

EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL: UMA ANÁLISE CRÍTICA DOS SERVIÇOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS COM BASE NA EXPERIÊNCIA DO SNIS

Tayná Salimena, Fernanda Pantojo, Jussara Ferreira-Santos, Edgard Dias e Samuel Castro*

Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (ESA) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, 36036-330, MG, Brasil

Palavras-chave: Índices de Avaliação do Saneamento, Saneamento Básico, Universalização do Saneamento, Resíduos Sólidos Urbanos.

Resumo. O saneamento básico agrega serviços e instalações operacionais em seu conceito, visando à universalização do abastecimento de água, coleta de esgoto, resíduos sólidos, limpeza urbana, drenagem urbana e manejo de água pluvial. Diante disso, foi desenvolvido o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, SNIS, atualmente sob gestão do Ministério do Desenvolvimento Regional, que é responsável por recolher dos prestadores, dados referentes a esses serviços. O presente estudo aplicou testes estatísticos na análise do cenário evolutivo do saneamento no Brasil (2012-2016), explorando dados e evidenciando obstáculos e tendências nos indicadores. Foram observados informações e indicadores contidos nos diagnósticos anuais do manejo de resíduos sólidos do SNIS, com foco em: despesa *per capita* com manejo de resíduos sólidos em relação à população urbana (IN006); taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta da população urbana do município (IN014); massa coletada *per capita* em relação à população urbana (IN021); taxa de resíduos sólidos da construção civil coletada pela prefeitura em relação à quantidade total coletada (IN026); taxa de recuperação de materiais recicláveis em relação à quantidade total coletada (IN031); e taxa de resíduos de serviços de saúde coletada em relação à quantidade total coletada (IN037). A partir da elaboração de gráficos e da análise dos testes estatísticos foi possível comparar os dados e evidenciar características e deficiências do gerenciamento de resíduos nas macrorregiões do Brasil. A cobertura de coleta domiciliar tem se mantido em taxas elevadas com valores médios acima de 89 % no período de 2014 a 2016, porém, há um déficit de atendimento a moradores das regiões N e NE. Evidenciou-se, ainda, incremento nas despesas referentes ao manejo de resíduos sólidos urbanos e a dificuldade em garantir o equilíbrio econômico-financeiro do setor. A geração de resíduos de serviços de saúde tem aumentado, assim como a disposição final dos mesmos sem tratamento prévio, o que merece atenção, haja visto os problemas ambientais decorrentes. Desse modo, o estudo contribui para o diagnóstico da conjuntura sanitária do país no que tange a resíduos sólidos, de modo a subsidiar o gerenciamento e tomada de decisão com vistas à universalização dos serviços.

Endereços de e-mail: tayna.salimena@engenharia.ufjf.br, fernanda.pantojo@engenharia.ufjf.br, jussara.santos@engenharia.ufjf.br, edgard.dias@ufjf.edu.br, samuel.castro@ufjf.edu.br*

EVOLUTION OF SANITATION IN BRAZIL: A CRITICAL ANALYSIS ON SOLID WASTES SERVICES BASED ON THE SNIS DATASET

Keywords: Sanitation assessment indexes, Sanitation, Universalization of sanitation, Municipal solid wastes.

Abstract. Sanitation incorporates services and operational facilities in its concept, aiming at the universalization of water supply, sewage collection, solid waste, urban cleaning, urban drainage, and stormwater management. Given this fact, the Brazilian National Sanitation Information System, SNIS, under the management of the Ministry of Regional Development, which is responsible for collecting data from local providers of sanitation services. This study applied statistical tests in the analysis of the evolutionary scenario of sanitation in Brazil (2012-2016), exploring data and showing improvement points, obstacles, and trends in the indicators, which could guide and support the management and management of sanitation in the country. Information and indicators contained in the SNIS' annual reports on solid waste management were observed, focusing on: *per capita* expenditure on solid waste management in relation to the urban population (IN006); coverage rate of the direct home collection service of the urban population of the municipality (IN014); mass collected *per capita* in relation to the urban population (IN021); rate of solid construction waste collected by the city in relation to the total amount collected (IN026); rate of recovery of recyclable materials in relation to the total amount collected (IN031) and rate of waste from health services collected in relation to the total amount collected (IN037). From the elaboration of graphs and the analysis of the statistical tests, it was possible to compare the data and show characteristics and deficiencies of waste management in the macro-regions of Brazil. Coverage of household collection has remained at high rates with average values above 89 % in the period from 2014 to 2016, although there is a deficit in services to residents of the North and Northeast regions. It was also evidenced an increase in expenses related to the management of urban solid waste and the difficulty in ensuring the economic and financial balance of the sector. The generation of waste from health services has increased, and so has the final disposal without prior treatment which deserves attention. That said, the verification of this information contributes to the diagnosis of the country's health situation with regard to solid waste, in order to subsidize management and decision making with a view to the universalization of services.

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico engloba serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, manejo de águas pluviais e gerenciamento de resíduos sólidos. A universalização do acesso e a efetiva prestação do serviço são preconizadas pela Lei Nacional do Saneamento Básico - LNSB (Lei nº 11.445/2007) e a atualização do Marco Legal do Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020) [1, 9]. Dessa forma, diante da necessidade de proporcionar um levantamento sobre a situação do saneamento no Brasil, através do Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS), foi desenvolvido o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), que é responsável por recolher dos prestadores de serviços as informações referentes aos serviços de Água e Esgotos (AE), Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (AP). Este sistema de informação surgiu pelo intermédio do Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS) [12].

O fornecimento de informações ao SNIS pelos prestadores não é compulsório, contudo, existem programas de investimentos do Ministério do Desenvolvimento Regional usam como critério de seleção o envio de informações ao sistema. Outrossim, o uso de sistemas de informações é um princípio fundamental que garante clareza dos dados à população. A transparência desses dados, aliada a representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas, trazem à comunidade o conhecimento, participação, controle e avaliação do saneamento básico [16].

A exposição dos dados recebidos pelo SNIS é realizada através da publicação anual de diagnósticos, que realizam uma análise crítica de determinadas informações e indicadores. Sendo assim, é disponibilizado através do endereço eletrônico do SNIS, no ambiente Série Histórica, tabelas com as informações recebidas e indicadores calculados pelo sistema. Visto que o SNIS dispõe dados a partir de diagnósticos anuais, não oferecendo uma comparação múltipla, é de suma importância a análise dos indicadores entre as regiões e em um determinado espaço de tempo.

Os dados trazidos têm corroborado a necessidade de avanços na gestão de resíduos sólidos mesmo após 10 anos das mudanças estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) [8]. Embora tenha sido hierarquizado em seus objetivos a não geração e a redução dos resíduos, observa-se que a produção dos mesmos ainda têm se mantido em patamares expressivos, tendo a coleta desses estimada no ano de 2017 em 60,6 milhões de toneladas e em 2018, o valor passou a 62,78 milhões de toneladas [15, 16]. A cobertura da coleta também tem aumentado, passando de 91,24 % em 2017 para 92,01 % em 2018. Entretanto, ainda existem desafios considerando que, atualmente, 61,9 % das cidades participantes do SNIS em 2018 declararam não utilizar do serviço de coleta seletiva, o que afeta a reciclagem dos resíduos, uma vez que a separação dos mesmos deve ser feita na fonte [17].

Ainda é uma realidade que os municípios gerenciam uma parte significativa dos resíduos de construção civil (RCC) e Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) que, conforme expresso por Brasil [8] deveriam estar ao encargo de seus geradores [1]. No ano de 2016, o volume desses resíduos, sob responsabilidade municipal, chegou a 117 milhões de toneladas o que interfere diretamente nos custos com o manejo [1].

No ano de 2018, as despesas das prefeituras com manejo de resíduos sólidos chegaram a R\$ 22 bilhões [17]. Avaliando que somente 47 % dos municípios cobram pelos serviços de coleta, transporte e destinação final de RSU (aqueles participantes da análise do SNIS) e apenas 54,3 % do custo são cobertos pelo valor cobrado, verifica-se que não há uma estabilidade orçamentária no setor [17]. Posto isso, embora a realidade expressa anteriormente ainda seja deficitária no que se refere ao equilíbrio econômico-financeiro, a Lei nº 14026/20 determina o prazo de até 2021 para que os municípios criem alguma fonte de receita para estabelecer mecanismos de

cobrança [9]. Assim sendo, novas formas de taxas ou tarifas têm de ser criadas com vistas a atender à legislação, devendo considerar sobretudo a destinação adequada dos resíduos coletados e nível de renda da população atendida [9].

A destinação final dos resíduos no país também merece atenção, visto que em 2018 a massa total recebida nos lixões correspondeu a 6 milhões de toneladas, sendo que desse valor 57,3 % foram provenientes somente da região NE [17]. Quando se adiciona a massa total recebida em aterros controlados a lixões o valor ultrapassa os 15,05 milhões de toneladas. Este valor é maior que o atingido em 2016 de 13,47 milhões de toneladas de resíduos, o que além de indicar um aumento gradual da forma de disposição inadequada e desigualdades entre as regiões brasileiras, traz implicações ambientais e sociais [15]. Não obstante, causa uma sobrecarga nas áreas disponíveis para a disposição de rejeitos, dado que muitos resíduos são dispostos sem terem sido reutilizados ou reaproveitados conforme preconiza a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) [8].

Embora os valores referentes à disposição dos resíduos ainda se apresentem distantes da realidade que se almeja, esforços são necessários para atender ao exigido pelo Novo Marco do Saneamento Básico (Lei nº 14026/20), que estabelece como prazo o ano de 2020 para ser determinada a disposição ambientalmente adequada dos resíduos e por conseguinte o fim dos aterros irregulares [9].

À vista disso, percebe-se que a gestão de resíduos sólidos é um crescente desafio sobretudo para as administrações municipais e que medidas serão necessárias para que as adequações sejam realizadas de forma que os serviços atendam a população e sejam prestados com qualidade [20]. Assim, evidencia-se a importância desta pesquisa para a garantia de informação de forma simplificada e clara, avaliando as condições sanitárias do país, para subsidiar o gerenciamento e tomada de decisão do governo.

2 OBJETIVO

O estudo buscou avaliar a situação do saneamento básico no país entre 2012 e 2016 através da base de dados do Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento (SNIS), com ênfase na limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, caracterizando-os em termos das diferentes regiões e evidenciando possíveis pontos de melhoria.

3 METODOLOGIA

O presente estudo analisou estatisticamente a base de dados desagregados do Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento (SNIS). Para isso, foram utilizados os dados das cinco grandes regiões do Brasil (Centro-Oeste – CO; Norte – N; Nordeste – NE; Sul – S; Sudeste – SE) dos anos de referência de 2012 a 2016. O intervalo temporal selecionado foi adotado considerando a disponibilidade de dados para os indicadores analisados, tendo como marco regulatório do setor a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) [8], com potencial de resultados evidentes e já implementados com dois anos de sua promulgação. Visto que existem diversas informações e indicadores no sistema, foi realizada uma análise crítica para a seleção dos indicadores. Dessa forma, para os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, foram analisados os seguintes índices: IN006 - Despesa *per capita* com manejo de RSU em relação à população urbana (R\$/hab); IN014 - Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município (%); IN021 - Massa coletada (RDO + RPU) *per capita* em relação à população urbana (kg/hab./dia); IN026 - Taxa de resíduos sólidos da construção civil (RCC) coletada pela prefeitura em relação à quantidade total coletada (%); IN031 - Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto

matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (RDO + RPU) coletada (%); e IN037 - Taxa de RSS coletada em relação à quantidade total coletada (%).

3.1 Análise dos dados

Inicialmente, realizou-se uma análise de consistência no conjunto de dados para cada indicador, com o expurgo daqueles sem significado físico. Os dados qualitativos e quantitativos foram submetidos ao teste de distribuição qui-quadrado (χ^2) para a verificação da aderência do conjunto de dados pelo intermédio das distribuições observadas e esperadas nas amostras. Este teste foi aplicado com o objetivo de analisar a normalidade da distribuição e balizar o uso dos demais testes estatísticos, paramétricos ou não. Nesse teste, supõe-se hipótese nula de que os dados seguem distribuição normal. A análise é realizada através da obtenção do p-valor: caso o p-valor seja maior que a significância adotada, a hipótese nula não é rejeitada (dados seguem distribuição normal); caso o p-valor seja menor que a significância considerada, a hipótese é rejeitada (dados não seguem distribuição normal) [24].

Em seguida, foram aplicados testes de comparações múltiplas que possibilitam identificar diferenças significativas entre as médias ou medianas das amostras. Para a análise estatística dos dados não-paramétricos, o teste de comparações múltiplas Kruskal Wasllis ANOVA foi adotado.

Todos os testes estatísticos de comparações simples e múltiplas foram realizados através do *software* estatístico Statistica versão 8.0 [26]. Para todos os testes, adotou-se nível de confiança de 95 %. Adicionalmente, com o auxílio do *software* MS Excel 2016 [24], foi realizada uma análise temporal dos indicadores, entre os anos de 2012 e 2016, a fim de analisar a evolução do saneamento no Brasil.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de promover a melhor compreensão dos gráficos Boxplot que serão apresentados ao longo deste estudo, a Figura 1 representa os símbolos relacionados ao gráfico. O retângulo central representa a zona onde estão contidos 50 % dos dados, já os valores máximos e mínimos são representados valores extremos da distribuição. Além disso existem os quartis, sendo que o primeiro quartil representa 25 % da amostra e o terceiro quartil representa 75 % da amostra. Por fim, existe a apresentação do valor mediano da distribuição [19].



Figura 1: Legenda do gráfico Boxplot

4.1 Despesa *per capita* com manejo de RSU em relação à população urbana (IN006)

A Figura 2 representa o indicador IN006 referente à despesa *per capita* com manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) nos anos de 2012 (Figura 2a) e 2016 (Figura 2b), apresentado em R\$/habitante. O cálculo do IN006 é feito através do somatório das despesas com serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos, dividido pela população urbana do município. Percebe-se que em 2012 todas as regiões configuraram-se sem diferenças estatisticamente significativas, divergente da configuração apresentada em 2016, onde as regiões CO, NE e S não apresentaram diferenças significativas entre si, bem como a região SE, que se apresentou estatisticamente semelhante a todas as outras 4, com exceção da região S.

A região NE apresenta o arquipélago de Fernando de Noronha, em Pernambuco, com o máximo elevado em relação às demais localidades, cerca de R\$ 2.726,29/hab no ano de 2016. A partir de observações, foi possível verificar a influência das cidades litorâneas no aumento do IN006. Isto se dá, devido ao fato de, no geral, serem pouco populosas e com população flutuante considerável, fato que contribui na geração *per capita* de resíduos. Segundo o IBGE [6], Fernando de Noronha apresentava em 2016 uma população estimada em 2.974 habitantes e, de acordo com Brasil [11], 91 mil turistas visitaram o município no mesmo ano, o que justifica resultados elevados.

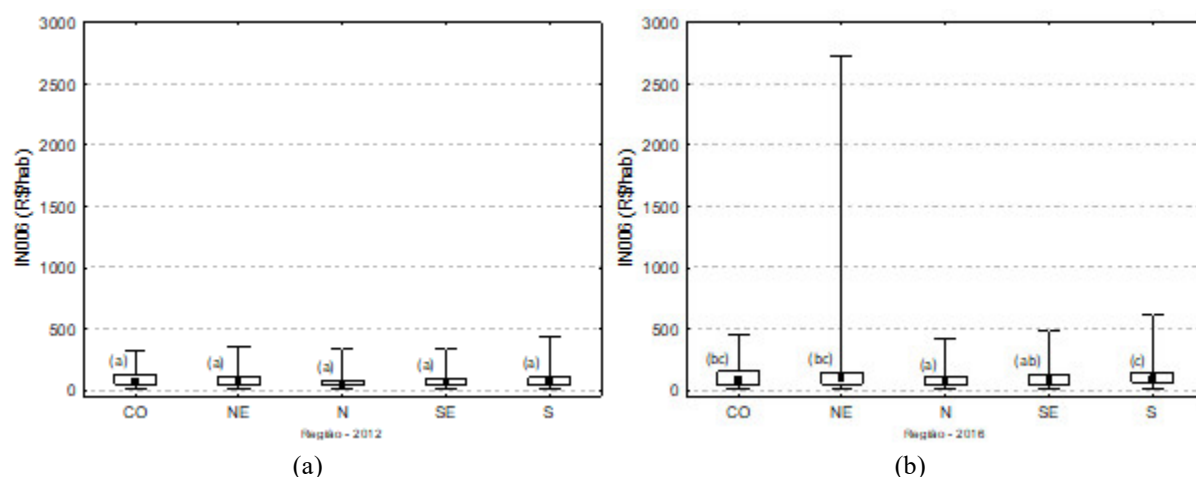


Figura 2: Índice de despesa *per capita* com manejo de RSU em relação à população urbana - IN006 - (a) 2012 e (b) 2016, sem a representação de Fernando de Noronha-PE

No ano de 2016, ao relacionar o indicador médio da despesa total dos municípios e as respectivas populações urbanas é possível verificar que a despesa total com manejo de resíduos foi de 17,7 bilhões de reais em 2016 [15]. Por sua vez, observa-se uma tendência de aumento deste indicador já que o valor chegou a 22 bilhões de reais em 2018 para os mesmos custos relacionados a transporte, manutenção, equipamentos, serviços, terceirizações e demais remunerações [17].

De acordo com o Perfil dos Municípios Brasileiros [5], base de dados de 2015, percebe-se que 2.726 municípios (52,2 %) cobravam taxas de coleta de lixo, ao passo que 1.893 municípios (36,3 %) recolhiam taxa de limpeza pública. É imperativo que os municípios tenham uma sustentabilidade econômico-financeira em suas atividades e de acordo com o disposto na Lei nº 14026/2020, tal feito obtido através da cobrança dos serviços, sejam eles taxas, tarifas e outros preços públicos [9].

O indicador IN005, que correlaciona despesas dos agentes executores de serviços de manejo de RSU e receita arrecadada com taxas e tarifas relacionadas a RSU, explicita a autossuficiência financeira do órgão gestor e tem reportado que o valor arrecadado com atividades correlatas ao manejo de RSU municipais não é suficiente para mantê-las [15, 17]. Desse modo, torna-se necessário o ajuste por parte dos municípios que ainda não adotam tal forma de cobrança visto vez que conforme exigido por Lei, essa cobrança deve se dar até julho de 2021 [9]. Não obstante, além da taxa, tarifa ou outros preços públicos, pode-se fazer necessário complementar os recursos sobretudo para pequenos municípios, assim como auxílio de profissionais capacitados como forma de suporte técnico e diretrizes no que diz respeito à política tarifária [1, 2], com vistas a assegurar o equilíbrio financeiro das atividades relativas ao manejo de resíduos sólidos.

4.2 Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município (IN014).

A Lei Nacional do Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) estabelece a formulação de planos de saneamento básico sob direção do Ministério do Desenvolvimento Regional. O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) foi elaborado a partir de três principais estudos, sendo eles: (i) Pacto pelo Saneamento Básico: mais saúde, qualidade de vida e cidadania; (ii) Panorama do Saneamento Básico no Brasil; e (iii) Consulta Pública; essenciais para sua fundamentação [12].

Segundo Brasil [15], esse indicador passou a entrar na computação dos dados a partir de 2012, com o intuito de auxiliar a verificação do progresso de uma das metas do PLANSAB tendo sido nomeado como “percentual de domicílios urbanos atendidos por coleta direta de resíduos sólidos”. Ademais, estes indicadores possuem inconsistências e disparidades, uma vez que o da PLANSAB reconhece a coleta realizada três vezes por semana nos municípios urbanos e, no caso do indicador estabelecido no SNIS, IN014, refere-se a coleta efetuada a partir de uma vez na semana [15].

A Figura 3 apresenta o indicador IN014 (%) referente à Taxa de cobertura de coleta domiciliar direta nos anos de 2012 (Figura 3a) e 2016 (Figura 3b). Em ambos há uma cobertura de coleta considerável, com valores próximos a 100 %, tendo como exceção alguns municípios que não responderam ou que não realizam coleta porta-a-porta, localizados, na grande maioria, nas regiões N e NE.

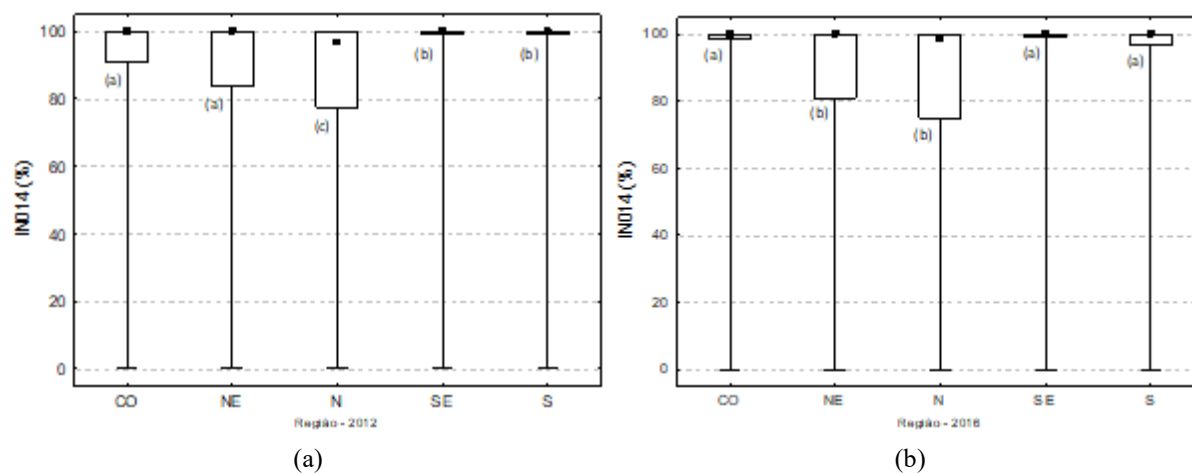


Figura 3: Taxa de cobertura de coleta domiciliar direta (IN014) para os anos de (a) 2012 e (b) 2016

A Figura 4 apresenta a evolução da taxa de cobertura de coleta domiciliar direta (IN014) no Brasil e nas regiões SE e N no período entre 2012 e 2016. Os maiores valores em relação à média nacional correspondem à macrorregião SE e por sua vez os menores valores foram representados pela região N.

Por meio da Figura 4, é possível verificar que a média da cobertura de coleta domiciliar direta (IN014) para a região SE teve uma constância entre os seus valores pontuais, apresentando sua menor média no ano de 2012 igual a 91,15 %, enquanto em 2015 apresentou seu maior valor, igual a de 93,23 %, mantendo-se durante o período estudado acima da média nacional, o que evidencia maior acesso da população urbana dessa região ao serviço. Por sua vez, os valores referentes à região NE apresentaram maior variabilidade, tendo menor e maior médias iguais a 82,10 % e 87,57 % nos anos de 2012 e 2014, respectivamente, distanciando-se da média nacional de modo geral.

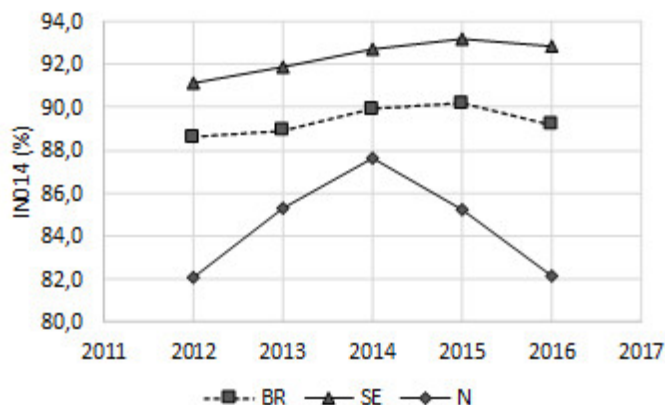


Figura 4: Taxa de cobertura de coleta domiciliar direta máxima, mínima e média nacional (IN014)

Vale destacar que o indicador IN014, ao expressar a taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta em relação à população urbana, busca evidenciar, substancialmente, a qualidade do serviço prestado uma vez que a população levantada é a que dispõe da coleta na modalidade porta-a-porta [13]. Tal ponderação é relevante, visto que em regiões caracterizadas por aglomerados urbanos com situação menos favorecida há, o que geralmente se denomina, sistemas estacionários, tais como, caçambas [15]. Essa observação é evidenciada no presente trabalho, haja vista que em 2012 e 2016 (menores valores dentro do período estudado), o indicador IN015 (Taxa de cobertura do serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares (RDO) em relação à população urbana) apresenta valores pontuais maiores, atingindo 97,48 % e 93,14 % na região N. Tal fato é corroborado dado este último indicador, que considera a coleta direta e indireta, o que permite perceber as disparidades regionais no Brasil no que tange às condições dos serviços de coleta prestados à população.

4.3 Massa coletada (RDO + RPU) *per capita* em relação à população urbana (IN021).

A Figura 5 apresenta o indicador IN021 que expressa a massa coletada de Resíduos Sólidos Domiciliares (RDO) e Resíduos Sólidos Públicos (RPU) nos anos de 2012 (Figura 5a) e 2016 (Figura 5b), sendo apresentado em kg/hab./dia.

As medianas regionais encontram-se em faixas próximas a 1 kg/hab./dia em 2012 e 2016. Em 2012 (Figura 5a), foram observados resultados próximos a esta mediana, dando destaque apenas para a cidade de Alcinópolis – MS, na região CO, com a coleta de 11,23 kg/hab./dia.

O município de Alcinópolis possuía, também em 2012, população estimada segundo o IBGE [4] de 4.704 habitantes. No entanto, a hipótese para este resultado elevado surgiu a partir do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para a Sub-Bacia do Rio Taquari, que integra o município e outros dez. Segundo PGIRS [23], para o cálculo da estimativa de coleta de resíduos sólidos urbanos são necessários outros elementos, sendo que o município não contempla o controle da geração *per capita* de RDO+RPU, o que acaba prejudicando a precisão da estimativa do parâmetro. Após esta etapa, utilizaram para a aproximação do volume de RDO+RPU coletados, peso específico aparente determinado a partir de ensaios. Para o ano de 2012 foi estimado o volume de 0,94 t/dia para Alcinópolis, o que leva a crer que, realmente, pode ter ocorrido algum equívoco ao transcrever os valores para a plataforma SNIS [15].

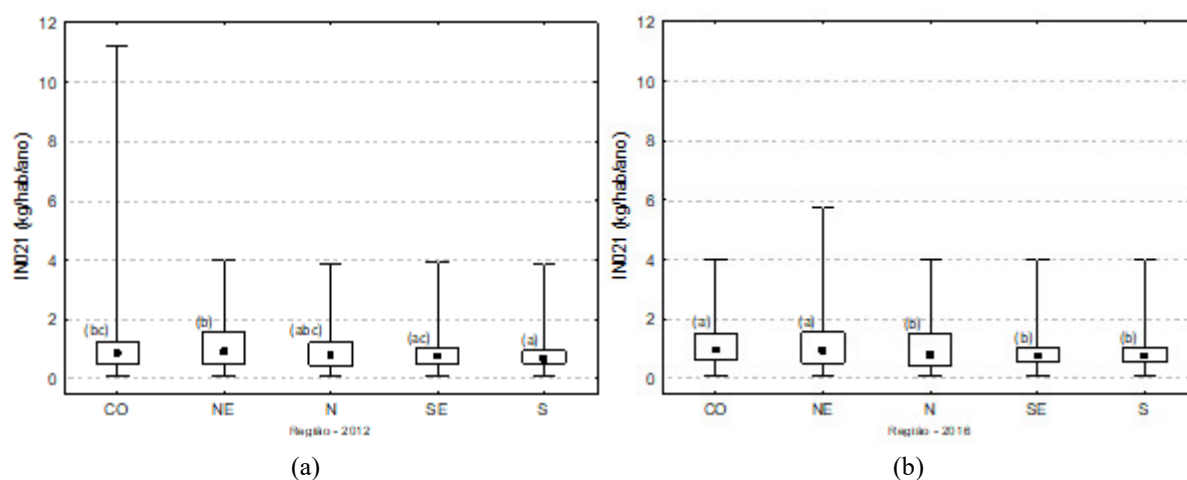


Figura 5: Massa coletada *per capita* (IN021) para os anos: (a) 2012; e (b) 2016

Através da Figura 5a é possível verificar que as regiões S e SE não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si retratando medianas respectivas de 0,68 kg/hab./dia e 0,74 kg/hab./dia em 2012. A mesma configuração foi observada no ano de 2016 (Figura 5b), onde as regiões S e SE apresentaram valores de mediana iguais a 0,75 kg/hab./dia e 0,74 kg/hab./dia, nessa ordem. Essas regiões, por sua vez apresentaram desvio estatisticamente significativo em relação às regiões CO e NE que, no ano de 2012 (Figura 5a) tiveram valores respectivos de 0,87 kg/hab./dia e 0,905 kg/hab./dia e no ano de 2016 (Figura 5b), valores de 0,97 kg/hab./dia e 0,94 kg/hab./dia.

Posto isso, embora as regiões S e SE apresentem maior desenvolvimento econômico em relação às CO e NE, têm apresentado massa coletada *per capita* menor nos anos de estudo, sendo que essa configuração se manteve em todos os anos contemplados pelo presente estudo [17]. Um fator levantado é que, como há uma presença maior de aterros sanitários privados na região SE, haveria maior rigor associado à pesagem do resíduo, dado que o mesmo está atrelado diretamente ao custo pela destinação [17]. Além disso, há de se considerar a possibilidade de coletas não oficiais que dificultam a quantificação por parte do órgão.

É importante ressaltar que o indicador IN021 leva em consideração aqueles municípios que realizam a pesagem, isto é, o mesmo relaciona apenas a massa coletada *per capita* de resíduos domiciliares e públicos dos municípios que utilizam balança para pesagem rotineira dos resíduos sólidos coletados [15].

No ano de 2012, permaneceram 908 municípios após o expurgo dos valores referente aos que não pesam seus resíduos, em relação ao total de 3.043 participantes do SNIS, sendo o valor referente aos que realizam a pesagem equivalente a apenas 16,3 % dos municípios brasileiros [13]. Assim, a porcentagem de municípios cujos dados foram utilizados para o cálculo do indicador, (por consequência dos que apresentaram uma ocorrência de pesagem rotineira de RDO+RPU entre os integrantes do SNIS) foi de 42,5 % e 37,5 % nas regiões S e SE (maiores percentuais) respectivamente, contrapondo-se às regiões NE e N, cujos valores foram de 12,3 % e 10,6 %, nessa ordem [13]. Desta forma, embora tal conjuntura tenha evoluído, haja vista que esse número nacional passou de 16,3 % em 2012 para 21,1 % em 2016 e para 23,4 % em 2018, é importante avaliar a relação entre a ausência dessa pesagem e a precariedade no que tange a infraestrutura básica, essencialmente em municípios de pequeno porte [16, 17].

4.4 Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (RDO + RPU) coletada (IN031).

A Figura 6 expressa o indicador IN031 (%) referente à Taxa de recuperação de materiais recicláveis em relação à quantidade total coletada por agentes públicos, privados ou outros agentes executores nos anos de 2012 (Figura 6a) e 2016 (Figura 6b). Os materiais mencionados são os recicláveis secos como metal, vidro, papel, plástico, excetuando-se a matéria orgânica. Por sua vez, a Figura 7 retrata a série temporal da recuperação de recicláveis (IN031 (%)) no período entre 2012 e 2016.

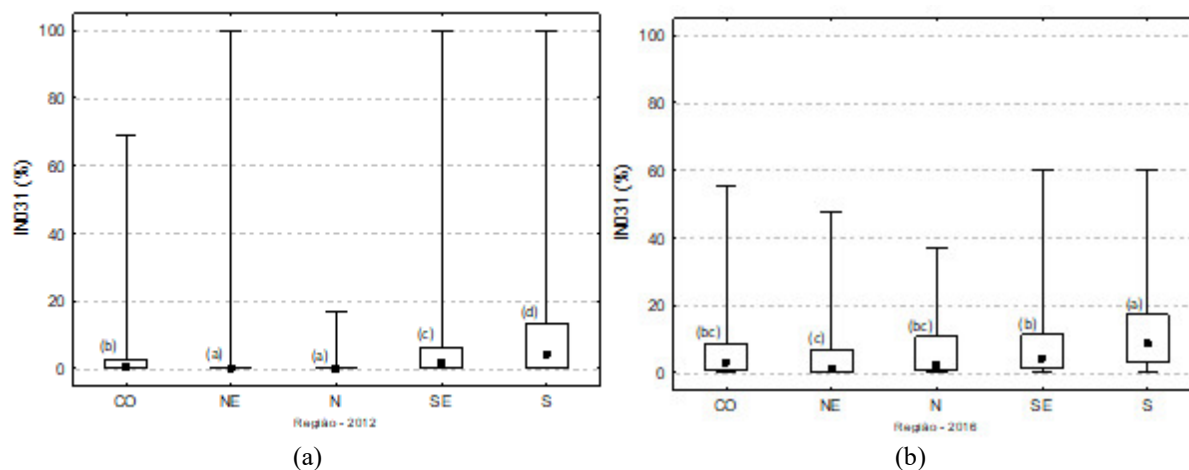


Figura 6: Recuperação de recicláveis (IN031) para os anos: (a) 2012; e (b) 2016

Nota-se que em 2012 as regiões N e NE configuraram-se sem desvio estatisticamente significativo, apresentando taxas ínfimas de recuperação de recicláveis com medianas próximas a zero. Tal fato é compreensível, considerando-se a influência que a renda familiar tem na produção de resíduos, sobretudo em suas características. As regiões N e NE possuem a maior proporção de pessoal em situação de maior vulnerabilidade entre as macrorregiões e, historicamente, uma parte significativa da população retrata padrões de renda abaixo das consideradas ideais para se ter qualidade de vida [25]. Dessa forma quanto menor a renda, usualmente verifica-se maior a fração orgânica presente no resíduo gerado e, conseqüentemente, menor é a fração de recicláveis [22].

Em 2016, embora a região NE tenha apresentado mediana de 1,44 % (menor entre as outras macrorregiões, conforme pode ser verificado na Figura 6), é notável a evolução do indicador e o crescimento nos anos considerados no estudo, corroborado através da análise da série temporal da taxa de recuperação de materiais recicláveis da Figura 7, tal qual observa-se na região N. O mesmo acontece em relação aos valores representados pela média nacional, que evidenciaram um aumento gradual ao longo do período estudado.

Usualmente, a taxa potencialmente recuperável de materiais recicláveis é de 30 % [17]. Desse modo, ao considerar a taxa de recuperação de materiais recicláveis com a potencialmente recuperável percebe-se que a região S, que apresentou a maior média igual a 12,76 % no ano de 2015, conseguiu recuperar 42,53 % do montante de recicláveis secos presentes na sua massa coletada. Por sua vez, na região N a maior recuperação em relação ao potencial existente foi de 5,84 %, logo a macrorregião teria aproveitado apenas 19,46 % da sua capacidade teórica de recuperação em 2016. Assim sendo, embora o valor máximo apresentado pela região S seja significativamente maior do que o apresentado pela região N, ambos ainda permanecem menores que 50 %.

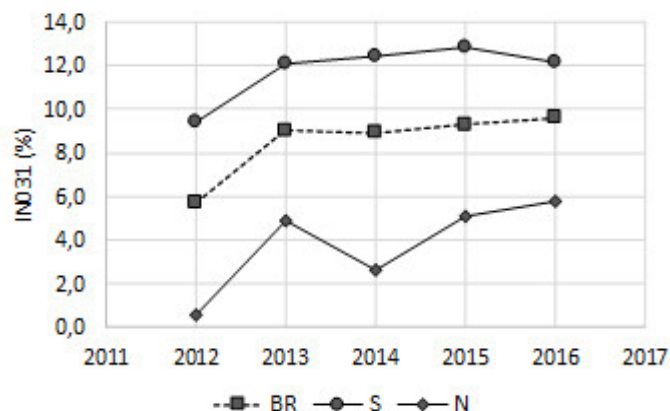


Figura 7: Série temporal da recuperação de recicláveis (IN031)

Existe uma multiplicidade de fatores que influenciam o mercado da reciclagem e consequentemente os índices a ele diretamente ligados [21]. Vale destacar que no cenário atual do país existem muitos catadores autônomos, o que dificulta a precisão do impacto desta atividade [18]. Desse modo é importante o estímulo à criação e desenvolvimento de cooperativas para que haja uma inclusão social dos catadores que são essenciais no processo [8]. O que além de fomentar a recuperação, reutilização e reciclagem, diminui a quantidade de resíduos que são dispostos como rejeito e auxilia no processo de independência econômica dos mesmos, conforme estabelecido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) [8].

4.5 Resíduos especiais: Resíduos de Serviços de Saúde (IN037) e Resíduos da Construção Civil (IN026)

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) [8], empreendimentos que gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal; devem ter gerenciamento previsto em plano. Nesse caso, destacam-se Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) e Resíduos da Construção Civil (RCC), comumente destinados de forma inadequada pelos seus geradores e, assim, identificados junto aos resíduos sólidos urbanos, ficando à cargo do poder público [22]. Diante do exposto, realizou-se uma análise contemplando indicadores que abordam o cenário do gerenciamento de tais resíduos no país, no período de 2012 a 2016.

A Figura 8 expressa o indicador IN037 (%) relativo à Taxa de Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) coletados nas macrorregiões do país no ano de 2016. O cálculo é realizado dividindo a quantidade total de RSS coletada pelos agentes executores pelo somatório da quantidade total de RDO e RPU coletada e da coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores.

Observa-se que as medianas regionais oscilaram entre 0,3 % na região NE e 0,17 % na região SE. Os valores máximos dessa última macrorregião, retratam em alguns pontos variações em relação ao perfil dominante de distribuição de dados haja vista a maior taxa de coleta de 2,97 % correspondente à Matozinhos – MG, cidade essa que possui a maior relação entre o número de estabelecimentos de resíduos de serviços de saúde e população. Mesmo assim é importante ressaltar que a região SE, embora possuente da menor mediana no ano de estudo, (por conseguinte, menores taxas de RSS coletados), apresentou no ano seguinte (2017) o maior número de estabelecimentos registrados no Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde,

retratando, portanto, sua maior capacidade de geração desse tipo de resíduo [10].

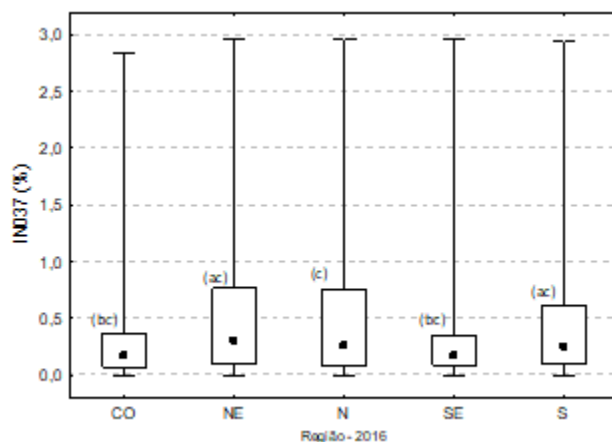


Figura 8: Taxa de RSS coletados (IN037) para o ano de 2016

De acordo com Brasil [8], é atribuída ao gerador a responsabilidade tanto da destinação final quanto de sua disposição final ambientalmente adequada. Ademais, há a necessidade de tratamento prévio à disposição final de determinadas classes desses resíduos. Desse modo, embora o valor de RSS coletado pelos municípios brasileiros tenha diminuído progressivamente, indo de 260.063 t em 2015 para 256.238 t em 2016 [1] e atingido 252.948 t em 2018 [3], observa-se um crescimento gradativo da porcentagem de municípios que declararam ter destinado RSS sem tratamento prévio. Para essa última conjuntura, as alternativas declaradas são equivalentes a aterros, valas sépticas e lixões, e corresponderam a 25,7 % e 27,6 % em 2016, 2017 respectivamente, chegando a 36,2 % em 2018 [1, 2, 3]. Tal fato, além de retratar um cenário que vai de encontro com o que é estabelecido pelas legislações, representa risco iminente para colaboradores que participam do manejo dos resíduos sólidos nas diferentes etapas (trabalhadores, catadores) e, ainda, ao meio ambiente.

É importante destacar o aumento progressivo do número de estabelecimentos de saúde no Brasil, uma vez que o volume de RSS gerado em estabelecimentos hospitalares totalizou 496.789 t em 2017, enquanto a quantidade de RSS que recebeu os serviços de coleta, tratamento e disposição final no mesmo ano foi de 256.941 t, pouco mais de 50 % do montante gerado [2, 10].

Tratando-se, ainda, de resíduos especiais, a Figura 9 representa o indicador IN026 que reporta a Taxa de Resíduos de Construção Civil coletados (RCC) pela prefeitura nas respectivas regiões brasileiras no ano de 2016, em porcentagem (%). Seu cálculo é realizado dividindo a quantidade total de RCC coletado pela prefeitura ou empresa contratada por ela pelo somatório da quantidade total de RDO e RPU coletada pelos agentes e a coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores.

É possível identificar que a região CO apresentou-se semelhante à região SE com maiores taxas de RCC coletados e valores de mediana respectivamente iguais a 21,42 % e 25,99 %. É congruente que a taxa de RCC coletados na região SE seja maior, já que das 123.619 t/d que foram coletadas no país em 2016, mais de 50 % do total foi proveniente desta região, que é caracterizada por um maior desenvolvimento econômico em relação a outras macrorregiões [1].

As regiões NE e S também apresentaram características semelhantes entre si, com taxa de RCC coletados indicando medianas de 14,08 % e 16,67 % respectivamente. A região N, por sua vez, é a que possui menor taxa de RCC coletados sendo importante ressaltar que a coleta de tais resíduos está diretamente relacionada com a geração e por conseguinte com as

características econômicas, culturais e sociais do local.

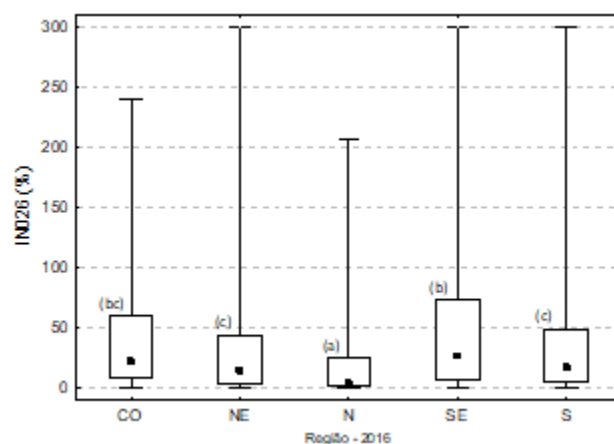


Figura 9: Taxa de RCC coletados (IN026) para o ano de 2016

Embora os dados de 2016 em comparação a 2015 e 2017 reportem uma diminuição na quantidade de resíduos de construção e civil coletados, há de se considerar que o montante gerado desses resíduos é ainda maior, posto que o indicador IN026 leva em consideração os RCC coletados pela prefeitura, usualmente abandonados em locais públicos [14, 15, 16]. Esse volume é considerável, visto que o total de RCC coletado pelas prefeituras em 2016 foi da ordem de 45 milhões de toneladas, o que representa desafios tanto em termos de gestão de resíduos, tanto em relação a despesas públicas [1].

5 CONCLUSÃO

Com base no presente estudo verificou-se que as regiões N e NE apresentaram um déficit em 2012 no que diz respeito à taxa de recuperação de materiais recicláveis (IN031) e a análise temporal confirmou a evolução e crescimento do mesmo até 2016. Logo, no que se refere à recuperação de recicláveis, embora a região NE ainda tenha permanecido com baixo percentual em relação às outras macrorregiões, apresentando mediana igual a 1,44 % no ano de 2016, a reciclagem na região tem ganhado espaço o que, além de reduzir o volume de resíduos dispostos como rejeitos em aterros, promove a geração de emprego e renda, em consonância com o preconizado na legislação federal.

Foi possível constatar que a taxa de cobertura de coleta domiciliar direta (IN014) apresentou taxas elevadas, próximas a 100 % nos anos de 2014 e 2015 nas cinco macrorregiões do Brasil. Contudo, há um déficit de atendimento a habitantes que não realizam coleta porta-a-porta, em grande maioria nas regiões N e NE, o que ainda evidencia as diferenças regionais no Brasil no que tange às condições dos serviços que são prestados à população.

Verificou-se, ainda, incremento nas despesas referentes ao manejo de RSU (IN006) ao passo que a autossuficiência dos órgãos gestores municipais não tem sido evidenciada como realidade das macrorregiões brasileiras.

No que se refere à taxa de RSS coletados (IN037), ainda que o valor coletado tenha aumentado ao longo do período de estudo, observa-se uma tendência de aumento gradual da porcentagem de municípios que declararam ter destinado RSS sem tratamento prévio, tendo esses utilizado de alternativas equiparadas a aterros, valas sépticas e lixões. Tal contexto merece atenção haja vista que vai de encontro ao que é estabelecido pelas legislações, representa risco iminente para colaboradores que participam do manejo dos resíduos sólidos nas diferentes etapas (trabalhadores, catadores), além da disposição inadequada dos mesmos acarretar

problemas ambientais.

Por fim, apesar de alguns indicadores apresentarem melhorias pontuais no cenário de resíduos sólidos, vale salientar que é preciso avançar em termos de reutilização, métodos de coleta, tratamento dos resíduos e disposição dos rejeitos. Por isso evidencia-se a importância da difusão de informações de qualidade e de análises estatísticas que possam subsidiar a gestão, gerenciamento e tomada de decisões com vistas à universalização dos serviços.

REFERÊNCIAS

- [1] Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2016*. 2016.
- [2] Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017*. 2017.
- [3] Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019*, 2019.
- [4] Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Estimativas populacionais para os municípios brasileiros em 01.07.2012*. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2012/estimativa_dou.shtm. Acessado em novembro de 2018.
- [5] Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Pesquisa de Informações Básicas Municipais – Perfil dos Municípios Brasileiros: 2015*. Coordenação de População e Indicadores Sociais - Rio de Janeiro, 2016.
- [6] Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros em 01.07.2016*. Disponível em https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa_dou.shtm. Acessado em novembro de 2018.
- [7] Brasil. *Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007*. Brasília – DF, Brasil, Diário Oficial da União de 08 de janeiro de 2007.
- [8] Brasil. *Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010*. Brasília – DF, Brasil, Diário Oficial da União de 03 de agosto de 2010.
- [9] Brasil. *Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020*. Brasília – DF, Brasil, Diário Oficial da União de 16 de julho de 2020.
- [10] Brasil. Ministério da Saúde. Cadastro Nacional de Estabelecimentos da Saúde. 2017.
- [11] Brasil. Ministério do Turismo. Fernando de Noronha registra alta no fluxo turístico em 2016: Destino de celebridades no fim do ano, arquipélago tem taxa média de ocupação de 91% e prevê resultados positivos em 2017. Disponível em <http://www.turismo.gov.br/ultimas-noticias/7397-fernando-de-noronha-registra-alta-nofluxo-tur%C3%ADstico-em-2016.html>. Acessado em novembro de 2018.
- [12] Brasil. Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA, 2013.
- [13] Brasil. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2012. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2014.
- [14] Brasil. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2015. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2017.

- [15] Brasil. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2016. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2018.
- [16] Brasil. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2017. Brasília: MDR.SNS, 2019.
- [17] Brasil. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2018. Brasília: SNS/MDR, 2019.
- [18] H. K. T. Campos. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 17(2):171–180, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522012000200006>.
- [19] M. V. Capela e J. M. V. Capela. Elaboração de gráficos Box-Plot em Planilhas de Cálculo. *Anais do I Congresso de Matemática Aplicada e Computacional da Região Sudeste*. Uberlândia – MG, Brasil, 2011.
- [20] A. M. Costa, S. D. Mancini, e J. Hamada. Perfil da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em municípios no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista DAE*, 67(215):95–109, 2019. <http://dx.doi.org/10.4322/dae.2019.008>.
- [21] J. Demajorovic, E. E. F. Augusto e M. T. S. de Souza. Reverse Logistics of E-Waste In Developing Countries: challenges and prospects for the Brazilian model. *Ambiente & Sociedade*, 19(2):117–136. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc141545v1922016>.
- [22] R. O. Menezes, S. R. Castro, J. B. G. Silva, G. P. Teixeira e M. A. M. Silva. Análise estatística da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de Juiz de Fora, Minas Gerais. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 24(2):271–282. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522019177437>.
- [23] Mato Grosso do Sul. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia. *Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para a Sub-bacia do Rio Taquari*. Disponível em <http://www.imasul.ms.gov.br/wp-content/uploads/2016/02/PGIRS_COINTA_VERSAO_FINAL.pdf>.
- [24] Microsoft. *MS Excel* (spreadsheets), versão 2016. 2016.
- [25] J. J. da Silva, M. A. P. Bruno e D. B. N. Silva. Pobreza multidimensional no Brasil: uma análise do período 2004-2015. *Brazilian Journal of Political Economy*, 40(1):138–160. <http://dx.doi.org/10.1590/0101-31572020-2924>.
- [26] Statsoft. *Statistica* (data analysis software system), versão 8.0. 2007.