 13 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Nordeste do Brasil em 2017. 45

Tabela 14 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Norte do Brasil em 2012. 47

Tabela 15 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Norte do Brasil em 2017. 48

Tabela 16 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Sudeste do Brasil em 2012. 50

Tabela 17 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Sudeste do Brasil em 2017. 51

Tabela 18 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Sul do Brasil em 2012. 53

Tabela 19 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Sul do Brasil em 2017. 54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 14

2. OBJETIVOS 16

2.1. Objetivo geral 16

2.2. Objetivos específicos 16

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 17

3.1. Resíduos Sólidos 17

3.1.1. Definição 17

3.1.2. Impactos Ambientais 18

3.2. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos 20

3.3. Índices Relacionados ao Saneamento Básico 21

3.3.1. Indicador de Salubridade Ambiental 23

3.3.2. Índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos 25

3.3.3. Trata Brasil 26

4. METODOLOGIA 28

4.1. Área de estudo 28

4.2. Análise por meio do Índice de Adequação do Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos 29

4.3. Análise das formas de disposição final 34

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 36

5.1 Panorama do gerenciamento de RSU no Brasil 36

5.2 Panorama do gerenciamento de RSU na região Centro-Oeste 40

5.3 Panorama do gerenciamento de RSU na região Nordeste 43

5.4 Panorama do gerenciamento de RSU na região Norte 46

5.5 Panorama do gerenciamento de RSU na região Sudeste 49

5.6 Panorama do gerenciamento de RSU na região Sul 52

5.7 Panorama da disposição final dos RSU no Brasil 55

5.8 Panorama da disposição final dos RSU na região Centro-Oeste 56

5.9 Panorama da disposição final dos RSU na região Nordeste 57

5.10 Panorama da disposição final dos RSU na região Norte 58

5.11 Panorama da disposição final dos RSU na região Sudeste 59

5.12 Panorama da disposição final dos RSU na região Sul 60

6. CONCLUSÃO 62

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA 64

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano e industrial experimentado pela humanidade tem incorporado diversos benefícios ao ser humano no seu dia a dia. No entanto, o progresso conquistado pela sociedade desde o final do século XIX, bem como o crescimento populacional, acarretou um pesado ônus ao meio ambiente, promovendo, um grande desafio de implementar suas conquistas de forma menos agressiva aos recursos naturais.

Além do avanço tecnológico e o crescimento e a concentração das populações em áreas urbanas, os novos padrões de consumo da sociedade moderna, que passou consumir mais produtos com vida útil reduzida, tem contribuído para o aumento da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) (BARATTO, 2009).

Em meio aos sérios problemas causados pela inadequada disposição dos RSU – dadas as suas características físicas, químicas e biológicas – estão a contaminação do solo e da água (superficial e subterrânea), geração de odores e, ainda, a atração e proliferação de patógenos e vetores, caso não dispostos de maneira adequada (TAVARES, 2014).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS – Lei Federal nº 12.305/2010), instituída em 2010, incentiva a redução, reutilização e reciclagem dos resíduos recicláveis, propondo a visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos, ou seja, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública, bem como o desenvolvimento sustentável.

Apesar de alternativas para a reutilização desses resíduos (como reciclagem, compostagem, geração de energia), é inevitável a necessidade da existência de formas de disposição final dos rejeitos, tais como os aterros sanitários e, infelizmente, lixões. O foco da PNRS em aumentar o aproveitamento dos resíduos, por meio de processos como reciclagem e compostagem, é importantíssimo por ampliar a vida útil dos aterros sanitários, auxiliar em minimizar problemas ambientais advindos da disposição final dos resíduos (BRASIL, 2010).

Dados apresentados pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública – Abrelpe (2019) indicam uma melhora gradual ligada a disposição de resíduos no Brasil. No entanto, ainda existem muitos problemas referentes à disposição de resíduos no país, principalmente em municípios de pequeno porte, com restrições financeiras (URBAN,2016).

Dada a amplitude da abordagem que o assunto encerra, considerando as diretrizes da PNRS para a gestão integrada, o gerenciamento e o melhor aproveitamento dos resíduos, exige-se que os administradores modernos tenham uma visão macro, ou seja, uma visão global do

conjunto de fatores que caracterizam a gestão e o gerenciamento ambiental adequado, considerando que a ausência desse planejamento possa causar graves problemas no meio urbano e natural. Desse modo, é importante observar a evolução desses fatores com a utilização de um índice que serve como mecanismo de apoio a tomada de decisão e previsão, de modo a diagnosticar o desempenho do meio estudado e possibilitar ações para um melhor funcionamento do sistema.

Nesse contexto, de forma a gerar um panorama da gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil e em suas regiões e, ainda, abordar aspectos importantes da Política Nacional de Resíduos Sólidos, o presente trabalho apresenta uma metodologia qualitativa da análise dos resíduos sólidos no país

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Aplicar uma metodologia qualitativa para análise do gerenciamento de resíduos sólidos a fim de gerar um panorama sobre a questão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil nos anos de 2012 e 2017.

2.2. Objetivos específicos

- Aplicar e analisar o índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos proposto por Urban (2016) para todos os municípios brasileiros nos anos de 2012 e 2017 com dados no SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) a fim de abordar sobre a aplicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos por região do país;
- Analisar e discutir os dados de disposição final dos resíduos sólidos urbanos, a fim de complementar o índice proposto por Urban (2016), nos anos de 2012 e 2017 por região do país.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Resíduos Sólidos

3.1.1. Definição

Para Barros (2012),

> "os termos lixo, dejeto ou resíduo costumam ser usados indistintamente para denominar materiais ou produtos cujos proprietários ou possuidores os descartam ou eliminam porque já não lhes interessa, ou porque creem que já não lhes possam ser uteis, ainda que sejam susceptíveis de aproveitamento ou de valorização".

Os termos lixo e dejeto são comumente utilizados para indicar o que está destinado à disposição final, desde que não haja tecnologias viáveis para seu aproveitamento. Enquanto o termo resíduo "denota a possibilidade de valorização" (BARROS, 2012).

Segundo a da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305 de 2010, por resíduos sólidos (RS) entendem-se como sendo o

> "material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível."

A norma ABNT NBR n° 10.004 (2004) se referem aos RS como:

> "resíduos nos estados sólido ou semissólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem com alguns líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso

> soluções técnica ou economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível”

Os resíduos podem ser classificados de acordo com sua periculosidade, de acordo com a norma citada (ABNT NBR n° 10.004), do seguinte modo:

- Classe I: perigosos – são resíduos que devido às suas propriedades físicas, químicas e infectocontagiosas, podem apresentar riscos à saúde pública e ao meio ambiente, ou que apresentam inflamabilidade, reatividade, corrosidade, toxicidade e/ou patogenicidade.
- Resíduos Classe II: não perigosos.

  Classe II A: não inertes – não se enquadram nas Classes I e II B;

  Classe II B: inertes – não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente.

Há diversas classificações relacionadas aos resíduos sólidos, devido ao alto grau de heterogeneidade dos RS. De acordo com Barros (2012), essas classificações dependem do tipo de enfoque que interessa considerar, principalmente, em relação à possibilidade de tratamento ou a seu destino.

A carência de padronização gera dificuldades em relação a caracterização dos RS. Existem diferentes métodos para caracterizar os resíduos, de acordo com as necessidades, parâmetros, metodologias, classificação e objetivos do estudo. Analisar os RS permite conhecer as suas características, as quantidades e as condições em que são produzidos e seus fluxos. Desse modo, é possível determinar de modo eficaz quais devem ser os procedimentos operacionais, estratégicos e técnicos relacionados à coleta, transporte, tratamento e disposição (BARROS, 2012).

3.1.2. Impactos Ambientais

Impacto ambiental é “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetem: I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; IV – a qualidade dos recursos ambientais” (Resolução CONAMA n° 01/86).

Os processos de urbanização, desenvolvimento econômico e crescimento populacional geram um aumento na quantidade de produção de resíduos sólidos com grande diversidade. Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), poucos resíduos possuem destinação sanitária e ambientalmente adequada. Embora tenha ocorrido um progresso nos últimos anos, ainda há

municípios brasileiros destinando seus resíduos em vazadouros a céu aberto, ou seja, em lixões contribuindo para o aumento dos impactos ambientais, além de oferecer riscos à saúde da população (Tabela 1).

Tabela 1 – Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos, Brasil – 2016/2017.

Ano	**Destino final (%)**		
	Vazadouro a céu aberto	**Aterro Controlado**	**Aterro Sanitário**
2016	17,5	23,5	59,0
2017	18,0	22,9	59,1

Fonte: Abrelpe (2017)

De acordo com Barros (2012), “a falta de tratamento ou o tratamento inadequado dos resíduos sólidos, bem como a eventual presença de alguns compostos químicos, podem permitir que, atingindo as águas superficiais e subterrâneas, os RS e os subprodutos de sua degradação comprometam a saúde humana e atentem contra a integridade do meio, facilitando a proliferação de doenças e provocando impactos e desequilíbrios ecológicos”. Além do risco de doenças e a poluição das águas e solos, outros problemas como geração de gases que provocam o efeito estufa e a instabilidade dos taludes devido ao lançamento dos resíduos em encostas, são gerados em decorrência da disposição inadequada desses resíduos.

Além disso, o solo pode ter suas características físico-químicas modificadas em virtude da poluição ocasionada por acúmulo de metais pesados e pela presença de outras substâncias perigosas. Em decorrência da poluição, o solo torna-se um ambiente infértil e/ou propício à propagação de transmissores de doenças. Nessa sequência, o chorume, líquido resultante da decomposição da matéria orgânica, pode contaminar o lençol freático, impossibilitando assim o seu uso e alterando as características do ambiente aquático.

A formação de gases como metano (CH_4), óxidos de nitrogênio (NO_x), óxido de enxofre (SO_x) e dióxido de carbono (CO_2) provenientes da decomposição de resíduos são os fatores geradores da poluição do ar. Em função dessa poluição, diversas são as consequências. Pode-se elencar entre essas o desencadeamento de doenças, como os distúrbios respiratórios e a contaminação atmosférica. Além do mais, alagamentos e inundações são ocasionados por meio

da obstrução de dispositivos do sistema de drenagem de águas pluviais, quando estes resíduos são dispostos nas ruas.

Vários são os impactos ambientais e sobre a saúde humana causados pelo manuseio, disposição e uso de RS. Desse modo, observa-se que práticas de gestão de resíduos para manusear, de forma segura e efetiva, de modo a causar o menor impacto possível são necessárias.

3.2. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

A fim de solucionar os problemas decorrentes dos RS, instituiu-se no Brasil a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) por meio da Lei Federal nº 12.305/10, que possui 57 artigos distribuídos em 11 capítulos e 4 títulos. Esse instrumento estabelece diretrizes gerais aplicáveis aos resíduos sólidos de modo a orientar os Estados e os Municípios na adequada gestão desses RS.

A PNRS "prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado)" (BRASIL,2010). Desse modo, o objetivo da PNRS é promover a gestão integrada e sustentável dos resíduos, uma vez que, de acordo com a mesma política entende-se como gestão integrada de RS, sendo o:

> "conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável."

Compreende como propósito da gestão integrada e gerenciamento dos RS a redução da produção nas fontes geradoras, o reaproveitamento, a coleta seletiva com inclusão de catadores de materiais recicláveis e a reciclagem, e também a recuperação de energia (KLUNDER et al., 2001). Segundo o Art. 9º da PNRS, a prioridade deve ser a não geração dos RS. Em seguida a prioridade deve ser respectivamente pela redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Para alcançar tais objetivos, foram instituídos instrumentos na PNRS, a saber: planos de resíduos sólidos; coleta seletiva e sistemas de logística reversa; incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais

reutilizáveis e recicláveis; o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR); o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA). Além de instituir a logística reversa e a responsabilidade compartilhada do ciclo de vida do produto (ROCHA,2017).

Segundo Shen (1995), "o gerenciamento ambiental deve ser uma abordagem multilateral, considerando que os problemas ambientais e suas soluções são determinados por fatores tecnológicos, bem como por questões econômicas, sociais, físicas, culturais e políticas" (apud BERTICELLI, R. et.al. 2017).

Deste modo, muitos setores da sociedade devem estar envolvidos na gestão dos resíduos sólidos, e, esta deve ser avaliada constantemente, tornando-a uma atividade complexa. Portanto, uma gestão sustentável e integrada dos resíduos sólidos urbanos deve contemplar todas as atividades envolvidas durante as etapas de geração, coleta, tratamento e disposição final (ROCHA,2017). Por esse motivo, planos municipais de RS são necessários, uma vez que a gestão desses resíduos é diferente em cada município. Ademais, é responsabilidade pública gerir os RS desde a coleta até a sua disposição final ambientalmente adequada.

A PNRS traz de modo muito claro, no art. 3º, VI, o controle social, como sendo o "conjunto de mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade informações e participação nos processos de formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos". Desse modo, o uso de índices para traduzir de forma simplificada as informações técnicas são um modo de facilitar a avaliação da aplicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

3.3. Índices Relacionados ao Saneamento Básico

Segundo Mueller et al. (1997), um indicador pode conter dados agregados ou individual, deve possuir simples entendimento, coerência estatística e lógica nas hipóteses levantadas, comunicar o estado do fenômeno observado com eficiência, e as informações devem ser transmitidas de forma fácil baseados métodos científicos adequados. A utilização de indicadores e índices é fundamental para a implementação de ações para buscar o avanço do sistema.

Índices são ferramentas de suporte ao planejamento, a autoanálise e a avaliação de desempenho que revela informações através de indicadores ou variáveis sobre uma dada realidade. Indicadores são ferramentas constituídas por uma ou mais variáveis que, associadas através de diversas formas, revelam significados mais amplos sobre os fenômenos a que se

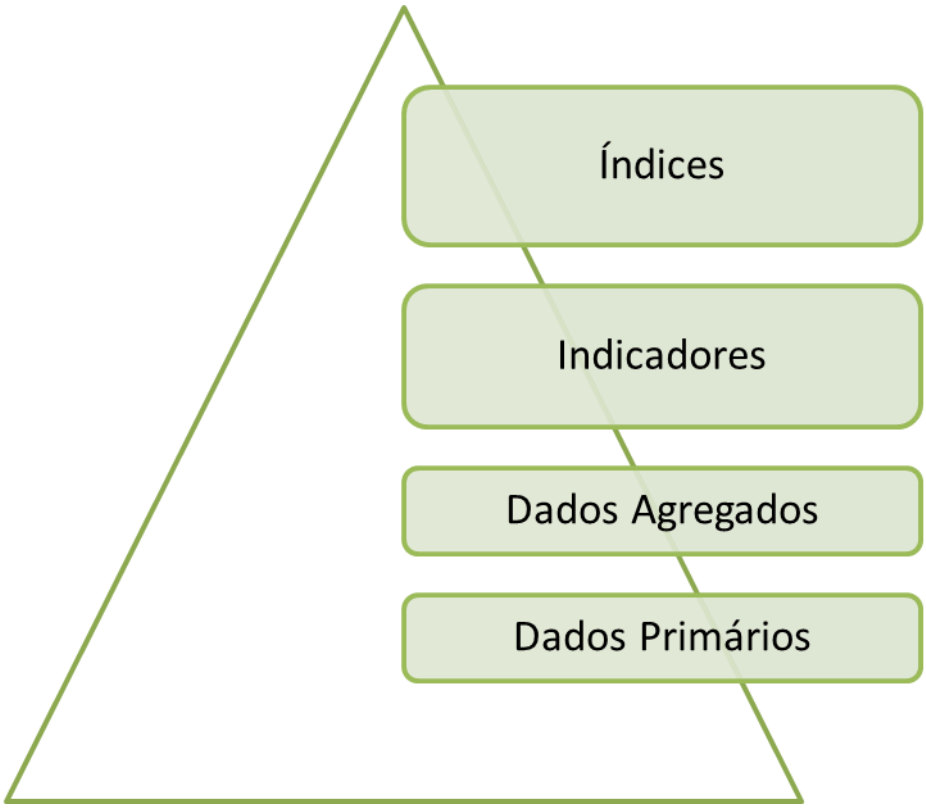
referem. Indicadores de desenvolvimento sustentável são instrumentos essenciais para guiar a ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento sustentável (IBGE, 2000).

De acordo com Siche et al (2007), o índice pode servir como um instrumento de tomada de decisão e previsão, e é considerado um nível superior da junção de um jogo de indicadores ou variáveis, sendo chamado também de indicador de alta categoria. O termo indicador é um parâmetro selecionado e considerado isoladamente ou em combinação com outros para refletir sobre as condições do sistema em análise. Normalmente um indicador é utilizado como um pré-tratamento aos dados originais.

A vantagem em gerir as ações de saneamento básico por meio de um índice é a possibilidade de concentrar maiores esforços nas atividades e pontos de pior desempenho no território e acompanhar a evolução até os resultados desejados. Como é ressaltado por Amaral (2015) um índice de sustentabilidade não deve ser utilizado para gerar exclusão, mas sim ser utilizado como ferramenta auxiliar para conhecer as particularidades das diferentes regiões e para direcionar ações para melhorias.

A utilização de índices é uma alternativa para diagnosticar o desempenho do sistema estudado de modo que as estatísticas apontem tendências de aumento ou diminuição da eficiência dos serviços e infraestruturas, possibilitando ações para um melhor desempenho no território e, também acompanhando a evolução até os resultados desejados. No Brasil, existem algumas ferramentas que calculam índices para caracterizar e avaliar a gestão sustentável do saneamento básico, geralmente, utilizando dados disponíveis a nível local (municipal). São exemplos de índices que serão tratados nesse trabalho: o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), o Índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e o Ranking do Saneamento do Instituto Trata Brasil.

Figura 1 – Nível de agregação de dados de uma determinada ferramenta de avaliação.



Fonte: Adaptado de Shields et at. (2002).

3.3.1. Indicador de Salubridade Ambiental

O Indicador de Salubridade Ambiental – ISA foi criado em 1999 pela Conesan (Câmara Técnica de Planejamento do Conselho Estadual de Saneamento) do estado de São Paulo. O ISA foi elaborado com o propósito de medir o nível de salubridade ambiental para os municípios paulistas, mas, atualmente, diversas regiões do Brasil utilizam esse indicador. De acordo com Batista (2005), esse indicador é aplicado ao conceito de salubridade e tem como objetivo verificar as condições ambientais no âmbito municipal, através da identificação e avaliação das condições de saneamento, considerando os aspectos econômicos, sociais e de saúde pública, para promoção de ações de melhorias na qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável do município.

O conceito de salubridade foi definido por Dias et al. (2004) como o conjunto das condições propícias, ou seja, questões materiais, sociais e culturais, à saúde pública. Foucault (1992) complementa o entendimento, ao afirmar que as questões sociais também devem ser incluídas:

> "Salubridade é a base capaz de assegurar a melhor saúde possível dos indivíduos. E é correlativamente a ela que aparece a noção de higiene pública, técnica de controle e de modificações dos elementos materiais do meio que são suscetíveis de favorecer ou, ao contrário, prejudicar a saúde" (FOUCAULT, 1992, p. 81).

Para o cálculo do ISA são considerados elementos qualitativos e quantitativos envolvendo os três pilares do saneamento básico (água, esgoto e resíduos sólidos), além de aspectos relacionados aos recursos hídricos, saúde pública e questões socioeconômicas (Tabela 2), de modo que seja possível analisar as condições de salubridade ambiental da região e avaliar a eficácia das políticas públicas.

Tabela 2 – Indicadores utilizados no cálculo do ISA.

I_{AB}	Indicador de abastecimento de água
I_{ES}	Indicador de esgoto sanitário
I_{RS}	Indicador de resíduos sólidos
I_{CV}	Indicador de controle de vetores
I_{RH}	Indicador de risco de recursos hídricos
I_{SE}	Indicador socioeconômico

Fonte: CONESAM,1999.

Por meio de uma média ponderada dos indicadores e de acordo com o CONESAM (1999), o cálculo do ISA é definido pela Equação 1:

$$ISA = 0{,}301\ I_{AB} + 0{,}201\ I_{ES} + 0{,}201\ I_{RS} + 0{,}101\ I_{CV} + 0{,}101\ I_{RH} + 0{,}101\ I_{SE} \quad \text{(Eq. 1)}$$

Os valores obtidos no cálculo variam de zero a cem e podem ser analisados conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Situação da Salubridade.

Insalubre	Baixa Salubridade	Média Salubridade	Salubre
0 – 25,50	25,51 – 50,50	50,51 – 75,50	75,51 – 100,00

Fonte: CONESAM.1999.

3.3.2. Índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos

O índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (RSU) foi proposto em 2016 para o estado de São Paulo, com o objetivo de formular uma análise qualitativa como ferramenta para a gestão dos RSU, sobre o panorama dos RSU no estado sob a ótica municipal e da correlação com as variáveis da qualidade de vida (URBAN,2016).

De acordo com Urban (2016), utilizaram-se os dados obtidos no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS 2012, no IBGE (2005) e na Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2014). Os critérios adotados para elaboração do índice foram: população, total de RSU gerados, transporte desses resíduos para o destino final (no caso, os aterros sanitários), prática de ações de coleta seletiva, participação do município em algum consórcio intermunicipal e da coleta diferenciada dos resíduos de serviços de saúde (RSS). Além disso, para indicar um panorama, com os dados acima, estabeleceu-se pesos, de acordo com Critérios adotados para Classificação dos municípios e, também para elaborar uma análise qualitativa (Tabela 4).

Tabela 4 – Classificação dos municípios em relação à soma de pesos atribuídos

Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
1-2	3-5	6-8	>9

Fonte: Urban, 2016.

Para os municípios que não se dispõe de alguns dados, ou quando se propõe um estudo baseado no crescimento populacional, Urban (2016), sugere que a Equação 2 seja utilizada:

$$MRG=0,3532*Pop.–1553,4 \quad \text{(Eq. 2)}$$

Onde, MRG = massa de resíduos gerados (t.ano-1); e Pop = população do local de estudo (habitantes). Índices desse tipo são essenciais para estabelecer e analisar o panorama da situação dos RSU no estado e nos municípios.

3.3.3. Trata Brasil

O Instituto Trata Brasil é uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP), formado por empresas com interesse nos avanços do saneamento básico e na proteção dos recursos hídricos do país. A fim de conhecer o panorama nacional de saneamento básico, o Instituto Trata calcula e divulga estatísticas e rankings de saneamento para as 100 maiores cidades do país (em população) desde 2009.

Compreendendo os anos de 2003 a 2016, esse ranking aborda os indicadores relacionados à distribuição de água e captação e tratamento de esgotos. O cálculo para o Ranking do Saneamento Básico é realizado a partir dos indicadores de água e esgotos com base nos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), divulgado anualmente pelo Ministério das Cidades, e que reúne informações fornecidas pelas empresas prestadoras dos serviços nessas cidades.

Além dos indicadores tradicionais, como população urbana e rural atendida por abastecimento de água, volume de esgoto tratado em relação ao volume de água consumido controlado pelos índices de coleta, entre outros, o relatório aborda perdas na distribuição e investimentos das 100 maiores cidades do país. Os indicadores são divididos por grupos, a saber: nível de cobertura, melhora da cobertura e nível de eficiência.

A metodologia utilizada pelo Instituto Trata Brasil considera a utilização de notas para cada um dos indicadores. As notas podem ir de zero a dez e são denominadas Notas Parciais (NP). O Ranking é composto pela soma das Notas Finais (NF) de cada um dos indicadores, que consiste na ponderação das Notas Parciais (NP) pelas participações definidas. Para a maior parte dos indicadores, a lógica é calcular as notas em função da maior nota existente (nota diretamente proporcional). Entretanto, para alguns indicadores específicos, pode ocorrer uma variação muito grande nos dados dos municípios, fazendo com que haja apenas notas muito altas ou muito baixas para esses indicadores. Por isso, padronizou-se identificar esses casos por meio da observação da média e desvio padrão do indicador (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2019).

Porém, de acordo com a Lei Federal n. 11.445/2007, considera-se como saneamento básico “o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de

água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais". Para se obter um saneamento adequado é necessário contemplar uma ampla variedade de atividades básicas, tais como: abastecimento de água, destino das águas servidas e dos dejetos, destino do lixo, controle de animais vetores (mosquitos, caramujos, entre outros) de doenças e saneamento de alimentos, habitação, local de trabalho, escolas e locais de banho (VIEL, 1994). No entanto, atualmente, o Ranking do Saneamento Básico obtido pelo Instituto Trata Brasil exclui os dados de manejo de resíduos sólidos e de drenagem pluvial urbana, apesar da importância desses dois pilares para a análise efetiva do panorama de saneamento básico do Brasil.

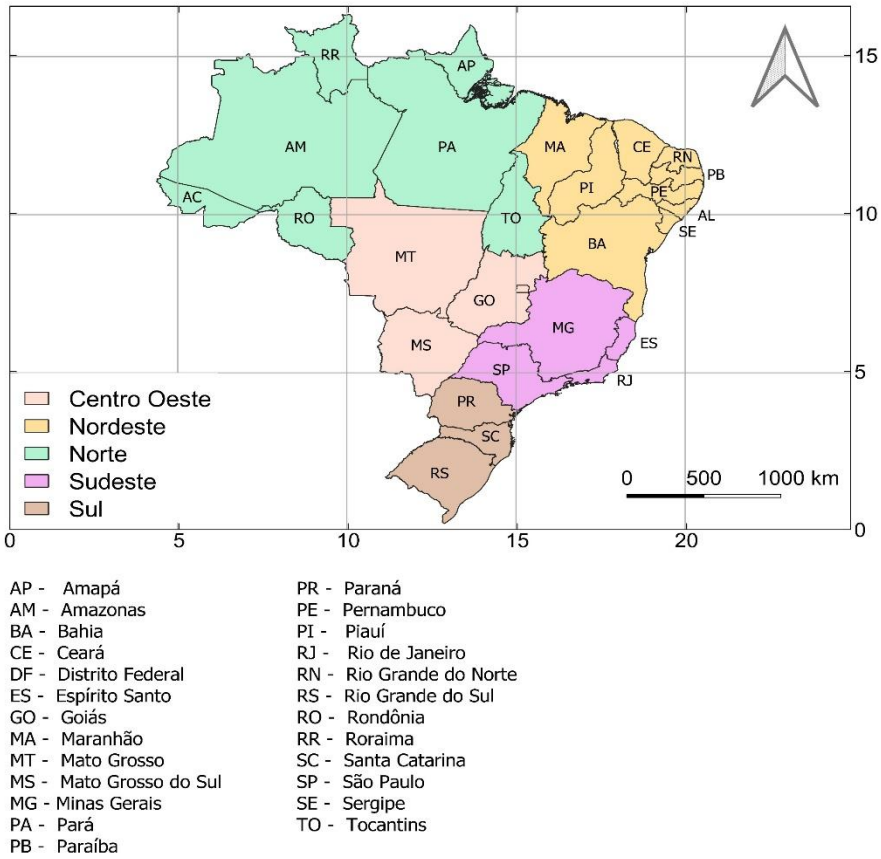
Dessa forma, o presente estudo é um instrumento de planejamento que fomenta as políticas públicas voltadas ao saneamento, em especial, na área de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. A inovação da pesquisa é a abordagem feita, dispondo os dados em cartas e mapas, contextualizando o panorama nacional dos resíduos sólidos.

4. METODOLOGIA

4.1. Área de estudo

O Brasil é um país que integra a América do Sul e apresenta extensão territorial de 8.514.876 km², sendo o quinto maior país do mundo. Possui 27 unidades federativas, incluindo o Distrito Federal, que podem ser divididas em cinco regiões: Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Norte e Nordeste (Figura 2). Nos cálculos de Projeção de População realizados pelo IBGE, a população brasileira estimada é de 210,1 milhões de habitantes em 2019.

Figura 2 – Mapa do Brasil por regiões.



Fonte: Própria autora, 2019.

Além das alterações promovidas nos limites territoriais em algumas cidades, novos munícipios são criados todos os anos no Brasil, normalmente por desmembramento de território. Entre os anos 2012 e 2017 foram instalados cinco municípios no país, sendo a região sul a que mais contribuiu para esse aumento. No primeiro ano existiam 5565 municípios no país, e no último ano da análise havia 5570 municípios, considerando o Distrito Federal e a Ilha de Fernando de Noronha.

4.2. Análise por meio do Índice de Adequação do Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) foi concebido pelo Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS) e é desenvolvido e administrado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2019). Atualmente, essa é a base de dados que reúne o maior número de informações nos níveis estaduais e municipais dos serviços de água, coleta e tratamento de esgoto e resíduos sólidos. O SNIS divulga anualmente pelo Ministério das Cidades informações fornecidas pelas empresas prestadoras dos serviços, desde 2002, ano em que teve seu primeiro relatório de Diagnóstico de Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos.

Um dos instrumentos definidos na PNRS é o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR – cujo objetivo é criar uma base de dados nacional que alicerce a gestão de resíduos sólidos no país, tendo em vista a importância da existência de dados para elaboração de diagnósticos adequados, para o planejamento, monitoramento, proposição de indicadores, entre outros. Uma vez que o presente estudo necessita de uma base de dados consistente, foram considerados os dados a partir de 2012, uma vez que aparentemente foi a partir desse ano que a maioria dos municípios brasileiros passaram a realmente informar dados ao SNIS.

A partir do levantamento dos municípios com dados existentes na base de dados do SNIS e a abrangência temporal de cada variável, foram selecionados indicadores e informações (Tabela 5) que representam uma evolução ou regressão na eficiência dos serviços de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, baseando-se no índice proposto por Urban (2016) (também tratado na seção 3.3.2), a saber IN030, RS020, CO019, IN021, PO042.

Nesse trabalho foram utilizados os dados brutos e é preciso ressaltar que os valores médios desse trabalho podem diferir dos valores comunicados oficialmente. Essa divergência pode acontecer uma vez que para comunicar os dados do SNIS é feita uma filtragem dos dados de forma a excluir dados divergentes, por exemplo, quando há grandes variações de valores.

Os dados obtidos no SNIS foram tabulados e organizados de acordo com o ano e o código de cada município por meio de planilhas de cálculo. Prosseguiu-se com o cálculo do índice proposto por Urban (2016) e na Tabela 6 serão apresentados os critérios adotados na avaliação qualitativa e os intervalos das categorias, segundo a metodologia proposta por esse autor.

Tabela 5 – Indicadores obtidos no SNIS, sendo que rdo são os resíduos domésticos e rpu são os resíduos públicos.

Código	Indicador	Nomenclatura proposta por Urban (2016) para o indicador
IN030	Taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva porta-a-porta em relação à população urbana do município.	Programa de coleta seletiva
RS020	Existe coleta diferenciada para resíduos sólidos da saúde?	Coleta Resíduos Sólidos da Saúde
CO019	Os resíduos sólidos são enviados para outro município?	Exportação de resíduos
IN021	Massa coletada (rdo + rpu) per capita em relação à população urbana	Resíduos Gerados
PO042	O município é integrante de algum CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL regulamentado pela Lei nº 11.107/2005 que tenha entre suas atribuições específicas a gestão ou prestação de um ou mais serviços de manejo de RSU (serviços de coleta de resíduos domiciliares ou públicos, coleta dos resíduos dos serviços de saúde, operações de aterro sanitário etc.)	Consórcio Intermunicipal
-	Tipo de unidades	-

Fonte: Própria autora, 2019.

Tabela 6 – Critérios adotados na avaliação qualitativa e os intervalos de categorias, segundo Urban (2016). Sendo, PCS a sigla para Programa de Coleta Seletiva e RSS, Resíduos Sólidos de Saúde.

Critério	Faixa populacional municipal	Média Brasileira	Intervalo de categoria Notas		
	(Número de habitantes)		0	1	2
			($kg.hab^{-1}.dia^{-1}$)		
Resíduos gerados per capita	Até 30 mil	0,81	(0–0,31)	(0,31–1,31)	(1,31–3)
	30 a 100 mil	0,77	(0–0,27)	(0,27–1,27)	(1,27–3)
	100 a 250 mil	0,81	(0–0,31)	(0,31–1,31)	(1,31–3)
	250 mil a 1 milhão	0,97	(0–0,47)	(0,47–1,47)	(1,47–3)
	1 a 3 milhões	1,19	(0–0,69)	(0,69–1,69)	(1,69–3)
	Acima de 3 milhões	0,95	(0–0,45)	(0,45–1,45)	(1,45–3)
Exportação dos resíduos	Até 25 mil	-	–	Não/Sim	–
	Acima de 25 mil	-	-	Não	Sim
PCS	-		População atendida		
	-	12%	(>50%)	(0 a 50%)	(0%)
Coleta RSS	-	-	Sim	-	Não
Consórcio	-	-	Sim	Não	-

Fonte: Adaptado de Urban, 2016.

A metodologia aplicada nesse estudo considerou a evolução dos índices de qualidade dos aterros de resíduos (IQR) proposto por Urban (2016). Nessa conformidade, a classificação das variáveis depende dos critérios adotados. Esses critérios foram divididos em três categorias, de acordo com o peso (entre 0 e 2) para análise qualitativa, conforme Tabela 7.

Tabela 7 – Definição dos critérios.

Notas	Descrição
0	O critério é bem atendido pelo município, não contribuindo para os problemas mais urgentes.
1	O local se encontra na média dos municípios semelhantes, gerando uma preocupação em relação às condições futuras desse critério.
2	Indica uma situação mais urgente para o município, naquele critério, em que medidas devem ser adotadas o quanto antes para uma melhor gestão dos RSU.

Fonte: Própria autora, 2019.

Por meio da média dos resíduos gerados per capita no Brasil, fez-se a separação das faixas populacionais. De acordo com Urban (2016), para o cálculo do índice deve-se aplicar um intervalo de ±0,5 $kg.hab^{-1}.dia^{-1}$ a essa média, para situar municípios que estão acima ou abaixo da média geral.

A exportação de resíduos, ou seja, o município envia os RSU para outro, também foi relativa em relação ao tamanho do município. Foi considerado que tanto o envio dos resíduos para outro município, quanto o uso do aterro em valas, não contribuem significativamente para o aumento de problemas gerenciais nos municípios. Para uniformizar esse critério em cidades de pequeno porte, utilizou-se a indicação da CETESB (2005) para aterros em valas como forma de minimizar o problema dos RSU.

No entanto, chama-se atenção para o critério de Programa de Coleta Seletiva (PCS), em que diferente do autor referido acima, considerou-se que quanto maior a população atendida menor o intervalo da categoria, uma vez que considera-se que quando o critério é bem atendido pelo município, não contribuindo para os problemas mais urgentes, ele recebe a menor nota, no caso, zero.

Após a adoção dos pesos, fez-se a soma dos valores para cada município do país, de modo que os valores mínimo e máximo possível seria, respectivamente, 1 e 9. Em seguida, os municípios da área de estudo foram reclassificados em relação a adequação do gerenciamento de resíduos sólidos, semelhante ao da Tabela 4. Dessa forma, Urban (2016) considerou que o

município com adequação de gerenciamento alta deveria ter apenas um ponto a mais que o mínimo possível. Já o município para ter adequação de gerenciamento muito baixa, poderia possuir pontuação máxima em todos os critérios. O intervalo restante (de 3 a 8) foi dividido igualmente entre as duas categorias intermediárias.

Por fim, os dados foram espacializados utilizando técnicas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) no software QGIS 3.4. Primeiro, foram obtidas as malhas municipais brasileiras a partir da base de dados geográficos do IBGE para os anos de 2012 e 2017. Então, os dados tabulados foram adicionados aos atributos dos municípios, por união das tabelas de atributos. Por fim, cada reclassificação da somatória dos pesos dados a cada município de acordo com a metodologia proposta por Urban (2016) e geração dos mapas sobre gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos.

Algumas considerações críticas ao índice proposto por Urban (2016) precisam ser feitas antes de prosseguir nesse trabalho. Na Tabela 5, observa-se os denominados por Urban (2016) como indicadores de gerenciamento ambiental. Porém, por demasiadas vezes, os conceitos de gerenciamento e de gestão ambientais são confundidos. Além disso, a montagem dos índices, para a qual se utiliza tais indicadores, comporta diversas interfaces, podendo apresentar vertentes de gerenciamento e de gestão ambiental. Observe-se que tal fator, portanto, torna dificultosa uma separação nítida entre os conceitos mencionados, como, por exemplo, o indicador de consórcio intermunicipal que possui características ligadas a capacidade de gestão ambiental. Nota-se também que a metodologia proposta por Urban (2016) mistura os conceitos de resíduos sólidos urbanos e de resíduos sólidos da saúde (RSS), e apesar de o referido autor não ter justificado essa escolha, entende-se que, possivelmente, a informação sobre coleta diferenciada de RSS está ligada com a capacidade implícita de gerenciamento de resíduos sólidos.

Além disso, há um equívoco na pontuação dos critérios, uma vez que quem exporta, automaticamente, já faz parte de um consórcio. Então, teoricamente, Urban (2016) deveria optar pelo critério de maior importância para dele se valer, nos termos da Tabela 6. Um exemplo dessa situação ocorre no município de Conselheiro Lafaiete – MG, que recebe os resíduos sólidos urbanos das cidades de Ouro Branco e Congonhas. Tanto Conselheiro Lafaiete quanto Congonhas e Ouro Branco declaram que possuem participação em consórcio, porém Congonhas e Ouro Branco exportam seus resíduos e são duplamente pontuados.

Por fim, é importante ressaltar que Urban (2016) "considerou que a problemática gerencial da prévia disposição final dos resíduos sólidos nos municípios, englobando os preceitos da PNRS, depende da população, do total de RSU gerados, do transporte desses resíduos para o destino final, da prática de ações de coleta seletiva, da participação do município em algum consórcio intermunicipal e da coleta diferenciada dos resíduos de serviços de saúde (RSS)", mas não deixa claro em sua obra qual foi a metodologia utilizada para a criação do índice tratado. Portanto, note-se que os critérios mencionados foram elaborados pelo próprio autor.

4.3. Análise das formas de disposição final

A análise do indicador de disposição final, não é contemplada pelo IQR proposto por Urban (2016). Por esse motivo, a metodologia adotada nesse estudo para esse indicador consiste em descrever historicamente espacialmente a situação da disposição final dos resíduos sólidos urbanos de acordo com a unidade nos anos de 2012 e 2017.

A base de dados utilizada neste estudo é proveniente do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), que é desenvolvido, administrado e disponibilizado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades. Os dados obtidos são referentes as formas de disposição final dos resíduos sólidos para os municípios do Brasil nos anos de 2012 e 2017. O indicador de Disposição Final dos Resíduos Sólidos Urbanos nos Municípios por Tipo de Unidade informa quais as unidades de processamento dos municípios, a saber: aterro sanitário, aterro controlado, lixões e outros.

Para demonstrar a condição brasileira em relação as instalações da disposição final de resíduos, fez-se uma análise espacial dos dados obtidos no SNIS utilizando técnicas de Sistemas de Informações Geográficas. Dentre os tipos de unidades, foram selecionados lixão, aterro controlado, aterro sanitário e outros. Entretanto, nos dados obtidos pelo SNIS, constavam como tipos de unidades além das formas de disposição final, alguns tipos de tratamentos, como incineração. Dessa forma, o critério "outros" engloba tipos de tratamentos e também, outras formas de disposição final de resíduos sólidos.

Os países mais desenvolvidos já não possuem mais a necessidade de se preocupar com a disposição final de resíduos sólidos, sendo desnecessária a análise em comento, por se tratar, neste caso, de uma questão ultrapassada. O mesmo está ocorrendo com o estado de São Paulo, uma vez que, neste caso, há também um grande avanço no planejamento da disposição final de resíduos gerados.

Porém, apesar de tal especificidade em determinada localidade do Brasil, essa ainda não é a regra geral ao se tratar do país como um todo, o que justifica a necessidade de tal análise para o Brasil. Ainda existem muitos lixões e aterros controlados, fator que é prejudicial tanto do ponto de vista ambiental quanto do ponto de vista legal, uma vez que a legislação só ampara o aterro sanitário, repudiando as demais formas de descarte de resíduos sólidos, tais como as ante citadas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Panorama do gerenciamento de RSU no Brasil

Os dados apresentados nas Tabelas 8 e 9 indicam um panorama dos resultados gerais do Brasil em relação ao gerenciamento de resíduos sólidos desde a adesão da PNRS até 2017. Além disso, essas informações, representam os dados totais e relativos de alguns aspectos do SNIS (BRASIL, 2019) de modo a favorecer as posteriores análises qualitativas.

Em 2012, a pesquisa foi respondida por 54,8% do total de municípios do Brasil, sendo que 29,42% desses municípios exportavam resíduos e 42% da população total desses municípios é atendida pelo serviço de coleta de RSU. Apesar de apenas 36,41% dos municípios, em 2012, declararem possuir um programa de coleta seletiva, a população total atendida era quase 60%.

Embora os consórcios sejam considerados como uma boa alternativa no campo da gestão integrada de resíduos sólidos, sua representatividade ainda é pequena (FERREIRA E JUCÁ,2017). A ocorrência de consórcio no ano de 2012 foi incipiente, já que o ano de análise é muito próximo do ano de publicação da PNRS. Apenas aproximadamente 15% dos municípios contavam com ocorrência de consórcio em 2012, atendendo uma população de apenas 13%. Os Resíduos Sólidos de Saúde eram coletados de forma diferenciada por mais de 80% dos municípios em 2012, atendendo a mais de 87% da população.

Por outro lado, em 2017, a pesquisa foi respondida por 63,84%, sendo que 38,13% desses municípios exportavam resíduos e 46% da população total desses municípios é atendida pelo serviço de coleta de RSU. Somente 30% dos municípios, em 2017, declaram possuir um programa de coleta seletiva, e cerca de 61% da população total é atendida pelo serviço. Sobre os consórcios, 21% dos municípios declararam possuir esse serviço, atendendo 16% da população. Em 2017, quase 85% dos municípios declararam que os RSS eram coletados de forma diferenciada, e aproximadamente, 93% da população atendida, o que é um aspecto positivo.

Uma comparação direta entre os dados de 2012 e 2017 deveria considerar se os mesmos municípios nos dois anos apresentam os mesmos dados, mas essa filtragem não foi feita nesse estudo. Apesar disso, é possível notar algumas mudanças interessantes nos dados brutos obtidos no SNIS. Também é possível observar que, nos dois anos analisados, a coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde ocorria na maioria dos municípios que declararam dados. O número de municípios com coleta seletiva não aumentou consideravelmente entre 2012 e 2017, passou

de 1055 para 1069. No entanto, de acordo com a ABRELPE, no relatório de 2017, 3.923 municípios apresentaram alguma iniciativa de coleta seletiva, considerando que muitos municípios possuem programa de coleta seletiva, mas que essa atividade não abrange a totalidade da área urbana.

Tabela 8 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos no Brasil em 2012.

Dados	Número de Munícipios	População total (habitantes)
Municípios com dados informados	3043	132.482.311
% em relação ao total de municípios	54,68%	68,31%
Municípios que exportam resíduos sólidos urbanos	895	55.879.500
% em relação aos municípios com dados	29,42%	42,18%
Municípios com coleta seletiva	1055	77.073.297
% em relação aos municípios com dados	36,41%	58,18%
Municípios integrantes de consórcio	451	17.156.288
% em relação aos municípios com dados	14,82%	12,95%
Municípios com coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde	2444	116.522.725
% em relação aos municípios com dados	80,32%	87,95%

Fonte: Própria autora, 2019.

Tabela 9 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos no Brasil em 2017.

Dados	Número de Munícipios	População total (habitantes)
Municípios com dados informados	3556	166.412.041
% em relação ao total de municípios	63,84%	80,12%
Municípios que exportam resíduos sólidos urbanos	1356	77.097.917
% em relação aos municípios com dados	38,13%	46,33%
Municípios com coleta seletiva	1069	101.629.536
% em relação aos municípios com dados	30,07%	61,07%
Municípios integrantes de consórcio	730	25.879.503
% em relação aos municípios com dados	20,53%	15,55%
Municípios com coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde	2995	154.227.778
% em relação aos municípios com dados	84,22%	92,68%

Fonte: Própria autora, 2019.

Com os critérios e pesos adotados, foi possível obter mapas que apresentam o índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (IAGR) dos municípios brasileiros nos anos de 2012 e 2017 (Figura 3).

Os municípios considerados “sem informação” foram aqueles que não incluíram os dados para o SNIS 2012 e ou SNIS 2017 (BRASIL, 2019). Para os municípios que declararam estar “em processo de elaboração”, foram considerados que ainda não possuíam as informações necessárias para o critério.

Segundo os mapas da Figura 3 é possível analisar a distribuição espacial dos municípios com a adequação de gerenciamento geral considerada alta, média, baixa e muito baixa. Em 2012, nenhum município do país atingiu a somatória de 9 para se enquadrar na categoria da adequação de gerenciamento muito baixa. Além disso, observa-se que poucos municípios se enquadravam na categoria de adequação de gerenciamento alta no mesmo ano.

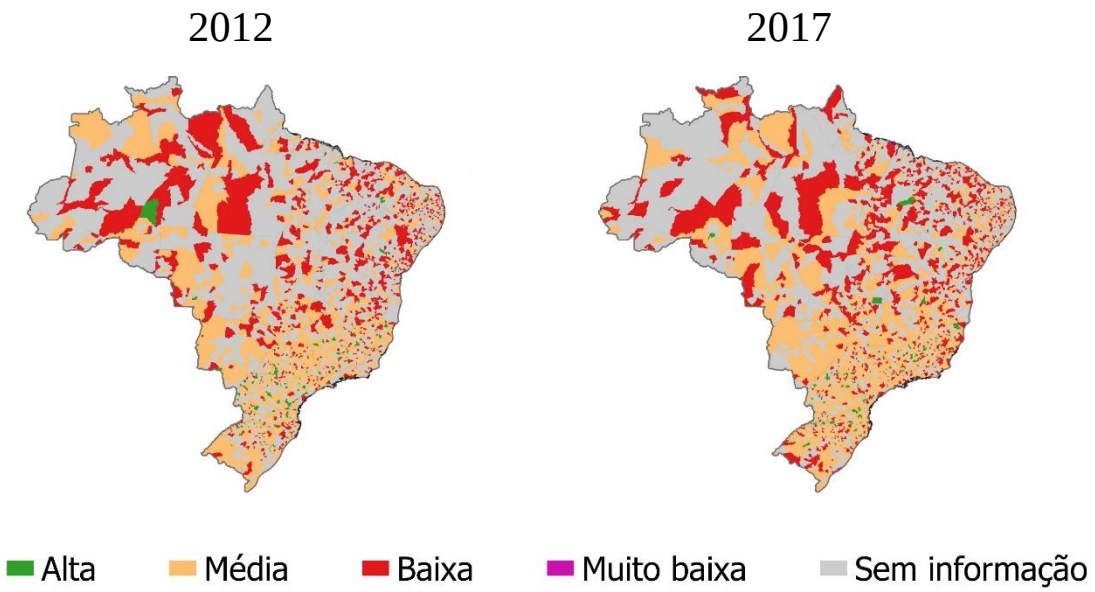
A maior parte dos municípios analisados encontram-se dentro da categoria média, tendo um ou outro aspecto que merece mais atenção, quando analisados individualmente. Em 2012, 2044 municípios se enquadravam nessa categoria, e 140 municípios possuíam adequação de gerenciamento de RSU alta.

Nota-se, ainda que há mais municípios na categoria baixa do que na alta. Em 2012, 857 municípios se adequavam a categoria baixa. Conforme constatado por Urban (2016), apesar da faixa de valores dos grupos ser diferente, há mais municípios em estado de maior atenção do que aqueles onde a gestão dos resíduos atende à maioria dos critérios considerados.

Em 2017, um município atingiu a somatória para se enquadrar na categoria da adequação de gerenciamento muito baixa. Além disso, observa-se que na categoria de adequação de gerenciamento alta houve uma regressão, já que apenas 109 municípios se enquadravam nessa faixa no último ano analisado nesse estudo (2017), o que é um aspecto negativo, mas já esperado, segundo Urban (2016), pois os RSU são um problema municipal considerável.

Na categoria média, haviam 2467 municípios enquadrados, já na categoria baixa, 979 municípios enquadravam-se nessa faixa. Para refinar a análise desses panoramas, estão apresentadas análises por região nas próximas seções.

Figura 3 – Mapa do índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos dos municípios brasileiros nos anos de 2012 e 2017.



Fonte: Própria autora, 2019.

5.2 Panorama do gerenciamento de RSU na região Centro-Oeste

Nas Tabelas 10 e 11 estão apresentados os dados para a região Centro-Oeste do Brasil. Em 2012, apenas 233 municípios declaravam suas informações, o que correspondia a 50,11% dos municípios da região e menos de 50% da população total. Dos municípios com informações, menos de 6% exportavam resíduos e 18,88% declaravam possuir consórcio no mesmo ano.

Enquanto quase 85% dos municípios afirmaram possuir coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde e, em 2012, apenas 17,60% dos municípios possuíam coleta seletiva, não abrangendo nem 40% da população.

Em 2017, houve um aumento de 59 municípios que contemplavam as informações sobre geração de resíduos (passou de 233 para 292), atendendo cerca de 80% da população total da região. O serviço de exportação de resíduos passou para um pouco mais de 10% e, os municípios participantes de consórcio são 26,37% do total de municípios que declararam dados no SNIS, ficando acima da estimativa do Brasil no ano analisado.

No que diz respeito a plano de coleta seletiva, em 2017, houve um regresso, comparando ao primeiro ano da pesquisa, pois apenas 15% dos municípios declararam possuir esse serviço, mas a abrangência populacional tornou-se maior, atingindo 67,10% da população. No entanto,

em 2017, 86,64% dos municípios da região Centro-Oeste afirmaram possuir coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde.

Tabela 10 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Centro-Oeste do Brasil em 2012.

Dados	Número de Munícipios	População total (habitantes)
Número de Munícipios com dados informados	233	6.871.991
% em relação ao total de municípios	50,11%	47,64%
Municípios que exportam resíduos sólidos urbanos	12	336.272
% em relação aos municípios com dados	5,15%	4,89%
Municípios com coleta seletiva	41	2.474.378
% em relação aos municípios com dados	17,60%	36,29%
Municípios integrantes de consórcio	44	978.748
% em relação aos municípios com dados	18,88%	14,24%
Municípios com coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde	198	6.030.138
% em relação aos municípios com dados	84,98%	87,75%

Fonte: Própria autora, 2019.

Tabela 11 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Centro-Oeste do Brasil em 2017.

Dados	Número de Munícipios	População total (habitantes)
Número de Munícipios com dados informados	292	12.901.081
% em relação ao total de municípios	62,66%	81,26%
Municípios que exportam resíduos sólidos urbanos	37	690.351
% em relação aos municípios com dados	12,67%	5,35%
Municípios com coleta seletiva	47	8.703.331
% em relação aos municípios com dados	16,10%	67,46%
Municípios integrantes de consórcio	77	4.516.270
% em relação aos municípios com dados	26,37%	35,00%
Municípios com coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde	253	11.392.209
% em relação aos municípios com dados	86,64%	88,30%

Fonte: Própria autora, 2019.

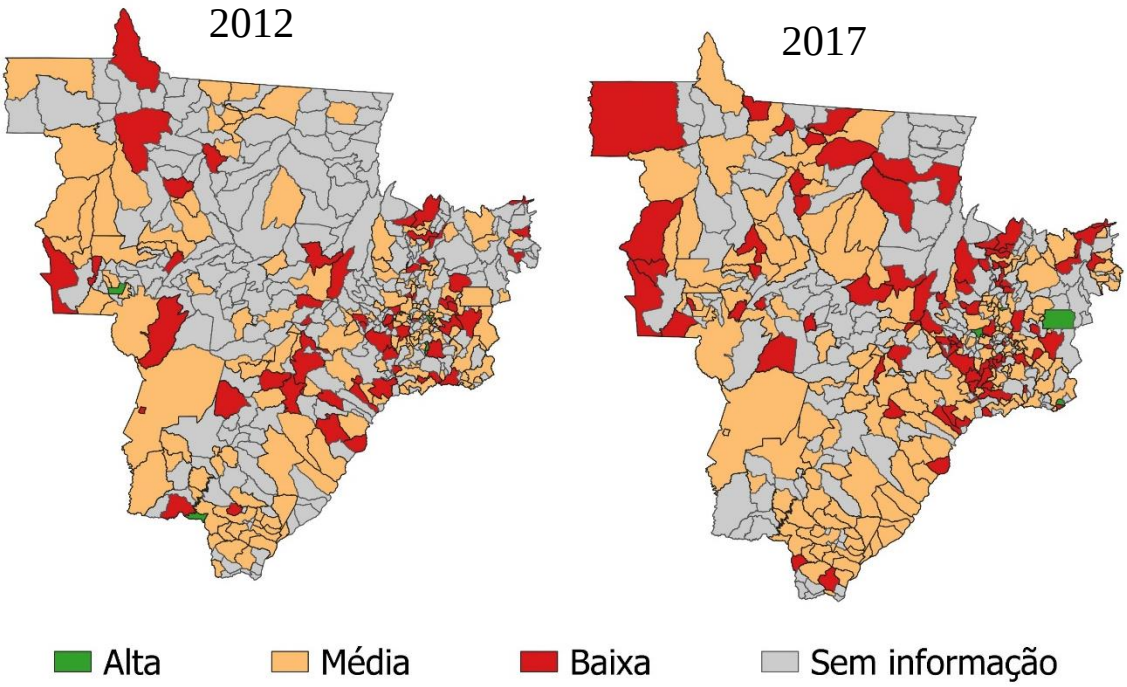
Para melhor observar as características da gestão de RSU, elaborou-se outros mapas, de acordo com as regiões do Brasil. Os mapas da Figura 6 correspondem a distribuição espacial dos municípios da região Centro-Oeste do país de acordo com a adequação de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos nas categorias alta, média e baixa, nos anos de 2012 e 2017.

Em 2012, nenhum município da região Centro-Oeste se enquadrou na categoria da adequação de gerenciamento muito baixa. Nota-se que apenas 4 municípios se enquadravam na categoria de adequação de gerenciamento alta e 61 na categoria baixa. A maior parte dos municípios (168) encaixam-se na categoria média.

Em 2017, um novo município se enquadrou na categoria alta, passando a serem computados 5 cidades nessa distribuição. Também aumentou o número de municípios na categoria baixa, contabilizando 92 cidades. Na categoria média foram enquadrados 195

municípios. Salienta-se que nenhum município atingiu a somatória para enquadramento na categoria muito baixa nesse ano.

Figura 4 – Mapa do índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos dos municípios da região centro-oeste nos anos de 2012 e 2017.



Fonte: Própria autora, 2019.

5.3 Panorama do gerenciamento de RSU na região Nordeste

No que diz respeito a região Nordeste do Brasil, foi calculado que apenas 33,17% dos municípios declararam informações sobre a geração de resíduos, contemplando 50,22% da população no primeiro ano de 2012 (Tabela 12). Cerca de 65% da população era contemplada com a coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde, contemplando quase 65% dos municípios. Quase 42% da população era atendida pelo programa de coleta seletiva, mas apenas 12,61% dos municípios declaravam esse serviço. A exportação de resíduos era de apenas 11%, atendendo 21% da população. Apenas 12% dos municípios informaram ser integrantes de consorcio, contemplando apenas 5,49% da população. A geração de resíduos foi de aproximadamente 7 bilhões de tonelada/ano nos municípios que informaram dados ao SNIS.

Em 2017, de acordo com a Tabela 13, as informações sobre a geração de resíduos contemplavam 44,93% dos municípios, o que representava quase 64% da população total da região. Em relação a coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde, cerca de 65% de

municípios eram favorecidos com esse serviço, atendendo 83% da população. A geração de resíduos foi acima de 12 bilhões de tonelada/ano nos municípios que informaram dados ao SNIS.

Em relação ao programa de coleta seletiva, houve redução de 75 para 39 no número de municípios que declararam ter esse serviço entre 2012 e 2017. Menos de 5% dos municípios afirmaram ter esse serviço no último ano da pesquisa, e apenas 22,67% da população é atendida pelo serviço. Dentre os municípios, 13,28% declararam que exportavam resíduos sólidos, contabilizando 29,68% da população total. Apenas 4,32% dos municípios informaram ser integrantes de consorcio, contemplando cerca de 14% da população.

Tabela 12 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Nordeste do Brasil em 2012.

Dados	Número de Munícipios	População total (habitantes)
Número de Munícipios com dados informados	595	27.070.614
% em relação ao total de municípios	33,17%	50,22%
Municípios que exportam resíduos sólidos urbanos	67	5.727.323
% em relação aos municípios com dados	11,26%	21,16%
Municípios com coleta seletiva	75	11.279.814
% em relação aos municípios com dados	12,61%	41,67%
Municípios integrantes de consórcio	72	1.484.749
% em relação aos municípios com dados	12,10%	5,49%
Municípios com coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde	325	17.553.827
% em relação aos municípios com dados	64,62%	64,85%

Fonte: Própria autora, 2019.

Tabela 13 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Nordeste do Brasil em 2017.

Dados	Número de Munícipios	População total (habitantes)
Número de Munícipios com dados informados	806	36.397.648
% em relação ao total de municípios	44,93%	63,59%
Municípios que exportam resíduos sólidos urbanos	107	10.803.828
% em relação aos municípios com dados	13,28%	29,68%
Municípios com coleta seletiva	39	8.252.761
% em relação aos municípios com dados	4,84%	22,67%
Municípios integrantes de consórcio	196	5.261.487
% em relação aos municípios com dados	4,32%	14,46%
Municípios com coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde	530	30.506.660
% em relação aos municípios com dados	65,76%	83,82%

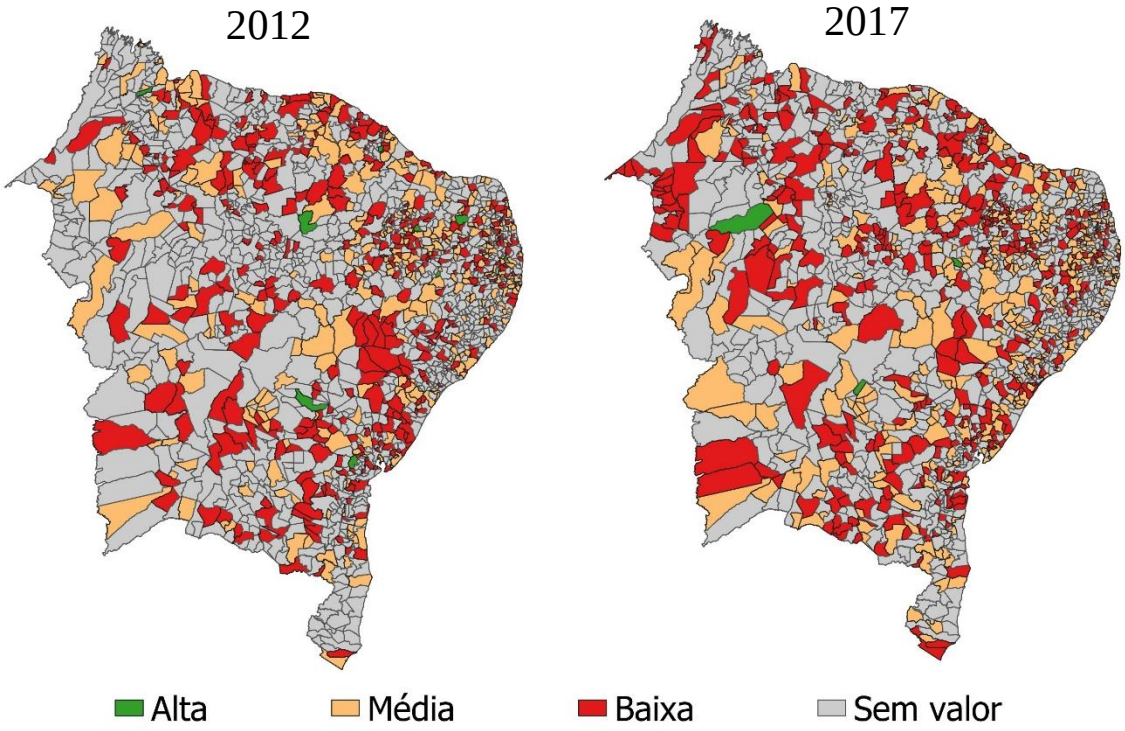
Fonte: Própria autora, 2019.

Na Figura 5, são apresentados a distribuição espacial dos municípios da região Nordeste de acordo com a adequação de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos nas categorias alta, média e baixa nos anos de 2012 e 2017. Enquanto nenhum município ter se enquadrado na categoria muito baixa nessa região, 8 faziam parte da categoria alta em 2012.

A maior parte dos municípios analisados encontravam-se dentro da categoria baixa, sendo em 2012, 384 municípios. Em relação a categoria média, 290 municípios encontravam-se nessa faixa.

Em 2017, nenhum município se enquadrava na categoria muito baixa. Além disso, apenas 3 municípios se encontravam na categoria alta, o que é um aspecto preocupante. Na categoria média, enquadravam-se 401 municípios e na categoria baixa 405 municípios.

Figura 5 – Mapa do índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos dos municípios da região Nordeste nos anos de 2012 e 2017.



Fonte: Própria autora, 2019.

5.4 Panorama do gerenciamento de RSU na região Norte

No que diz respeito a região Norte do Brasil pode-se perceber de acordo com a Tabela 14 que apenas 20,94% dos municípios declararam informações sobre a geração de resíduos, contemplando 56,42% da população no primeiro ano da pesquisa (ano de 2012). Essa foi a região com menor porcentagem de municípios com declaração de dados em relação ao número total de municípios da região. Ressalta-se que apesar da pouca participação dos municípios, a coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde, ocorre em 100% dos municípios que declararam dados ao SNIS em 2012.

No primeiro ano considerado, 23 municípios declaravam ter programa de coleta seletiva. Apenas 8,51% dos municípios responderam que exportavam resíduos sólidos, contabilizando 10,85% da população total. Apenas 13,83% dos municípios informaram ser integrantes de consorcio, contemplando apenas 3,28% da população.

Em 2017, as informações sobre a geração de resíduos contemplavam 48,11% dos municípios, o que representava 67,85% da população total da região. Nesse ano, 23 municípios

declaravam ter programa de coleta seletiva. Em relação a coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde, 60,65% de municípios eram favorecidos com esse serviço.

Em 2017, 14 municípios declaravam ter programa de coleta seletiva. Dentre os municípios, 9,72% declararam que exportavam resíduos sólidos, contabilizando 15,88% da população total. Apenas 11,10% dos municípios informaram ser integrantes de consorcio, contemplando apenas 4,87% da população.

Tabela 14 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Norte do Brasil em 2012.

Dados	Número de Munícipios	População total (habitantes)
Número de Munícipios com dados informados	94	9.206.543
% em relação ao total de municípios	20,94%	56,42%
Municípios que exportam resíduos sólidos urbanos	8	998.406
% em relação aos municípios com dados	8,51%	10,85%
Municípios com coleta seletiva	23	5.726.565
% em relação aos municípios com dados	24,47%	62,20%
Municípios integrantes de consórcio	13	302.052
% em relação aos municípios com dados	13,83%	3,28%
Municípios com coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde	94	9.206.543
% em relação aos municípios com dados	100%	100%

Fonte: Própria autora, 2019.

Tabela 15 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Norte do Brasil em 2017.

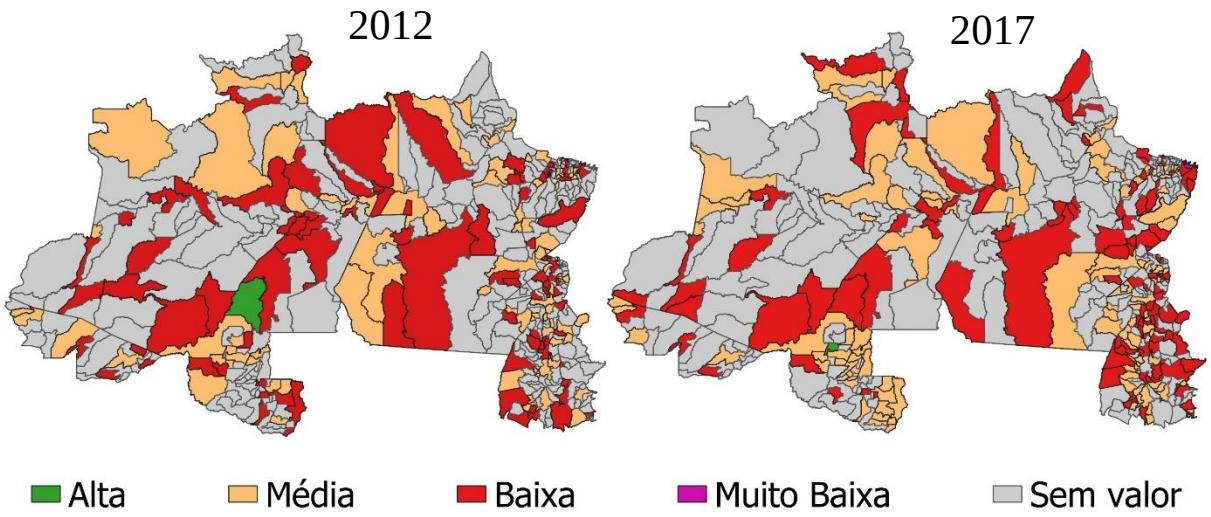
Dados	Número de Munícipios	População total (habitantes)
Número de Munícipios com dados informados	216	12.170.403
% em relação ao total de municípios	48,11%	67,85%
Municípios que exportam resíduos sólidos urbanos	21	1.932.804
% em relação aos municípios com dados	9,72%	15,88%
Municípios com coleta seletiva	14	5.038.068
% em relação aos municípios com dados	6,48%	41,40%
Municípios integrantes de consórcio	24	556.655
% em relação aos municípios com dados	11,1%	4,57%
Municípios com coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde	131	10.297.625
% em relação aos municípios com dados	60,65%	84,61%

Fonte: Próprio Autor, 2019.

No que diz respeito a região Norte do país, é possível observar na Figura 6 os mapas dos anos de 2012 e 2017 dos municípios de acordo com a adequação de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos nas categorias alta, média, baixa e muito baixa. Em 2012, haviam 93 municípios enquadrados na categoria baixa, 76 na categoria média e, apenas, 1 município enquadrado na categoria alta.

Em 2017, 116 cidades enquadraram na categoria baixa e 99 municípios na categoria média. Além disso, nota-se que só 1 município enquadrou na categoria alta. E, ainda, observou-se que esta região foi a única com município atingindo a somatória de 9, enquadrando assim na categoria da adequação de gerenciamento muito baixa.

Figura 6 – Mapa do índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos dos municípios da região Norte nos anos de 2012 e 2017.



Fonte: Própria autora, 2019.

5.5 Panorama do gerenciamento de RSU na região Sudeste

Nas Tabela 16 e 17, nota-se que cerca de 66% do total de municípios da região Sudeste respondeu à pesquisa em 2012 (total de 111 municípios). Apesar de somente cerca de 23% deles afirmarem que exportam resíduos, sendo que a população total nesses municípios representa aproximadamente 54% do total. De acordo com Urban (2016) isso é bastante influenciado pelas cidades populosas atendidas pelo sistema de coleta, como São Paulo que possui mais de 11 milhões de pessoas recebendo esse serviço.

Apenas 42,84% dos municípios declararam, em 2012, possuir um programa de coleta seletiva, no entanto, 72% da população era atendida pelo serviço. Os RSS eram declaradamente coletados de forma diferenciada por mais de 89% dos municípios, atendendo quase 97% da população. Os consórcios ocorreram em 155 municípios (aproximadamente 14% dos municípios que declararam dados), atendem cerca de 13% da população.

Em 2017, houve aumento do número de municípios que declararam dados (de 1111 para 1266). Assim, mais de 75% responderam à pesquisa sobre geração de resíduos sólidos, obtendo uma geração de resíduos per capita acima dos 30 bilhões de tonelada/ano. Desses, 37% declaravam exportar resíduos, contemplando 59% da população total. No último ano da

pesquisa, ainda que tenha diminuído os municípios que declararam possuir programa de coleta seletiva (de 476 para 472, o que corresponde a 37,29% dos municípios declarantes), a população atendida por esse serviço passou de 73 para 74%. Mais de 92% dos municípios declararam possuir coleta diferenciada de RSS, atendendo quase 98% da população. Sobre os consórcios, aumentou o número de municípios que declararam ter esse serviço (de 155 para 262), porém observa-se que não houve alteração significativa da população atendida, atendendo cerca de 13% da população.

Tabela 16 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Sudeste do Brasil em 2012.

Dados	Número de Munícipios	População total (habitantes)
Número de Munícipios com dados informados	1111	62.066.626
% em relação ao total de municípios	66,60%	76,10%
Municípios que exportam resíduos sólidos urbanos	259	33.637.409
% em relação aos municípios com dados	23,31%	54,20%
Municípios com coleta seletiva	476	45.205.707
% em relação aos municípios com dados	42,84%	72,83%
Municípios integrantes de consórcio	155	7.966.321
% em relação aos municípios com dados	13,95%	12,84%
Municípios com coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde	997	59.864.651
% em relação aos municípios com dados	89,74%	96,45%

Fonte: Própria autora, 2019.

Tabela 17 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Sudeste do Brasil em 2017.

Dados	Número de Munícipios	População total (habitantes)
Número de Munícipios com dados informados	1266	78.299.578
% em relação ao total de municípios	75,90%	90,10%
Municípios que exportam resíduos sólidos urbanos	469	46.493.556
% em relação aos municípios com dados	37,05%	59,43%
Municípios com coleta seletiva	472	58.008.045
% em relação aos municípios com dados	37,29%	74,15%
Municípios integrantes de consórcio	262	10.426.810
% em relação aos municípios com dados	20,70%	13,32%
Municípios com coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde	1171	76.169.318
% em relação aos municípios com dados	92,50%	97,28%

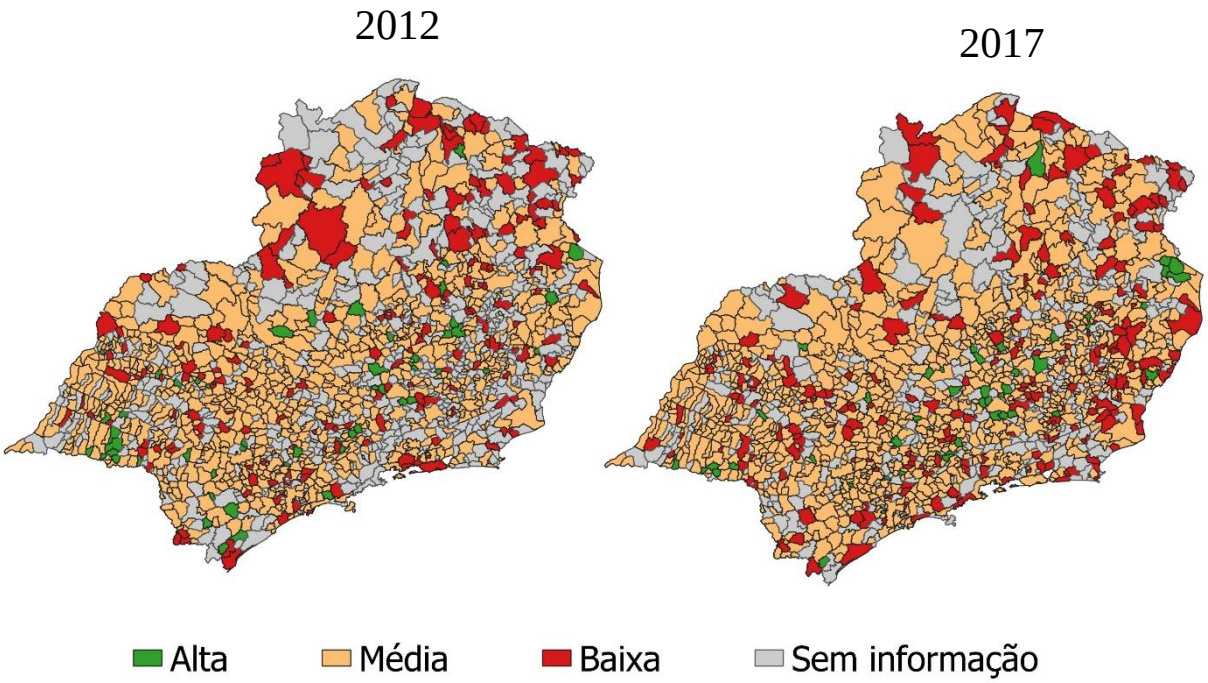
Fonte: Própria autora, 2019.

Os mapas da Figura 7 apresentam o índice de adequação do gerenciamento de RSU (IAGR) dos municípios da região Sudeste nos anos de 2012 e 2017. Foi possível observar a distribuição espacial dos municípios com a adequação de gerenciamento geral considerada alta, média e baixa. Nenhum município desta região atingiu a somatória para se enquadrar na categoria da adequação de gerenciamento muito baixa nos anos analisados.

Ainda segundo os mapas da Figura 9, nota-se que poucos municípios se enquadram na categoria de adequação de gerenciamento alta, sendo em 2012 55 cidades. Os municípios analisados, na sua maioria, encontram-se dentro da categoria média, sendo 854 cidades no primeiro ano da pesquisa. Na categoria baixa se enquadravam 201 municípios.

Em 2017 houve um decréscimo dos municípios enquadrados na categoria alta passando para 47 cidades. Na categoria média, enquadravam-se 986 municípios e na categoria baixa 232.

Figura 7 – Mapa do índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos dos municípios da Região Sudeste nos anos de 2012 e 2017.



Fonte: Própria autora, 2019.

5.6 Panorama do gerenciamento de RSU na região Sul

No que diz respeito a região Sul do Brasil, como pode ser observado nas Tabela 18 e Tabela 19, um aspecto positivo é que essa é a região que tem maior porcentagem de municípios que declararam dados ao SNIS tanto em 2012 (71,3%) quanto em 2017 (mais de 80% dos municípios possuem dados sobre a geração de resíduos). No primeiro ano da pesquisa, mais de 70% municípios declaravam suas informações, o que correspondia a 69,25% da população total.

Acrescenta-se que, desses municípios com informações, 64,35% exportavam resíduos e a população total atendida por esse serviço era de 81,23% em 2012. A participação de municípios em consórcios na região Sul representava em 2012 menos 17% do total declarante. Apenas 50,53% possuíam coleta seletiva, abrangendo apenas metade da população. Sobre a coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde, 92,30% dos municípios declararam possuir esse serviço, contemplando quase 97% da população da região Sul.

Em 2017, houve um aumento de municípios que contemplavam as informações da geração de resíduos, passando para cerca de 82%, atendendo quase 90% da população total da região. A exportação de resíduos passou para um pouco mais de 73%, mas a população atendida caiu para menos de 65%. Declararam participar de consórcios na região Sul quase 18% dos municípios declarantes. No ano de 2017, houve um avanço em relação ao serviço de coleta seletiva pois apesar de só 50,92% dos municípios possuírem tal serviço a abrangência populacional tornou-se maior, atingindo quase 82% da população.

Em relação ao serviço de coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde, aumentou o número de municípios que declararam fazer coleta diferenciada desses resíduos. Em 2017, mais de 93% dos municípios declararam possuir esse serviço, contemplando 97% da população da região Sul.

Tabela 18 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Sul do Brasil em 2012.

Dados	Número de Munícipios	População total (habitantes)
Número de Munícipios com dados informados	847	19.204.567
% em relação ao total de municípios	71,30%	69,25%
Municípios que exportam resíduos sólidos urbanos	545	15.599.217
% em relação aos municípios com dados	64,35%	81,23%
Municípios com coleta seletiva	428	9.627.136
% em relação aos municípios com dados	50,53%	50,13%
Municípios integrantes de consórcio	140	5.091.558
% em relação aos municípios com dados	16,53%	26,51%
Municípios com coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde	782	18.583.542
% em relação aos municípios com dados	92,30%	96,77%

Fonte: Própria autora, 2019.

Tabela 19 – Dados totais e relativos sobre a geração de resíduos na região Sul do Brasil em 2017.

Dados	Número de Munícipios	População total (habitantes)
Número de Munícipios com dados informados	976	26.643.331
% em relação ao total de municípios	81,95%	89,87%
Municípios que exportam resíduos sólidos urbanos	722	17.177.378
% em relação aos municípios com dados	73,98%	64,47%
Municípios com coleta seletiva	497	21.627.331
% em relação aos municípios com dados	50,92%	81,17%
Municípios integrantes de consórcio	171	5.118.281
% em relação aos municípios com dados	17,52%	19,21%
Municípios com coleta diferenciada de resíduos sólidos de saúde	910	25.861.966
% em relação aos municípios com dados	93,24%	97,07%

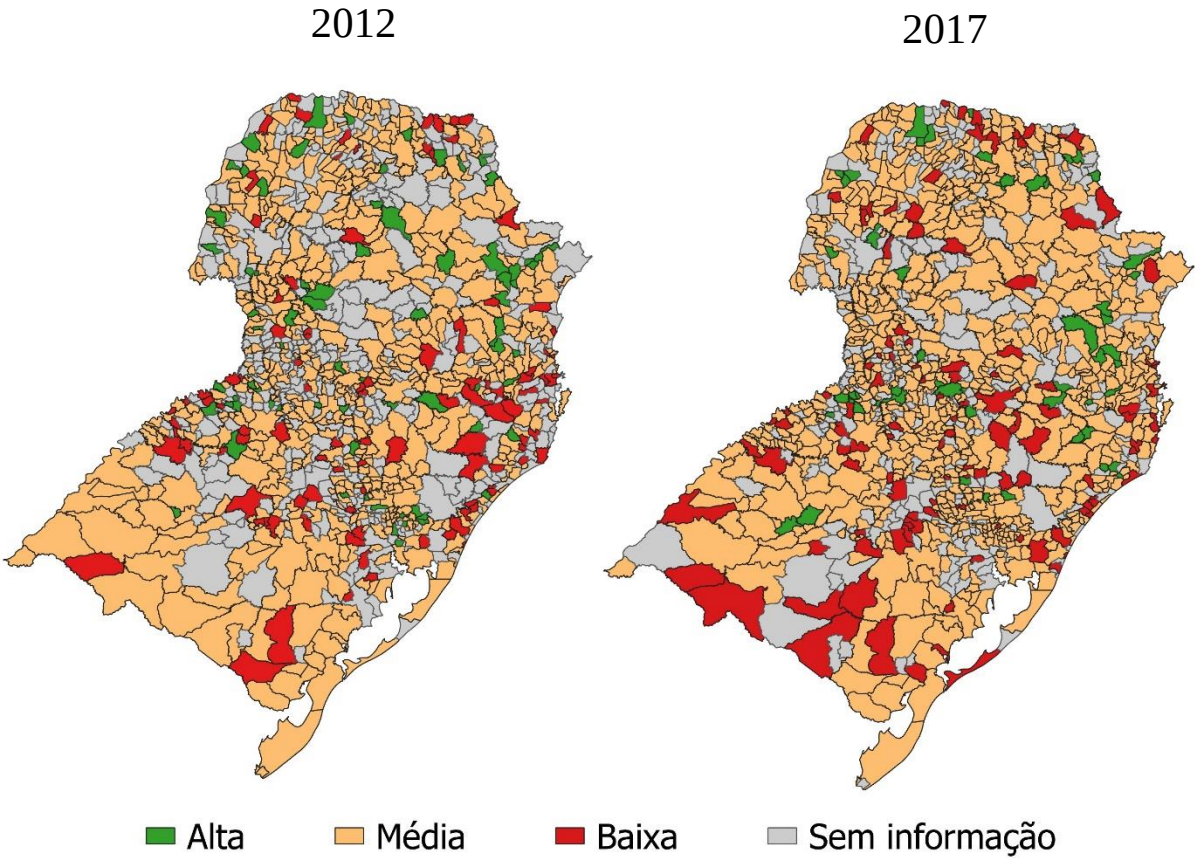
Fonte: Própria autora, 2019.

Na Figura 8 estão apresentados os mapas dos anos de 2012 e 2017 para os municípios da Região Sul do Brasil de acordo com a adequação de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos nas categorias alta, média e baixa.

Em 2012, observou-se que 73 municípios se enquadravam na categoria de adequação de gerenciamento alta e 117 na categoria baixa. A maior parte dos municípios encaixa-se na categoria média, contabilizando 656 cidades. Nenhum município da região Sul do país enquadrou, em 2012, na categoria da adequação de gerenciamento muito baixa.

Em 2017, houve um decréscimo na categoria alta passando a computar 57 cidades nessa distribuição. Entretanto, aumentou o número de municípios na categoria baixa, contabilizando 133 cidades. Na categoria média foram enquadrados 786 municípios. Não houveram municípios na categoria muito baixa.

Figura 8 – Mapa do índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos dos municípios da Região Sul nos anos de 2012 e 2017.



Fonte: Própria autora, 2019.

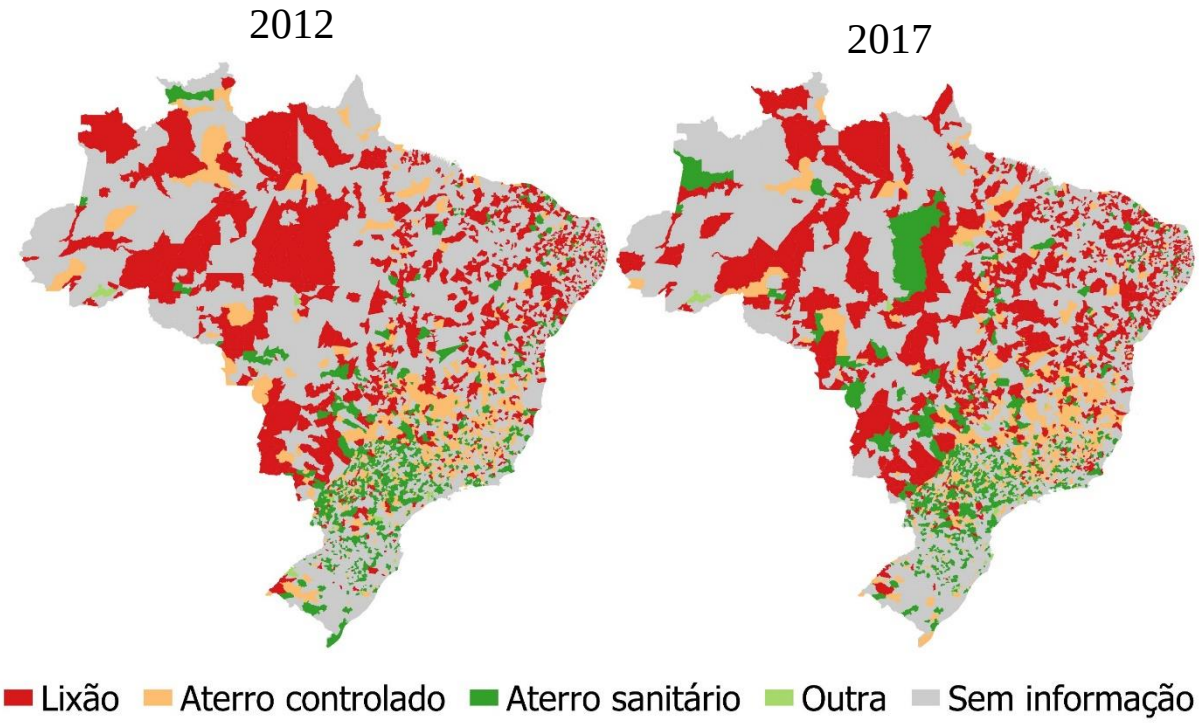
5.7 Panorama da disposição final dos RSU no Brasil

A fim de melhor observar as características regionais da gestão de RSU, foram elaborados mapas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos de acordo com o tipo de unidade (aterro sanitário, aterro controlado, lixão e outros), nos anos de 2012 e 2017.

No Brasil, em 2012, 2352 municípios declaravam sobre esse serviço. Dessas cidades declarantes, quase 42% possuíam o lixão como tipo de disposição final de RSU e atendia cerca de 27% da população. Além disso, aproximadamente, 25% dispunha seus resíduos em aterros controlados, correspondendo a aproximadamente, 26% da população. Apenas 29% dos municípios declaravam dispor os RSU em aterros sanitários, no entanto, 45,70% da população era atendida com esse serviço, e 5% utilizavam outros tipos de disposição final, conforme mostra a Figura 9.

Em 2017, 2987 municípios declaravam sobre a disposição final dos resíduos sólidos urbanos de acordo com o tipo de unidade. Nota-se que dessas cidades com informações, mais de 44% declararam possuir lixão como forma de disposição final, contemplando 22,50% da população. Além disso, 26,4% utilizavam o aterro controlado, o que representa cerca de 15% da população. Menos de 28% aterro sanitário, mas 42% população era atendida com esse serviço. Acrescenta-se que 1,7% utilizam outra forma de disposição final de RSU (Figura 9).

Figura 9 – Mapa da disposição final dos RSU no Brasil nos anos de 2012 e 2017.



Fonte: Própria autora, 2019.

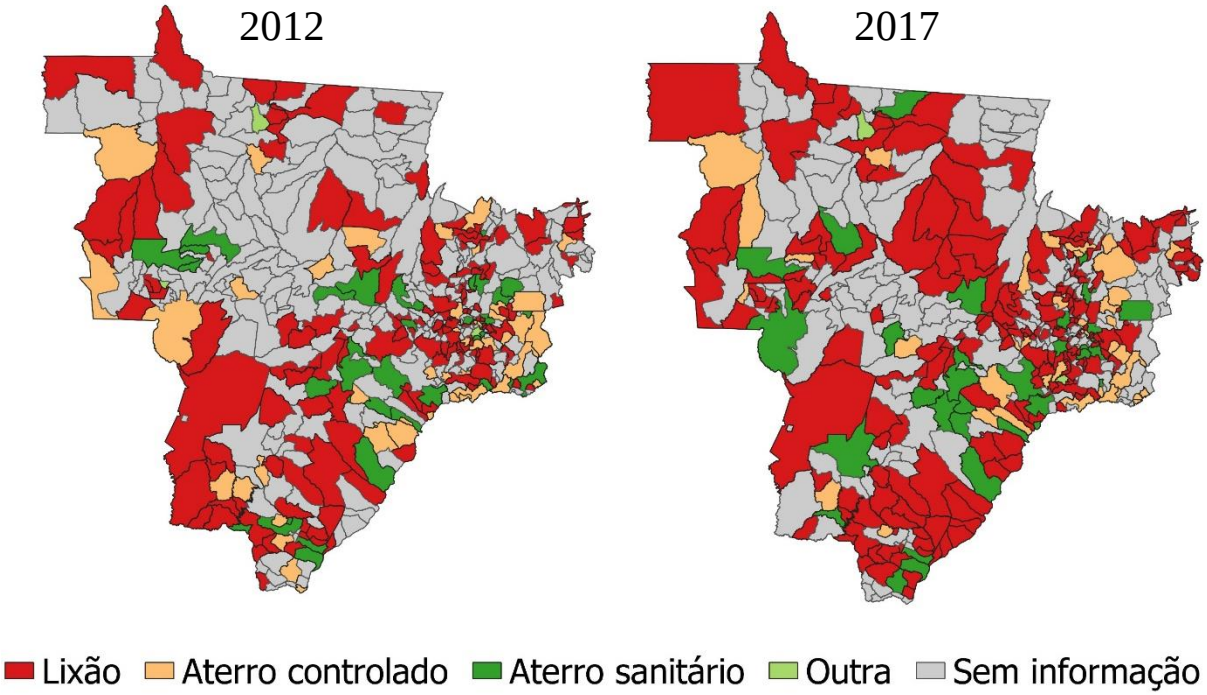
5.8 Panorama da disposição final dos RSU na região Centro-Oeste

Como pode ser notado na Figura 10, poucos municípios responderam à pesquisa na região Centro-Oeste do Brasil. Em 2012, apenas 227 municípios declaravam suas informações sobre o tipo de unidade de disposição final de resíduos sólidos urbanos. Desses municípios com informações, mais de 66% utilizam o lixão para dispor os RSU, abrangendo cerca de 44% da população. Apesar de 18% dos municípios declararem utilizar aterro controlado, a população atendida com esse serviço ultrapassa os 43%. Apenas aproximadamente 13% municípios

possuíam aterro sanitário, contemplando, aproximadamente, 11% da população dos municípios participantes e 1,8% declaravam utilizar outra forma de disposição final de RSU.

Em 2017, houve um aumento de 82 municípios que declararam as informações sobre disposição final dos resíduos sólidos urbanos de acordo com o tipo de unidade, computando 309 cidades. A unidade de disposição do tipo lixão era utilizada por aproximadamente 69% dos municípios declarantes, atendendo cerca de 28% da população. Os aterros controlados eram utilizados por pouco mais de 15% cidades, correspondendo a aproximadamente, 13% da população. Os aterros sanitários por 14,6% dos municípios, contemplando, apenas, 3,50% da população. Menos de 1% possuíam outras formas de disposição.

Figura 10 – Mapa da disposição final dos RSU no Centro-Oeste nos anos de 2012 e 2017.



Fonte: Própria autora, 2019.

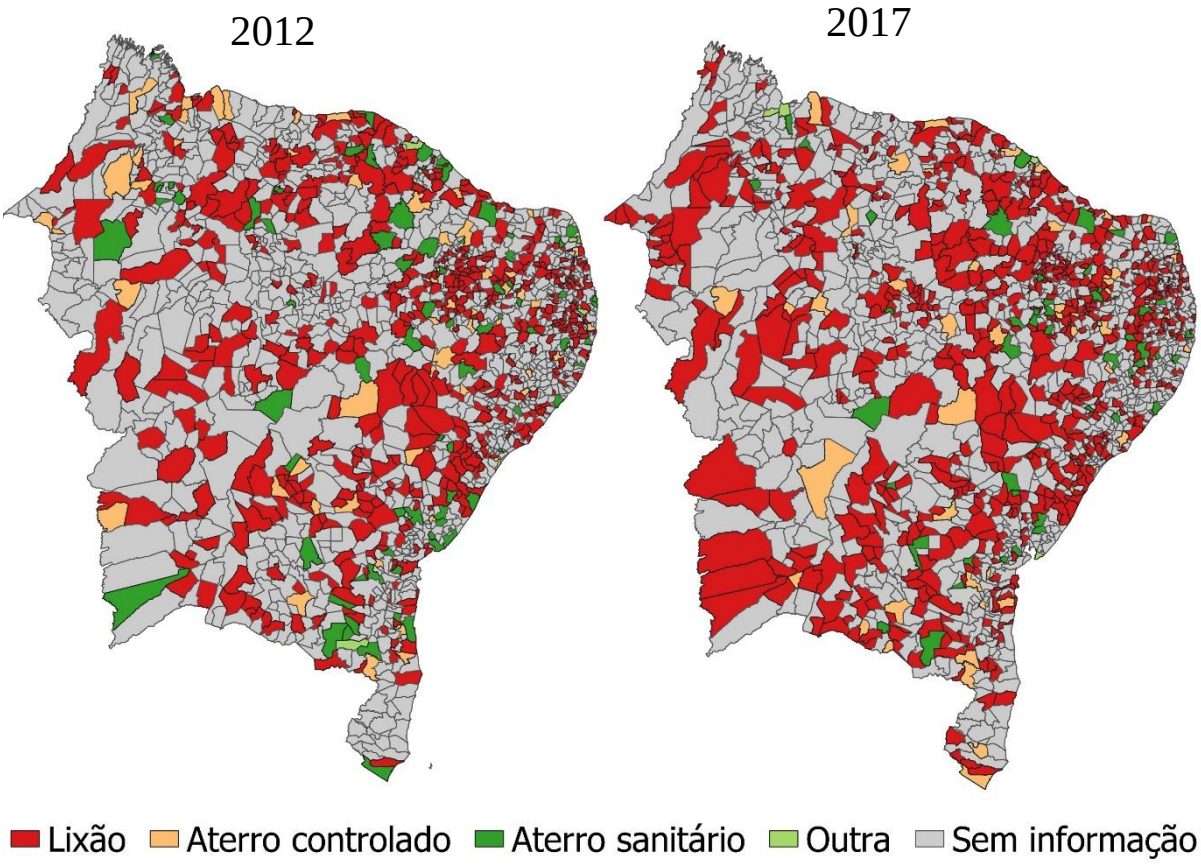
5.9 Panorama da disposição final dos RSU na região Nordeste

Na Figura 11 está apresentada a distribuição espacial dos municípios da região Nordeste de acordo com a disposição final dos resíduos sólidos urbanos em relação ao tipo de unidade, nos anos de 2012 e 2017. Em 2012, dos 635 municípios declarantes, 83,3% utilizavam o lixão para dispor os RSU, o que corresponde a mais de 78% da população, 5,82% dispunham em aterro controlado, contemplando, apenas, 3% da população. Dos municípios participantes,

10,23% informaram dispor seus resíduos em aterro sanitário, atendendo, aproximadamente, 18% da população e 0,63% utilizavam outros tipos de disposição.

Em 2017, 849 municípios declararam sobre o tipo de unidade utilizado para disposição final dos RSU. Em relação ao lixão, 83,75% municípios declaravam utilizar esse tipo de unidade para dispor os RSU, o que corresponde cerca de 47 % da população. Apenas 7,42% das cidades dispunha em aterro sanitário, atendendo 8,44% da população. E, 7,66% dos municípios em aterro controlado, contemplando 28,40% da população e 0,12% em outras formas de disposição.

Figura 11 – Mapa da disposição final dos RSU no Nordeste nos anos de 2012 e 2017.



Fonte: Própria autora, 2019.

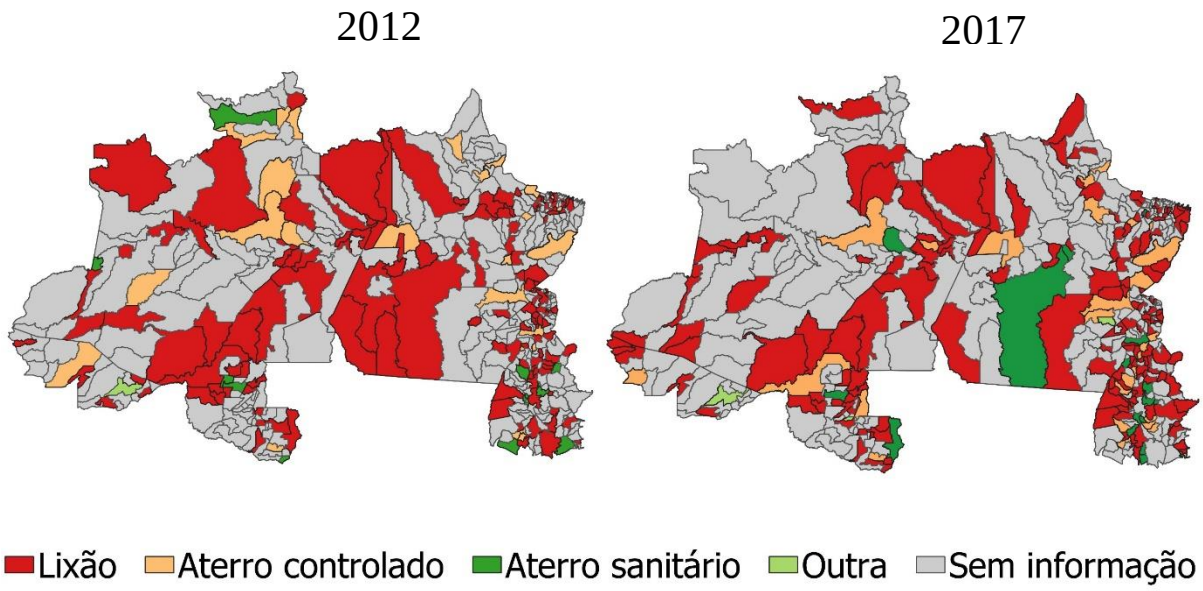
5.10 Panorama da disposição final dos RSU na região Norte

No que diz respeito a região Norte do Brasil, 165 dos municípios declararam informações sobre a disposição final dos resíduos sólidos em 2012 (Figura 12). Ressalta-se que mais de 78% das cidades utilizavam o lixão para dispor os RSU, correspondendo a

aproximadamente, 53% da população, o que é um aspecto negativo. Cerca de 13% declaravam dispor seus resíduos em aterros controlados, representando 33,78% da população. Além disso, 6,67% das cidades declarantes, informaram dispor seus resíduos em aterros sanitários, sendo, apenas, 6,92% da população representada, e menos de 2% utilizavam outras formas de disposição.

Em 2017, 230 municípios declaravam sobre o tipo de unidade utilizado para disposição final dos RSU. Desses, 78,2% utilizavam o lixão para dispor os RSU, sendo 3% da população representada. Quase 14% declaravam dispor em aterro controlado, correspondendo a aproximadamente, 17% da população. Aproximadamente, 9% das cidades informaram utilizar aterro sanitário, contemplando, 26% da população e um pouco mais de 2% de municípios declararam utilizar outros tipos de unidade.

Figura 12 – Mapa da disposição final dos RSU no Norte nos anos de 2012 e 2017.



Fonte: Própria autora, 2019.

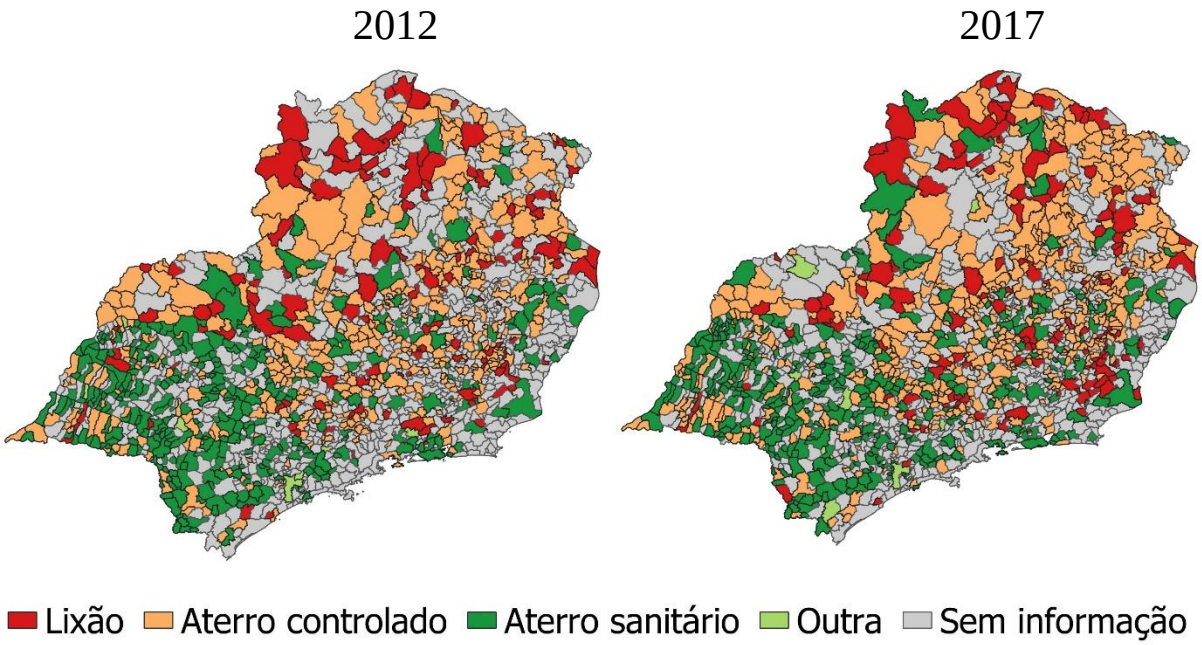
5.11 Panorama da disposição final dos RSU na região Sudeste

No que diz respeito a região Sudeste do Brasil, estão apresentados na Figura 13 os mapas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos de acordo com o tipo de unidade, nos anos de 2012 e 2017. Em 2012, apenas 981 municípios declaravam suas informações sobre o tipo de unidade de disposição final de resíduos sólidos urbanos. Desses municípios com informações pouco mais de 11% utilizam o lixão para dispor os RSU, representando quase 14% da

população. Sobre a disposição em aterro controlado, 42,41% declaravam utilizar dessa forma, sendo mais de 31% da população contemplada com esse serviço. Além disso, quase 37% possuíam aterro sanitário, o que representava quase 55% da população. A quantidade de municípios com aterro sanitário como disposição final foi maior que a média brasileira, o que é um aspecto positivo. Quase 10 % declaravam utilizar outra forma de disposição final de RSU.

Em 2017, 1147 municípios contemplavam as informações sobre disposição final dos resíduos sólidos urbanos de acordo com o tipo de unidade. A unidade de disposição do tipo lixão era utilizada por aproximadamente 12,50% dos municípios declarantes, o que representava 7% da população. Os aterros controlados eram utilizados por pouco mais de 47% cidades, representando quase 17% da população. Os aterros sanitários eram a forma de disposição final de 37,75% dos municípios, o que correspondia cerca de 50% da população e quase 2% das cidades possuíam outras formas de disposição.

Figura 13 – Mapa da disposição final dos RSU no Sudeste nos anos de 2012 e 2017.



Fonte: Própria autora, 2019.

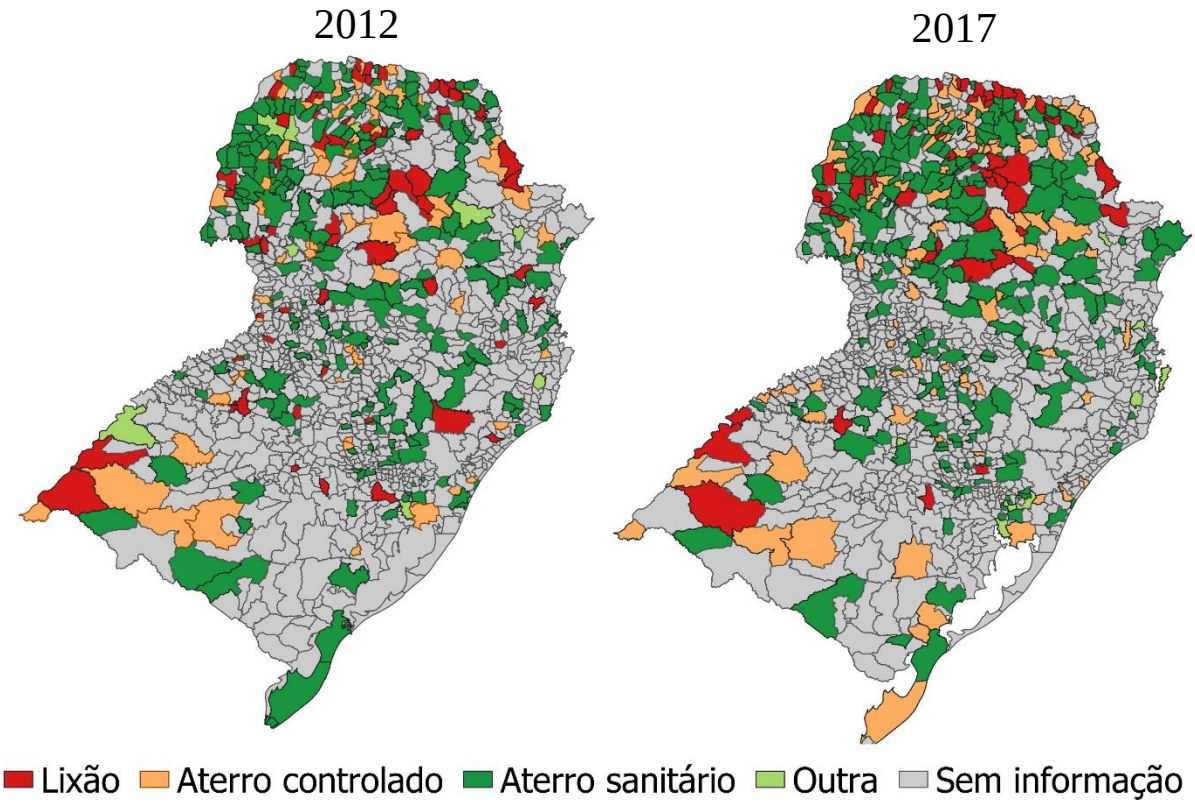
5.12 Panorama da disposição final dos RSU na região Sul

Na Figura 14 estão apresentadas as distribuições espaciais dos municípios da região Sul do Brasil de acordo com a disposição final dos resíduos sólidos urbanos em relação ao tipo de

unidade nos anos de 2012 e 2017. Em 2012, dos 344 municípios declarantes, 13,66% utilizavam o lixão para dispor os RSU, representando menos de 10% da população. Cerca de 19% dos municípios declarantes possuíam aterro controlado, sendo 15,42% da população representada. Quase 70% informaram utilizar aterro sanitário (valor relativo ao número de municípios declarantes acima da média do Brasil) sendo mais de 73% da população representada e 3,48% das cidades utilizavam outros tipos de disposição.

Em 2017, 450 municípios declararam sobre o tipo de unidade utilizado para disposição final dos RSU. Em relação ao lixão, 15,78% municípios declaravam utilizar esse tipo de unidade para dispor os RSU, correspondendo a 7,50% da população. Cerca de 23% dispunha em aterro controlado, o que correspondia a 21% da população. Quase 60% em aterro controlado, contemplando quase 60% da população, e 2,70% dos municípios tinham outras formas de disposição.

Figura 14 – Mapa da disposição final dos RSU no Sul nos anos de 2012 e 2017.



Fonte: Própria autora, 2019.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo contempla uma análise qualitativa sobre o panorama dos resíduos sólidos urbanos no Brasil e sob a ótica regional do país, englobando o estudo dos dados da geração de resíduos, o IAGR proposto por Urban (2016) e a da disposição final dos resíduos sólidos urbanos, como ferramenta para a gestão dos RSU.

De modo geral, de acordo com Urban (2016), o IAGR permite uma melhor visão espacial de áreas que demandam atenção, auxiliando na definição do panorama da área de estudo. Desse modo, não é adequado para uma análise específica dos problemas de cada um dos municípios estudados, assim, esse estudo deve ser feito localmente.

Especificamente sobre o panorama da situação dos RSU no Brasil e em suas regiões, foi possível identificar que há um baixo engajamento dos municípios em relação a coleta seletiva e formação de consórcios, havendo grande necessidade de crescimento desses serviços. Além disso, conclui-se que os municípios que se enquadram na categoria "adequação de gerenciamento muito baixa" e na categoria "adequação de gerenciamento baixa" precisam revisar a sua gestão de resíduos para uma melhor adequação.

As formas mais usuais de disposição final de resíduos são o Aterro Sanitário, Aterro Controlado e Lixão a céu aberto, porém no Brasil a única forma permitida por lei é o Aterro Sanitário, considerando que ele é o único, dentre os três, que possui todas as medidas de controle adequadas. Em relação ao panorama da disposição final dos RSU, a grande maioria dos municípios brasileiros contam com lixões e aterros controlados, sem infraestrutura adequada, promovendo a degradação ambiental, com vida útil limitada, podendo gerar um problema para a disposição dos RSU em médio prazo.

Desse modo, observa-se que muitos municípios ainda não atendem aos princípios e objetivos estabelecidos na PNRS, não dispondo de políticas de gerenciamento de RSU, não oferecendo serviços de coleta seletiva e sem adoção de consórcios. Além disso, infere-se que mais da metade dos municípios não possuem um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGRIS), e, ainda, que as cidades menores população possuem maiores dificuldades técnicas e financeiras em se adequarem a PNRS.

Em relação ao banco de dados do SNIS, observou-se que ainda é pequena a colaboração dos municípios, e que pode existir, dentre os municípios que declaram, desconformidade de respostas por erros de interpretações, sendo repassado ao Ministério das Cidades. Isso é um fato preocupante já que esses dados são utilizados para subsidiar a proposição de políticas públicas

e não é possível fazer uma boa gestão sem dados. Ademais, sugere-se que, de acordo com a divulgação de novas pesquisas, o estudo seja atualizado.

Diante do exposto, algumas medidas estratégicas devem ser tomadas a fim de melhorar a situação do Brasil em relação ao saneamento básico, especialmente, ao que diz respeito aos resíduos sólidos. Além disso, é necessário atentar-se sobre os princípios, objetivos e instrumentos, bem como às responsabilidades dos geradores e do poder público estabelecidos na PNRS.

Os resultados desse trabalho são uma análise da disponibilidade de dados e uma visão histórica abrangente do saneamento no Brasil, em relação aos resíduos sólidos, que poderá fornecer subsídio para outros projetos que visem orientar a formulação de políticas públicas e a tomada de decisões em direção a um país mais sustentável.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. 2017. Panorama dos resíduos sólidos no brasil. Disponível em: http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf. Acesso em: 20 out. 2019.

ALMEIDA, E. Econometria Espacial Aplicada. Campinas: Alínea, 2012.

AMARAL, L.F. Um índice regional de desenvolvimento para a agricultura, in: PROCHNOW, M. (Ed.), Cadernos Do Diálogo. Diálogo Florestal, Atalanta, SC, pp. 54–57, 2015.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: Resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro. 1987. 63 p.

BARATTO, D. S. Diagnóstico do gerenciamento dos resíduos sólidos nos municípios da quara colônia de imigração italiana do RS. Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria, 173 p. 2009.

BARROS, R. T. V. Elementos de gestão de resíduos sólidos. Belo Horizonte: Tessitura, 2012. 424 p.

BATISTA, M. E. M. **Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para gestão urbana baseado em indicadores ambientais.** 124f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. João Pessoa - Paraíba, 2005.

BERTICELLI, R.; PANDOLFO, A.; KORF, E. P. A gestão integrada de resíduos sólidos urbanos: perspectivas e desafios. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 711-744, out. 2016/mar. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. 2013. Inventário estadual de resíduos sólidos domiciliares 2013. São Paulo: CETESB. 118 p.

CONESAM – CONSELHO ESTADUAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. ISA – Indicador de Salubridade Ambiental – Manual Básico. São Paulo, Brasil, 1999.

DIAS, M.C.; BORJA, P.C.; MORAES, L.R.S. **Índice de salubridade ambiental em áreas de ocupação espontâneas: um estudo em Salvador.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2004.

FANTINATO, D. M. **O uso de diagramas na representação de projetos em publicação de arquitetura: o caso da Domus.** 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, 2018.

FERREIRA, C. F. A; JUCÁ, J. F. T. Metodologia para avaliação dos consórcios de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais. **Eng. Sanit. Ambient**., v.22, n.3, p.513-521, mai./jun. 2017.

FOUCAULT, M. O nascimento da medicina social. In: Microfisica do poder – Organização e tradição. Roberto Machado. 7ed. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1992.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Plano Nacional de Saneamento Básico. 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil, 2002. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

INSTITUTO TRATA BRASIL. RANKING DO SANEAMENTO. São Paulo. abr. 2018. Disponível em: http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking-2018/realatorio-completo.pdf. Acesso em: 14 set. 2019.

KLUNDER, A. et al. Concept of ISWM. Gouda: Waste, 2001.

MUELLER, C.; TORRES, M.; MORAIS, M. Referencial básico para a construção de um sistema de indicadores urbanos. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 1997.

PEROBELLI, F. S.; ALMEIDA, E. S.; ALVIN, M. I. S.; FERREIRA, P. G. C. Produtividade do setor agrícola brasileiro (1991-2003): uma análise espacial. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 65-91, 2007.

ROCHA, Beatriz Tonhela. **Avaliação da sustentabilidade do sistema de gestão municipal de resíduos sólidos urbanos - um estudo de caso de Rio Casca - MG.** 2017. 56 f.

Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. ISA: Indicador de Salubridade Ambiental, manual básico. São Paulo, 1999. Edição SRHSO/Sabesp. São Paulo. 1999.

SICHE, R. et al. Índices versus Indicadores: Precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente e Sociedade.** v. 10, n. 2, jul-dez. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/asoc/v10n2/a09v10n2.pdf. Acesso em: 10 out. 2019.

SHEN, T. T. Industrial Pollution Prevention. Springer Verlag. In: Gerenciamento Ambiental, Cap. II, p. 74-6. 1995.

SHIELDS, D.; SOLAR, S.; MARTIN, W. The role of values and objectives in communicating indicators of sustainability. **Ecological Indicator**, v. 2, n. 1-2, p. 149-160, nov. 2002.

SICHE, Raúl et al. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambient. soc**., Campinas, v. 10, n. 2, p. 137-148, Dec. 2007.

TAVARES, F. G. R. Resíduos sólidos domiciliares e seus impactos socioambientais na área urbana de MacapáAP. Universidade Federal do Amapá - Macapá, 2014.

URBAN, R. C. Índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos como ferramenta para o planejamento: aplicação no estado de São Paulo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.21, n.2, p. 367-377, 2016.

VIEL, R. **Estudo do funcionamento da Estação de Tratamento de Esgostos do Campus da Fundação Oswaldo Cruz.** 1994. 54f. Tese (Mestrado em Saúde Pública) – Fiocruz: Rio de Janeiro, 1994.