

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: ESTUDO DE UM MUNICÍPIO NO INTERIOR DO PARANÁ

SUSTAINABILITY INDICATORS IN THE URBAN SOLID WASTE MANAGEMENT: STUDY OF A COUNTY IN THE INTERIOR OF PARANÁ

Maiza Karine Barcia¹

Tatiane Bonametti Veiga²

Resumo: O aumento expressivo na geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) vem causando sérios impactos ambientais, tornando necessário a utilização de ferramentas que contribuam no processo de gestão dos RSU. Nesse cenário, o estudo teve como objetivo avaliar a gestão de RSU no município de Arapoti-PR por meio de indicadores de sustentabilidade. Para o desenvolvimento da pesquisa utilizou-se uma lista de indicadores no âmbito da gestão de resíduos, levantou-se dados nas dimensões ambientais, econômicas, sociais e institucionais. Com o estudo pode-se observar que o município apresenta massa de coleta *per capita* de 1,264 kg/hab./dia, com cobertura de 100% de coleta seletiva e convencional. Com relação ao desempenho econômico-financeiro, o município possui despesa de R\$ 91,20 habitante/ano com manejo de RSU, já a receita arrecadada com a cobrança pela prestação dos serviços é de R\$ 4,56 habitante/ano. Além disso, constatou-se que o município não realiza a capacitação dos funcionários no setor, do mesmo modo, não há técnicos especializados em gestão de RSU e limpeza urbana no quadro de funcionários. Outro ponto que se destaca é a ausência Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Nesse contexto, pode-se comprovar a necessidade da elaboração do PMGIRS, assim como o incentivo a programas de educação ambiental e a implementação de cooperativas de catadores de materiais recicláveis.

Palavras-chave: Indicadores de sustentabilidade. Resíduos sólidos urbanos. Gestão ambiental urbana.

Abstract: The expressive increase in the generation of urban solid waste has been causing serious environmental impacts, making it necessary to use tools that contribute to the urban solid waste management process. In this scenario, the study aimed to evaluate the urban solid waste management in the county of Arapoti-PR through sustainability indicators. For the development of the research, a list of indicators in the scope of waste management was used, data were collected in the environmental, economic, social and institutional dimensions. The study shows that the county has a *per capita* waste collection of 1.264 kg/inhabitant/day, which has 100% coverage of selective and conventional collection. About economic-financial performance, the county has an expense of R\$ 91.20 inhabitant/year with urban solid waste management, while the revenue collected from charging for the provision of services is R\$ 4.56 inhabitant/year. In addition, it was found that the county does not train employees in the sector, likewise, there are no technicians specialized in urban solid waste management and urban cleaning in the staff. Another point that stands out is the absence of the municipal plan for integrated solid waste management. In this scenario, it is possible to prove the need to

¹ Mestranda em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Estadual do Centro-Oeste, maizabarcia@outlook.com.

² Doutora em Ciências, Docente adjunta do Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Estadual do Centro-Oeste, tati.veiga@yahoo.com.br.

elaborate the municipal plan, as well as the incentive for environmental education programs and the implementation of cooperatives for collectors of recyclable materials.

Keywords: Sustainability indicators. Urban solid waste. Urban environmental management.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos houve um aumento expressivo na quantidade e na diversidade de resíduos gerados, assim a gestão inadequada dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) torna-se preocupante, uma vez que acarreta impactos para o meio ambiente e para a saúde pública.

Neste contexto, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei Federal nº 12.305, regulamentada pelo Decreto nº 10.936, que dispõe princípios, objetivos e diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente correto dos RSU. A PNRS estabelece ações voltadas à busca de soluções para a gestão integrada dos resíduos sólidos, sob o princípio da sustentabilidade, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social (BRASIL, 2010; 2022).

Em virtude da complexidade que envolve a problemática dos resíduos sólidos, é necessário a implantação de políticas públicas que auxiliem em seu processo de gestão. Nesse sentido, os indicadores de sustentabilidade são ferramentas capazes de avaliar o desempenho dessas políticas, assim como amparar os gestores na tomada de decisões (BARROS; SILVEIRA, 2019).

Em estudo realizado por Veiga (2014), foi elaborado uma lista de indicadores de sustentabilidade para a gestão de RSU e as implicações para a saúde humana, com base nas diretrizes da PNRS, utilizando a técnica Delphi. Sendo proposto, ao final, 56 indicadores de sustentabilidade nas seguintes dimensões: 13 na ambiental, 8 na social, 16 na econômica, 7 na institucional e 12 na saúde, com consenso de 82% a 98% entre os sujeitos. Diante disso, a autora constatou que os indicadores propostos podem colaborar na identificação de dados atualizados, assim como na ampliação de discussões de políticas públicas, a fim de obter melhores condições ambientais e de saúde.

De acordo com Rabbani *et al.* (2021), os indicadores de sustentabilidade são instrumentos de informação de caráter técnico-científico fundamentais para a sustentabilidade ambiental urbana, uma vez que contribuem para o monitoramento e análise da gestão dos RSU, acompanhamento e avaliação de

diretrizes e metas propostas, assim como na identificação de adequações necessárias.

Nesse cenário, Pereira, Curi e Curi (2018) avaliaram a gestão dos RSU por meio de indicadores, com os dados obtidos puderam verificar que municípios de pequeno porte demonstram maiores dificuldades para a gestão dos resíduos, devido, principalmente, à ausência de informações. Os autores relacionam esse fato com a carência de formação técnico-operacional para a execução da gestão dos RSU. Dessa forma, os indicadores de sustentabilidade representam uma importante ferramenta para auxiliar no acompanhamento, avaliação, adequações e tomada de decisões, a fim de contribuir para uma gestão de resíduos sólidos mais eficaz.

Nesse âmbito, o presente estudo teve como objetivo analisar o sistema de gestão de RSU no município de Arapoti, estado do Paraná, a partir do levantamento de indicadores de sustentabilidade.

2 METODOLOGIA

A pesquisa constituiu-se de uma investigação com abordagem do tipo exploratória e descritiva. Nesse cenário, a pesquisa exploratória tem como finalidade promover uma visão geral dos fatos, proporcionando ideias para formular problemas e construir hipóteses, de modo a tornar o problema mais claro e evidente. Enquanto a pesquisa descritiva tem como objetivo a descrição das características de determinada população ou grupo e o estabelecimento de relações entre variáveis e fatos (GIL, 2019).

Para o desenvolvimento da pesquisa, realizou-se um levantamento sobre a situação da gestão dos RSU no município de Arapoti-PR, por meio de indicadores de sustentabilidade, proposta a partir de um estudo realizado por Veiga (2014), que abrange as dimensões ambientais, econômicas, sociais e institucionais.

Nesse cenário, a construção dos indicadores foi realizada com base nos dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, referentes ao

ano de 2021, e nos relatórios da empresa terceirizada responsável pela disposição final dos rejeitos do município. A partir desse estudo obteve-se dados para elaboração de um diagnóstico atualizado, o qual permitiu avaliar a situação da gestão dos RSU no município de Arapoti.

Ressalta-se que esse trabalho integra um projeto no qual está sendo realizado o levantamento de indicadores de sustentabilidade para gestão de RSU em vários municípios no Paraná, a fim de analisar como os municípios encontram-se em relação às exigências da PNRS na busca de soluções mais sustentáveis.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no levantamento dos indicadores de sustentabilidade, os resultados obtidos para o município de Arapoti foram apresentados conforme as dimensões analisadas no estudo.

3.1 Dimensão Ambiental

No instrumento de Veiga (2014) foram propostos 13 indicadores relacionados aos impactos dos RSU no meio ambiente. No município de Arapoti, foi possível levantar dados referente a 7 indicadores, conforme observa-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados levantados para a dimensão ambiental

	INDICADORES AMBIENTAIS	UNIDADE	MODO DE MEDIÇÃO	DADOS
1	Geração diária <i>per capita</i> de RSU	Kg/hab./dia	(Qtde de RSU gerados) / (Pop. urb.)	Não existe controle
2	Massa diária <i>per capita</i> coletada de RSU	Kg/hab./dia	(Qtde de RSU coletados pelos agentes públicos + agentes privados) / (Pop. urb.)	1,264
3	Massa diária <i>per capita</i> de materiais recicláveis coletados pela coleta seletiva	Kg/hab./dia	(Qtde de materiais recicláveis coletados pela coleta seletiva) / (Pop. urb.)	0,021
4	Percentual da população urbana atendida pela coleta de RSU	%	(Qtde da população atendida pela coleta de RSU)*100 / (Pop. urb.)	100

5	Percentual da população urbana atendida pela coleta seletiva	%	$(\text{Qtde da população atendida pela coleta seletiva}) * 100 / (\text{Pop. urb.})$	100
6	Percentual de materiais recicláveis coletados pela coleta seletiva em relação à quantidade total de RSU coletada	%	$(\text{Qtde de materiais recicláveis coletados pela coleta seletiva}) * 100 / (\text{Qtde de RSU coletados por agentes públicos + coleta seletiva})$	1,64
7	Percentual de recuperação de materiais recicláveis em relação à quantidade total de RSU coletada	%	$(\text{Qtde materiais recicláveis recuperados}) * 100 / (\text{Qtde de RSU coletados por agentes públicos + coleta seletiva})$	Não existe controle
8	Percentual de rejeitos oriundos de triagem em programas de coleta seletiva em relação ao total de recicláveis coletados	%	$(\text{Qtde de rejeito proveniente de triagem em programas de coleta seletiva}) * 100 / (\text{Qtde total de materiais recicláveis coletados})$	Não existe controle
9	Percentual de rejeitos em relação à quantidade total de RSU coletada	%	$(\text{Qtde de rejeitos}) * 100 / (\text{Qtde total RSU coletada})$	Não existe controle
10	Percentual de recuperação de materiais orgânicos (compostagem) em relação à quantidade total de RSU coletada	%	$(\text{Qtde materiais orgânicos recuperados}) * 100 / (\text{Qtde de RSU coletados por agentes públicos + agentes privados})$	Não existe controle
11	Percentual de RSU encaminhados para aterro sanitário em relação à quantidade total de RSU coletada no município	%	$(\text{Qtde de RSU com disposição ou destinação ambientalmente e legalmente adequada}) * 100 / (\text{Qtde total de RSU coletada})$	40,44
12	Existência de aterro sanitário licenciado, com controle periódico de qualidade da água e do solo, tratamento de chorume, lixiviado e de emissão de gases	Sim / Não	Levantamento da existência de aterro sanitário que recebe os rejeitos do município	Sim
13	Percentual de áreas degradadas devido a ocorrências de lançamentos de RSU em locais inadequados	%	$(\text{Áreas degradadas}) * 100 / (\text{Área total do município})$	Não existe controle

Fonte: Autoras (2022).

Como pode-se observar no indicador 1, o município de Arapoti não realiza a quantificação da geração *per capita* dos RSU. Esse indicador é fundamental para a elaboração do diagnóstico referente a geração dos resíduos no município, de modo a auxiliar os gestores na adoção medidas eficientes com relação ao manejo de RSU. Além disso, o levantamento da geração *per capita* é indispensável para a elaboração e monitoramento do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), conforme estabelecido pela PNRS (BRASIL, 2010).

Nesse âmbito, Pisani Junior, Castro e Costa (2018) apontam que a quantificação da geração de resíduos é fundamental para auxiliar no

dimensionamento adequado das operações de manejo, sendo necessária para estimar a massa de resíduos gerados, a fim de determinar a vida útil dos sistemas utilizados para o gerenciamento.

No que se refere a coleta dos RSU (indicador 2), Arapoti apresenta uma massa diária *per capita* coletada de 1,264 kg/hab./dia. Segundo os dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), no Brasil, a massa média *per capita* coletada de RSU é de 0,97 kg/hab./dia, enquanto na região Sul é de 0,82 kg/hab./dia (SNIS, 2021). Dessa forma, é possível constatar que a massa coletada no município de Arapoti é superior à média nacional e regional. Pereira, Curi e Curi (2018) também observaram, em seu estudo, que o quantitativo de resíduos coletados estava acima da média esperada para a região, fato que pode estar atrelado a presença de outros tipos de resíduos na composição dos RSU, como resíduos de construção e demolição.

Nesse cenário, o SNIS (2021) aponta que a sustentabilidade dos sistemas de manejo de RSU depende, diretamente, da redução da geração de resíduos e rejeitos. Dessa forma, compreender a composição dos resíduos auxilia no planejamento de políticas públicas que garantam a destinação ambientalmente adequada, além de ser uma ferramenta importante para a gestão integrada de resíduos sólidos (MEDEIROS; PAZ; MORAIS JÚNIOR, 2015).

Diante do exposto, uma alternativa para se determinar a geração de RSU, em Arapoti, seria considerar a massa de resíduos coletada, uma vez que o município informou que possui uma taxa de cobertura de 100% (indicador 4). Contudo, deve-se ter cuidado ao considerar esse valor, tendo em vista que os dados referentes a coleta se encontram acima da média esperada para a região, fato que pode ter ocorrido devido a ineficiência no monitoramento e sistematização das informações referentes a quantidade de resíduos coletados, visto que o município não possui balança própria para pesagem dos resíduos antes do encaminhamento para aterro sanitário.

Conforme Pinheiro e Ferreira (2017), pequenos municípios possuem a tendência de superestimar a quantidade de resíduos gerados e coletados, uma vez que a maioria não possui balança adequada para pesagem rotineira dos resíduos, o que resulta em oscilações dos valores de massa coletada. Além disso, a disposição e segregação inadequada de resíduos pelos municípios, e a existência de coletores informais, também podem interferir diretamente na quantidade de resíduos coletados.

Em casos de ausência de dados referentes ao manejo de RSU, para a elaboração de projetos dos sistemas de gerenciamento, Pinheiro e Ferreira (2017) recomendam a utilização de dados fornecidos pelo Governo Federal, por meio do SNIS, e da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para a construção dos indicadores do presente estudo, também utilizou-se como base as informações fornecidas pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), considerando que são dados amplamente utilizados por profissionais e pesquisadores.

No município estudado a massa diária *per capita* de materiais recicláveis coletados por meio de coleta seletiva (indicador 3) é de 0,021 kg/hab.dia. O levantamento do SNIS demonstra que a média *per capita* da coleta de materiais recicláveis no Brasil é de 0,042 kg/hab./dia, e na região sul de 0,106 kg/hab./dia (SNIS, 2021), dessa forma a massa de materiais recicláveis coletada em Arapoti é inferior à média nacional e regional.

A divergência entre os resultados da massa coletada de RSU e de materiais recicláveis do município de Arapoti e as médias nacionais e regionais, pode ter ocorrido em função de uma imprecisão na quantificação dos dados fornecidos pela prefeitura. Outra hipótese é que o município possua uma geração de RSU elevada, o que resultaria em maior quantidade de RSU coletados. Além disso, a baixa quantidade de materiais recicláveis coletada pode estar relacionada com a ineficiência do serviço de coleta seletiva prestado pelo município.

Segundo Pereira, Curi e Curi (2018), a ineficiência da operação do serviço de coleta seletiva é comumente observada em municípios brasileiros, o que compromete a sustentabilidade do programa, resultando no aumento dos resíduos dispostos inadequadamente em aterro sanitário. Portanto, é fundamental que haja a promoção de políticas públicas que auxiliem na gestão dos resíduos, sobretudo no que se refere a institucionalização de cooperativas/associações de catadores de materiais recicláveis. Além disso, é necessário que seja desenvolvido trabalhos de educação ambiental no município para estimular a conscientização da população com relação a segregação correta dos resíduos e ampliar a contribuição com o programa de coleta seletiva (SILVA, 2021; CAVALCANTE; CALDEIRA; SOUSA JÚNIOR, 2022).

Os indicadores 4 e 5 referem-se a porcentagem da população urbana atendida pelos serviços de coleta de RSU e materiais recicláveis, respectivamente. Segundo os dados fornecidos pela secretaria do município, ambos os serviços possuem índice de atendimento de 100%. O SNIS demonstra que no país 98,7% da população urbana é atendida com coleta de RSU, e na região sul cerca de 99,3%. Com relação ao atendimento por coleta seletiva, a região sul possui o melhor índice com 77,9% (SNIS, 2021). Nesse cenário, o município de Arapoti possui índice de cobertura de coleta acima da média nacional e da região Sul, estando em conformidade com o Novo Marco do Saneamento Básico, que tem como princípio a universalização do acesso e a efetiva prestação dos serviços de saneamento, o qual está incluso a limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos (BRASIL, 2020).

Embora o município de Arapoti possua um alto índice de cobertura de coleta seletiva, a porcentagem de materiais recicláveis em relação a quantidade de RSU coletados é de apenas 1,64% (indicador 6), considerado um percentual extremamente baixo. Dessa forma, é possível constatar a ineficiência do sistema de coleta seletiva, tal como exposto no indicador 3. Conforme Cavalcante, Caldeira e Sousa Júnior (2022), uma parte significativa

dos resíduos encaminhados para aterro sanitário possuem potencial de serem reciclados e reinseridos na cadeia produtiva, à vista disso é necessário que seja realizado o fomento de políticas para reaproveitamento econômico dos resíduos, com fortalecimento dos sistemas de coleta seletiva e de cooperativas/associações de catadores de materiais recicláveis, de forma a ampliar a valorização dos resíduos.

A ineficiência do programa de coleta seletiva e o baixo índice de reciclagem no município estão diretamente relacionados com os indicadores 7, 8, 9, para os quais não foram obtidos dados, tendo em vista que Arapoti não realiza o controle de materiais recicláveis recuperados e rejeitos. O impedimento para levantamento desses indicadores pode estar relacionado a demanda de recursos humanos e materiais, assim como a complexidade da sistematização e análise de dados (VEIGA, 2014).

No município de Arapoti, também não há programa de compostagem para recuperação de resíduos orgânicos (indicador 10). No Brasil, os resíduos orgânicos representam, em média, 50% dos RSU gerados, e podem ser tratados por meio do processo de compostagem. A PNRS define a compostagem como uma forma de destinação final ambientalmente adequada para os resíduos orgânicos, e estabelece para o PMGIRS a implantação de um sistema de compostagem, assim como as formas de utilização do composto produzido (BRASIL, 2010).

Atualmente, Arapoti realiza a disposição final de resíduos e rejeitos em um aterro sanitário licenciado (indicador 12), localizado no município de Piraí do Sul, estado do Paraná, sendo uma empresa privada responsável pela manutenção e operacionalização do aterro sanitário. Segundo dados do SNIS, no Brasil cerca de 87,2% dos municípios exportam (parcial ou integralmente) RSU para outros municípios. Nesse item, o município de estudo encontra-se em conformidade com a PNRS, a qual estabelece o aterro sanitário como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010). Contudo, grande parte dos resíduos gerados no município também são

dispostos em aterro sanitário, fato que não atende ao quesito referente ao incentivo à recuperação e valorização dos resíduos.

Nesse âmbito, em Arapoti o percentual de RSU dispostos adequadamente em aterro sanitário (indicador 11) é de 40,44%, sendo abaixo da média nacional. Segundo a ABRELPE, em 2020, a geração de RSU totalizou 82,5 milhões de toneladas, sendo coletado cerca de 76,1 milhões de toneladas, das quais pouco mais 60% tiveram a destinação adequada em aterros sanitários, enquanto quase 40% do total dos resíduos coletados foram dispostos em “lixões” e aterros controlados (ABRELPE, 2021), consideradas soluções inadequadas de disposição final para os RSU, segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2010; 2020; 2022).

O indicador referente às áreas degradadas em decorrência da disposição inadequada de RSU (indicador 13) não pôde ser determinado, uma vez que o município não realiza o controle destas áreas. Para a implementação do PMGIRS, a PNRS estabelece a identificação dos passivos ambientais relacionados aos RSU, incluindo as áreas contaminadas e as medidas saneadoras (BRASIL, 2010). À vista disso, é primordial que seja realizado o levantamento das áreas de disposição inadequada de RSU no município, a fim de evitar riscos à saúde pública e minimizar os impactos ambientais adversos.

Em suma, a disposição incorreta de RSU oferece riscos à saúde pública e ao ambiente, por esse motivo devem ser levados em consideração no planejamento e execução de políticas públicas que auxiliem na gestão dos RSU (SILVA, 2021; CAVALCANTE; CALDEIRA; SOUSA JÚNIOR, 2022).

Nesse contexto, ressalta-se a importância da quantificação e caracterização dos RSU gerados no município, que possibilita analisar a relação de geração, coleta e destinação de resíduos, bem como a disposição final dos rejeitos, verificando se os dados estão em consonância com o padrão esperado para a região. Segundo Medeiros, Paz e Morais Júnior (2015), compreender os padrões de geração e composição dos RSU em um município é primordial para fornecer informações para a otimização do sistema de gestão

e gerenciamento dos resíduos. Dessa forma, mesmo com imprecisões, a determinação da geração de RSU é indispensável para o planejamento de investimentos no setor e para adequação do processo de manejo.

3.2 Dimensão Social

Na dimensão social foram propostos 8 indicadores, sendo possível determinar somente 4 indicadores no município de Arapoti, os quais estão representados na Tabela 2.

Tabela 2 – Dados levantados para a dimensão social

	INDICADORES SOCIAIS	UNIDADE	MODO DE MEDIÇÃO	DADOS
14	Número de postos de trabalho gerados pelo setor de manejo de RSU	Nº de postos de trabalho	Levantamento do nº de postos de trabalho gerados pelo setor de manejo de RSU	25
15	Número de postos de trabalho gerados pela coleta seletiva	Nº de postos de trabalho	Levantamento do nº de postos de trabalho gerados pela coleta seletiva	3
16	Percentual da população participante de programas de coleta seletiva em relação à população atendida por esses programas	%	(Pop. participante de programas de coleta seletiva)*100 / (Pop. atendida pela coleta seletiva)	Não existe controle
17	Número de catadores em áreas de disposição de resíduos ("lixões", aterros sanitários e similares)	Nº de catadores	Levantamento do nº de catadores em áreas de disposição de resíduos	12
18	Existência de cooperativas atuando segundo a legislação (regras para cooperativas, seguridade social, prestação de contas, entre outros)	Sim / Não	Levantamento da existência de cooperativas atuando segundo a legislação	Não
19	Percentual de catadores organizados (cooperativas/associações) que trabalham na coleta seletiva do município	%	(Qtde de catadores organizados em cooperativas/associações)*100 / (Qtde total de catadores no município)	Não existe controle
20	Percentual de catadores formais (com carteira assinada) que atuam na coleta seletiva	%	(Qtde de catadores formais que atuam na coleta seletiva do município)*100 / (Qtde total de catadores no município)	Não existe controle
21	Renda média mensal obtida pelos catadores	R\$	(Soma da renda mensal dos catadores) / (Nº total de catadores)	Não existe controle

Fonte: Autoras (2022).

O indicador 14 tem como finalidade realizar o levantamento do número de postos de trabalho no setor de manejo de RSU, enquanto o indicador 15

pretende levantar o número de postos de trabalho gerados com a coleta seletiva, sendo que Arapoti possui 25 e 3 postos de trabalho, respectivamente. Nesse âmbito, o SNIS identificou 291,6 mil empregos diretos no país em 2020, a região sul concentra cerca 11,5% de empregos. Essas frentes de trabalho incluem motoristas de veículos de transporte, coletadores e varredores, responsáveis pela limpeza urbana e trabalhadores no setor de manejo e administrativo (SNIS, 2021).

Em Arapoti não é realizado o controle da população participante do programa de coleta seletiva (indicador 16), fato que pode prejudicar a coleta de materiais recicláveis no município, tendo em vista que, mesmo com a disponibilidade do serviço, não é possível mensurar a participação efetiva da população, o que pode afetar diretamente na eficiência do programa.

O indicador 17 consiste no levantamento do número de catadores em áreas de disposição de resíduos, sendo que Arapoti possui cerca de 12 catadores trabalhando na área de transbordo dos RSU do município. Com relação a cooperativas/associações atuando segundo a legislação (indicador 18), o município de Arapoti não dispõe destas organizações. Nesse contexto, não é possível realizar o levantamento do percentual de catadores organizados (indicador 19), nem dos catadores formais (indicador 20) que trabalham na coleta seletiva, também não há meios de determinar a renda média mensal obtida pelos catadores do município (indicador 21). Cenário semelhante pode ser observado nas pesquisas de Lima (2017) e Pereira, Curi e Curi (2018), onde os autores identificaram a presença de catadores de materiais recicláveis informais nos municípios estudados, também abordaram os riscos à saúde pública e a ausência de ações para integração social desses trabalhadores.

Portanto, a ausência dos indicadores 16, 19, 20 e 21, e os resultados obtidos com os indicadores 17 e 18 estão em discordância com a legislação, considerando que a PNRS determina a criação, implantação e desenvolvimento de cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis, assim como a destinação de recursos para a realização de trabalho

de integração e capacitação desses profissionais, sua inclusão social e independência financeira (BRASIL, 2010; 2022).

Nesse cenário, os catadores de materiais recicláveis são considerados agentes fundamentais para a eficiência na gestão de RSU, pois são responsáveis pela coleta, triagem e destinação adequada dos resíduos, também contribuem com a melhoria da qualidade ambiental dos municípios, uma vez que auxiliam no trabalho de limpeza urbana, e colaboram para a diminuição dos resíduos recicláveis que são destinados inadequadamente em aterros sanitários (COELHO; BECK; SILVA, 2018).

3.3 Dimensão Econômica

Entre os 16 indicadores propostos na dimensão econômica, no presente estudo foi possível mensurar 8 indicadores que estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3 – Dados levantados para a dimensão econômica

INDICADORES ECONÔMICOS	UNIDADE	MODO DE MEDIÇÃO	DADOS
22 Despesa <i>per capita</i> com o manejo de RSU em relação à população urbana	R\$/hab./ano	(Despesas dos agentes públicos + agentes privados com manejo de RSU) / (Pop. urb.)	91,20
23 Despesa <i>per capita</i> com a coleta de RSU em relação à população urbana	R\$/hab./ano	(Despesas dos agentes públicos + agentes privados com a coleta de RSU) / (Pop. urb.)	33,71
24 Custo unitário médio do serviço de coleta dos RSU	R\$/ton/ano	(Despesas dos agentes públicos + agentes privados com a coleta de RSU) / (Qtde de RSU coletada pelos agentes)	100,18
25 Custo unitário médio de transporte de rejeitos	R\$/ton/ano	(Despesas dos agentes públicos + agentes privados com transporte de rejeitos) / (Qtde de rejeitos transp. pelos agentes públicos + privados)	Não existe controle
26 Custo unitário médio de transporte de materiais recicláveis	R\$/ton/ano	(Despesas dos agentes públicos + coleta seletiva com transporte de materiais recicláveis) / (Qtde de materiais recicláveis transportados pelos agentes públicos + coleta seletiva)	1666,67
27 Custo unitário médio do tratamento/disposição final dos RSU	R\$/ton/ano	(Despesas dos agentes públicos + agentes privados com tratamento/disposição final dos RSU) / (Qtde de RSU tratados e dispostos adequadamente)	175,04
28 Custo anual <i>per capita</i> com compostagem	R\$/hab./ano	(Despesa média anual com compostagem) / (Pop. atendida por	Não existe controle

programas responsáveis por realizar a compostagem)				
29	Custo anual <i>per capita</i> com coleta seletiva	R\$/hab./ano	(Despesa média anual com coleta seletiva) / (Pop. atendida pela coleta seletiva)	12,64
30	Percentual de materiais recicláveis comercializados	%	(Qtde de materiais recicláveis comercializados)*100 / (Qtde de materiais recicláveis coletados)	Não existe controle
31	Percentual do orçamento da prefeitura destinado ao manejo de RSU	%	(Valor de recursos da prefeitura destinados ao manejo de RSU)*100 / (Valor do orçamento total da prefeitura)	Não existe controle
32	Percentual do orçamento da prefeitura destinado à limpeza urbana	%	(Valor de recursos da prefeitura destinados à limpeza urbana)*100 / (Valor do orçamento total da prefeitura)	Não existe controle
33	Receita <i>per capita</i> arrecadada com taxas ou outras formas de cobrança pela prestação de serviços para manejo de RSU	R\$/hab./ano	(Receitas arrecadas para manejo de RSU) / (Pop. urb.)	4,56
34	Percentual de receita arrecadada com taxas pela prestação de serviços para manejo de RSU em relação ao valor total gasto pela prefeitura no manejo de RSU	%	(Valor arrecadado com taxas e impostos cobrados da população para manejo de RSU)*100 / (Valor total gasto pela prefeitura no manejo de RSU)	5,0
35	Percentual de recursos para ações de educação ambiental em relação ao custo com manejo de RSU e limpeza urbana	%	(Valor dos recursos destinados a ações de educação ambiental)*100 / (Valor do custo com manejo de RSU + limpeza urbana)	Não existe controle
36	Percentual de recursos públicos aplicados nas cooperativas para seu funcionamento	%	(Recursos públicos aplicados nas cooperativas para seu funcionamento) / (Total de recursos aplicados para funcionamento das cooperativas)	Não existe controle
37	Distância média percorrida por massa de resíduos coletada	Km/ton/ano	(Distância média percorrida por veículos de limpeza urbana + coleta de RSU e materiais recicláveis) / (Massa de resíduos coletada)	Não existe controle

Fonte: Autoras (2022).

O primeiro indicador da dimensão econômica (indicador 22) compreende a despesa *per capita* com todas as fases de manejo de RSU, no qual o município de Arapoti possui uma despesa de R\$ 91,20 por habitante/ano. Segundo estimativa do SNIS (2021), no Brasil o custo dos serviços com manejo de resíduos sólidos em meio urbano é de R\$ 141,22 por habitante/ano, enquanto na região sul é de R\$ 125,04 por habitante/ano, assim o município de Arapoti apresenta despesa inferior à média nacional e regional. No indicador 23 é proposto o levantamento do custo da coleta de RSU, sendo que em Arapoti a

despesa *per capita* com a coleta de RSU é de R\$ 33,71 por habitante/ano. No mesmo âmbito, o custo unitário médio do serviço de coleta dos RSU (indicador 24) é de cerca de R\$ 100,18 tonelada/ano.

No município não é realizado o monitoramento do custo médio de transporte de rejeitos (indicador 25), visto que a prefeitura realiza o transporte de RSU somente até a unidade de transbordo, o transporte dos rejeitos é de responsabilidade da empresa encarregada da disposição final em aterro sanitário.

Em contrapartida, o custo unitário médio de transporte de materiais recicláveis (indicador 26) é de R\$ 1.666,67 tonelada/ano. Assim, observa-se que o custo com o transporte da coleta seletiva é significativamente superior ao custo com a coleta convencional, esse cenário pode estar relacionado com a baixa quantidade de materiais recicláveis coletados e a despesa excedente para transporte desses materiais, ou até mesmo com o veículo utilizado, a rota e a frequência de coleta. Por outro lado, é possível que os dados informados não demonstrem de forma efetiva a situação do município de Arapoti.

Nesse cenário, Pereira, Curi e Curi (2018) declaram que a carência de controle dos dados relativos aos custos com o sistema de coleta, transporte e disposição de resíduos compromete a autossustentabilidade do serviço prestado, resultando na ineficiência da gestão. Melquiades (2015) também identificou em sua pesquisa custo superior com a coleta seletiva em comparação com a coleta convencional. Desse modo, o autor afirma que o gerenciamento da logística é fundamental para otimizar o transporte dos resíduos e identificar as melhores rotas para reduzir os custos e o tempo de coleta.

Com relação ao custo para tratamento/disposição final dos RSU (indicador 27), no município o custo unitário médio é de R\$ 175,04 tonelada/ano. O indicador 29 corresponde ao custo anual *per capita* com a coleta seletiva em Arapoti, que é de R\$ 12,64 por habitante/ano. Segundo Veiga (2014), os indicadores de custo possibilitam analisar a capacidade da

prefeitura de realizar o manejo dos RSU. Contudo, esses dados são de difícil obtenção, visto que o controle dos custos de cada etapa nem sempre é realizado de maneira efetiva.

Em Arapoti, não há programa de compostagem, por esse motivo não foi possível determinar o indicador 28. Da mesma forma, não foi possível realizar o levantamento do indicador 30, uma vez que o município não realiza o controle do percentual de materiais recicláveis comercializados, após a coleta os mesmos são dispostos na área de transbordo, a segregação é realizada pelos catadores que atuam no local, sendo uma prática contrária aos princípios da PNRS (BRASIL, 2010).

Nesse âmbito, também não se pôde determinar o percentual do orçamento da prefeitura destinado ao manejo de RSU (indicador 31) e à limpeza urbana (indicador 32), devido à ausência de controle desses indicadores no município. Conforme a ABRELPE (2021), durante o período de pandemia, os gestores municipais concentraram os empenhos nos serviços de saúde. Todavia, os serviços de limpeza urbana correspondem a principal barreira sanitária da população, assim, a falta de recursos aplicados no setor de resíduos, resulta na redução significativa da qualidade ambiental dos municípios.

No indicador 33 é proposto o levantamento da receita *per capita* arrecada com taxas de cobrança pela prestação de serviços de manejo de RSU. No município, a cobrança é realizada por meio de taxa única no boleto do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), dessa forma, em 2021, a receita estimada foi de R\$ 4,56 por habitante/ano.

Nesse contexto, o indicador 34 apresenta o percentual de receita arrecadada com a taxa de prestação de serviço em relação a despesa total com o manejo de RSU, assim pôde-se determinar que a autossuficiência financeira da prefeitura, em 2021, foi de apenas 5%. Dessa forma, é possível constatar que o sistema se encontra em *deficit*, uma vez que o valor arrecadado não é suficiente para suprir todos os gastos que o município possui

com o manejo de RSU. De acordo com o SNIS (2021), dos municípios brasileiros que informaram os dados para o cálculo da autossuficiência financeira, a receita arrecadada cobre, em média, 56,4% das despesas totais, já na região sul a autossuficiência dos órgãos gestores encontra-se próxima de 63,8%.

Sendo assim, torna-se necessário corrigir a taxa de cobrança pelo serviço de manejo dos RSU (indicador 33) no município de Arapoti, como forma de garantir a sustentabilidade operacional e financeira dos serviços prestados. Segundo Hillesheim (2017), para que se possa assegurar a qualidade dos serviços de manejo de resíduos e limpeza urbana, é primordial que se busque alternativas para a revisão da taxa de resíduos sólidos, de modo que consigam ratear 100% dos serviços prestados, mas de forma justa para todos os municípios.

Nesse âmbito, o Marco Legal do Saneamento Básico estabelece a adoção de meios de remuneração pela cobrança dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, a fim de assegurar a sustentabilidade econômico-financeira dos serviços prestados, contudo as taxas ou tarifas devem considerar a destinação ambientalmente adequada dos resíduos coletados e o nível de renda da população atendida (BRASIL, 2020).

À vista disso, a PNRS dispõe em seus objetos a utilização de mecanismos econômicos para a recuperação dos custos dos serviços prestados, de modo assegurar a regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2010). O Decreto nº 10.936 também possui como diretriz a sustentabilidade econômico-financeira dos serviços de limpeza urbana e manejo de RSU, que deverá estar inclusa no PMGIRS (BRASIL, 2022), em conformidade com a PNRS e o Marco Legal do Saneamento (BRASIL, 2010; 2020).

Ademais, não foi possível realizar o levantamento dos indicadores 35 e 36, tendo em vista que o município não realiza ações de educação ambiental

(indicador 35), assim como não investe recursos em cooperativas de reciclagem (indicador 36). Ressalta-se que estes indicadores estão em desconformidade com a PNRS, a qual traz como instrumento o desenvolvimento de programas e ações de educação ambiental, assim como o incentivo e estruturação de cooperativas/associações de catadores de materiais recicláveis (BRASIL, 2010; 2022).

Nesse âmbito, destaca-se a Política Nacional de Educação Ambiental, instituída pela Lei Federal nº 9.795, a qual descreve a educação ambiental como processos em que o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação ambiental, bem de uso comum, fundamental à sadia qualidade de vida e sustentabilidade (BRASIL, 1999). A importância da educação ambiental também é expressa na Política Nacional do Meio Ambiente, estabelecida pela Lei Federal nº 6.938 (BRASIL, 1981). Desse modo, a educação ambiental torna-se uma ferramenta indispensável para a gestão dos RSU, uma vez que atua na conscientização da sociedade acerca das problemáticas socioambientais decorrentes do manejo inadequado dos resíduos (MAIA; BARBOSA; ALENCAR, 2014).

Além disso, em Arapoti também não é mensurado a distância percorrida para a coleta de resíduos (indicador 37). Nesse contexto, Morais *et al.* (2019) afirmam que a escolha de rotas eficientes minimiza a distância, o custo e o tempo das operações de coleta e transporte de resíduos, por isso devem ser levadas em consideração na gestão de RSU.

3.4 Dimensão Institucional

Nesta dimensão foi proposto 7 indicadores, sendo que no município de Arapoti pôde-se determinar 4 indicadores, conforme observado na Tabela 4.

Tabela 4 – Dados levantados para a dimensão institucional

INDICADORES INSTITUCIONAIS	UNIDADE	MODO DE MEDIÇÃO	DADOS
38 Percentual de funcionários que receberam treinamento/capacitação para trabalhar no setor de manejo de RSU e limpeza urbana	%	Nº de funcionários que receberam treinamento/capacitação na área)*100 / (Nº de funcionários que trabalham no setor de manejo de RSU e limpeza urbana)	0
39 Percentual de técnicos especializados em gestão de RSU e limpeza urbana no quadro de funcionários da prefeitura	%	(Qtde de técnicos especializados em gestão de RSU e limpeza urbana)*100 / (Qtde de funcionários da prefeitura)	0
40 Quantidade de ações fiscalizatórias relacionadas à gestão de RSU promovidas pelo poder público municipal	Nº de ações/dia	Levantamento do nº de ações fiscalizatórias relacionadas à gestão de RSU promovidas pelo poder público municipal	20
41 Número de informações sobre reclamações referentes à gestão de RSU, sistematizadas e disponibilizadas para a população	Nº de reclamações	Levantamento do nº de reclamações referentes à gestão de RSU, sistematizadas e disponibilizadas para a população	Não existe controle
42 Percentual da população atendida por programas educativos voltados para boas práticas da gestão de RSU	%	(Qtde da população atendida por programas educativos)*100 / (Pop. urb.)	Não existe controle
43 Existência de Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)	Sim / Não	Verificação da existência de PMGIRS no município	Não
44 Percentual da população atendida pelo PMGIRS, incluindo população da área rural e áreas vulneráveis	%	(Pop. atendida pelo PMGIRS) / (Pop. total do município)	Não existe controle

Fonte: Autoras (2022).

O primeiro indicador da dimensão institucional corresponde ao treinamento de funcionários para trabalhar no setor de manejo de RSU e limpeza urbana (indicador 38), assim denota-se que em Arapoti não é realizado a capacitação dos funcionários na área. A alta rotatividade no setor é um dos fatores que dificultam a capacitação desses funcionários.

Segundo o SNIS (2021), é comum que haja alterações na formação dos quadros técnicos municipais devido as mudanças de gestão, por isso os funcionários que compõem o setor nem sempre possuem formação técnica na área. Porém, a realização de treinamento com os profissionais que são admitidos no setor, é fundamental para promover a capacitação quanto à segurança no trabalho e prevenção de doenças relacionadas à atividade, além

de minimizar os riscos de acidentes e melhorar a qualidade dos serviços prestados (PEREIRA; CURI; CURI, 2018).

O indicador 39 propõe o levantamento do percentual de técnicos especializados na gestão de RSU e limpeza pública, no município observa-se que não há especialistas na área de gestão de RSU atuando no setor. Um dos princípios da PNRS é a capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos, além disso, programas e ações de capacitação técnica são requisitos para a implementação e operacionalização do PMGIRS (BRASIL, 2010). Pereira, Curi e Curi (2018) verificaram em seu estudo que municípios de pequeno porte apresentam maiores problemas na gestão dos RSU, principalmente, em virtude da ausência de equipe técnica para o desenvolvimento dos serviços, o que afeta de forma significativa na qualidade ambiental urbana. Assim, os autores ressaltam a importância de integrar uma equipe técnica interdisciplinar, a fim de abranger as diversas etapas do processo de manejo dos RSU.

Com relação a ações fiscalizatórias (indicador 40), o município de Arapoti estima que é realizado, em média, 20 ações por dia, entretanto, não foi possível especificar os tipos de ações. Nesse âmbito, o município também não realiza o controle de reclamações referentes à gestão de RSU (indicador 41). Conforme Veiga (2014), um dos desafios para realização desse levantamento é a sistematização das informações que serão disponibilizadas à população, além disso é primordial que haja o envolvimento da sociedade, a fim de garantir uma gestão participativa. Neste contexto, a PNRS traz como um dos instrumentos o monitoramento e a fiscalização ambiental e sanitária. Ademais, entre os requisitos mínimos do PMGIRS destaca-se o programa de monitoramento, assim como ações preventivas e corretivas a serem praticadas (BRASIL, 2010).

No que se refere a programas educativos voltados para boas práticas da gestão de RSU (indicador 42), nota-se que Arapoti não realiza programas de educação ambiental. Fato esse que pode ter influência direta na coleta de

materiais recicláveis, uma vez que mesmo com uma cobertura de 100% de coleta seletiva (indicador 5), o município possui uma quantidade inferior de materiais recicláveis coletados (indicador 3), quando comparado com as médias nacional e regional. O desenvolvimento de programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos está incluso nos requisitos para o PMGIRS (BRASIL, 2010).

Nesse cenário, Silva (2021) pôde constatar em sua pesquisa a importância da educação ambiental para efetivação do PMGIRS do município estudado. O autor observou uma ampliação dos índices de reciclagem, em razão da criação de política pública de incentivo a reciclagem e projetos de educação ambiental implantada no município. Assim, o envolvimento do setor público é fundamental para o desenvolvimento de programas de educação ambiental que incentivem a segregação correta dos RSU na fonte geradora, também é necessário promover ações que fomentem a discussão, junto à população, acerca da importância da gestão adequada dos resíduos.

Os indicadores 43 e 44 referem-se à existência de PMGIRS e ao percentual da população atendida pelo plano. Nesse contexto, o município de estudo não possui PMGIRS, a gestão de RSU é mencionada no Plano Municipal de Saneamento Básico de Arapoti, todavia não atende as premissas mínimas estabelecidas pela PNRS. A elaboração do PMGIRS é um dos principais requisitos da PNRS, sendo uma condição para que os municípios tenham acesso a recursos da União (BRASIL, 2010).

O PMGIRS é uma ferramenta essencial para a gestão adequada dos resíduos sólidos, uma vez que busca formalizar os procedimentos operacionais referentes ao manejo dos RSU, limpeza urbana e os custos destas prestações de serviço, também busca identificar as possibilidades de implantação de soluções consorciadas (BRASIL, 2010). Diante disso, evidencia-se a necessidade da elaboração do PMGIRS para o município de Arapoti, a fim de

aprimorar os serviços prestados e assegurar a conformidade com a legislação brasileira (BRASIL, 2010; 2020; 2022).

4 CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento do estudo foi possível realizar a interpretação geral da situação da gestão de RSU no município de Arapoti, facilitando a identificação dos pontos prioritários e críticos do município, que podem auxiliar na tomada de decisões dos gestores públicos. Nesse âmbito, com a aplicação dos indicadores de sustentabilidade pode-se constatar uma série de limitações na execução dos serviços de gestão de RSU, tendo em vista que cerca de 45,4% dos indicadores não puderam ser determinados, em razão da ausência de controle de dados por parte da prefeitura.

Os indicadores da dimensão ambiental demonstraram que a média *per capita* coletada de materiais recicláveis é de 0,021 kg/hab./dia, a qual encontra-se abaixo das médias do Brasil e da região Sul. Com o estudo pode-se verificar que o município não faz o controle dos materiais recicláveis coletados por meio do programa de coleta seletiva, fato que impossibilitou a determinação de diversos indicadores propostos. Nesse contexto, o município também não possui programa para a destinação dos resíduos orgânicos coletados, o que interferiu no levantamento dos indicadores referentes a compostagem.

Com relação a dimensão social, os indicadores que mais se destacam foram os referentes a organização dos catadores de materiais recicláveis em cooperativas/associações, onde pôde-se perceber que o município não dispõe destas organizações, o que inviabilizou a determinação dos indicadores em questão. Nesse cenário, é fundamental o envolvimento do setor público para o fortalecimento do trabalho desenvolvido pelos catadores, de forma que possa auxiliar na elaboração de políticas públicas de incentivo e aprimoramento do trabalho das cooperativas/associações, proporcionando melhorias nas condições de trabalho e saúde desses profissionais.

A dimensão econômica visa analisar o desempenho econômico-financeiro da gestão de RSU no município. Com base nesses indicadores pode-se calcular que a autossuficiência financeira da prefeitura com o manejo de RSU é de apenas 5%, uma vez que o valor arrecadado com a cobrança por prestação de serviços não é suficiente para suprir a despesa com o manejo dos resíduos no município. Outro ponto que se destaca é ausência de recursos para programas educativos destinados às boas práticas de gestão de RSU, fator que influenciou diretamente na obtenção dos indicadores referentes a educação ambiental.

A última dimensão abordada no estudo corresponde aos indicadores institucionais, assim foi possível identificar que o município não realiza a capacitação de funcionários no setor de manejo de RSU. Da mesma forma, não há técnicos especializados em gestão de RSU e limpeza urbana no quadro de funcionários do setor. Além disso, destaca-se que o município de Arapoti não possui PMGIRS, que é uma das exigências da PNRS, sendo fundamental para se obter a eficiência do processo de manejo de resíduos e contribuir com o planejamento das ações e regulamentação da gestão de RSU no município.

Por fim, espera-se que esse estudo possa auxiliar na identificação de melhorias necessárias para otimização dos serviços de manejo de RSU no município, com o intuito de alcançar um sistema de gestão integrado, sustentável e eficiente.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida à primeira autora durante a realização desta pesquisa, e à Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Arapoti por colaborar com o estudo.

REFERÊNCIAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2021**. São Paulo: ABRELPE, 2021.

BARROS, R. T. V.; SILVEIRA, Á. V. F. Uso de indicadores de sustentabilidade para avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos na Região Metropolitana de Belo Horizonte. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 2, p. 411-423, 2019.

BRASIL. Política Nacional do Meio Ambiente. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 02 set. 1981.

BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 28 abr. 1999.

BRASIL. Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 03 ago. 2010.

BRASIL. Marco Legal do Saneamento Básico. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000 [...]. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 16 jul. 2020.

BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 12 jan. 2022.

CAVALCANTE, L. M. S.; CALDEIRA, V. P. S.; SOUSA JÚNIOR, F. S. Educação ambiental e catadores de materiais recicláveis: diagnóstico do trabalho dos catadores do município de Mossoró (RN). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 17, n. 4, 2022.

COELHO, A. P. F.; BECK, C. L. C.; SILVA, R. M. Condições de Saúde e Risco de Adoecimento dos Catadores de Materiais Recicláveis: Revisão Integrativa. **Ciência, Cuidado e Saúde**, Maringá, v. 17, n. 1, 2018.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2019.

HILLESHEIM, S. S. **Indicador de geração de resíduos sólidos em estabelecimentos alimentícios para auxiliar na revisão da taxa de resíduos sólidos de Florianópolis/SC.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

LIMA, C. C. T. **Aplicação de Indicadores de Sustentabilidade de Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Araguari-MG.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

MAIA, H. J. L.; BARBOSA, E. M.; ALENCAR, L. D. Educação ambiental: contribuições para aplicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. *In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE*, 16., 2014, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: USP, 2014.

MEDEIROS, J. E. S. F.; PAZ, A. R.; MORAIS JÚNIOR, J. A. Análise da evolução e estimativa futura da massa coletada de resíduos sólidos domiciliares no município de João Pessoa e relação com outros indicadores de consumo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 1, 2015.

MELQUIADES, J. A. R. **Modelagem para a roteirização do processo de coleta e transporte dos resíduos sólidos urbanos.** 145 f. 2015. Tese (Doutorado em Transportes) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

MORAIS, L. A. *et al.* Estimativas das Distâncias para Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 7, n. 4, 2019.

PEREIRA, S. S.; CURI, R. C.; CURI, W. F. Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: parte II – uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões: aplicação do modelo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 3, 2018.

PINHEIRO, I. S.; FERREIRA, J. A. **Economicidade dos serviços de coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos.** Relatório Final do Programa de Pesquisa da Escola de Contas e Gestão do Tribunal de Contas do Estados do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017.

PISANI JUNIOR, R.; CASTRO, M. C. A. A.; COSTA, A. A. Desenvolvimento de correlação para estimativa da taxa de geração *per capita* de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo: influências da população, renda *per capita* e consumo de energia elétrica. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 2, 2018.

RABBANI, E. R. K. *et al.* Indicadores de sustentabilidade para avaliação e monitoramento da gestão de resíduos sólidos em Instituição de Ensino Superior de Pernambuco. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, 2021.

SILVA, T. C. **A educação ambiental como instrumento de efetivação da gestão dos resíduos sólidos no município de Bento Gonçalves/RS.** 2021. 169 f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2021.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Diagnóstico temático: manejo de resíduos sólidos urbanos [2020].** Brasília: SNS, 2021.

VEIGA, T. B. **Indicadores de sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos urbanos e implicações para a saúde humana.** 2014. 261 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.