



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Indicadores de Sustentabilidade da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos para Municípios Brasileiros: Desenvolvimento e Validação da Ferramenta

Milena Caroline Tisoco¹, Ivone Gohr Pinheiro²

¹ Mestre em Engenharia Ambiental, FURB - Universidade Regional de Blumenau - CAMPUS II, Complexo Tecnológico. Rua São Paulo, 3250 - Sala I 103. Itoupava Seca - 89030-000 Blumenau - SC. (54) 991586889. milena.tisoco@gmail.com (autor correspondente)

² Profa.Dra., FURB - Universidade Regional de Blumenau - CAMPUS II, Complexo Tecnológico. Rua São Paulo, 3250 - Sala I 103. Itoupava Seca - 89030-000 Blumenau - SC. (47) 3221-6079. ivonegp@furb.br.

Artigo recebido em 16/11/2022 e aceito em 18/11/2022

RESUMO

Os indicadores de sustentabilidade auxiliam no diagnóstico, na busca de melhorias e no planejamento de estratégias para os resíduos sólidos. Neste contexto o trabalho objetivou desenvolver e validar um conjunto de indicadores de sustentabilidade da gestão de resíduos sólidos urbanos (GRSU) para municípios brasileiros. Inicialmente foi definido um conjunto com 50 indicadores e 16 categorias que foi submetido a análise de 15 especialistas, os quais sugeriram reduzir o número de indicadores, melhorar a definição de termos e conceitos e evitar subjetividades. Após considerar tais sugestões, o conjunto passou a conter 41 indicadores e 10 categorias, que abordam aspectos administrativos, financeiros, de execução dos serviços, de educação ambiental e de participação da população e dos catadores. O novo conjunto de indicadores foi aplicado a 38 municípios brasileiros. Foram analisados os indicadores com dificuldades em serem respondidos e verificado as seguintes motivações para tal: impossibilidade de optar por uma das opções de resposta; inexistência de dados e falta de conhecimento sobre informações. Por fim, definiu-se o conjunto final de indicadores de sustentabilidade da GRSU, percebendo-se a importância das etapas de validação e de proposição de indicadores que sejam flexíveis, contendo perguntas com opção de não serem respondidas.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Urbanos. Gestão. Sustentabilidade. Indicadores. Desempenho.

Sustainability Indicators of Municipal Solid Waste Management for Brazilian Municipalities: Development and Validation of the Tool

ABSTRACT

Sustainability indicators assist in the diagnosis, search for improvements and planning strategies for solid waste. In this context, the research aimed to develop and validate a set of sustainability indicators for municipal solid waste management (MSW) for Brazilian municipalities. Initially a set of 50 indicators and 16 categories was defined and submitted to the analysis of 15 specialists, who suggested reducing the number of indicators, improving the definition of terms and concepts and avoiding subjectivity. After considering these suggestions, the set passed to contain 41 indicators and 10 categories, that address aspects such as administrative, financial, service execution, environmental education, population participation and waste pickers. The new set of indicators was applied to 38 Brazilian municipalities. The indicators with difficulties in being answered were analyzed and the following reasons were verified for this: impossibility of choosing one of the response options; lack of data and lack of knowledge about information. Finally, the final set of sustainability indicators of MSW was defined realizing the importance of the validation steps and the proposition of indicators that are flexible, containing questions with the option of not being answered.

Keywords: Municipal Solid Waste. Management. Sustainability. Indicators. Performance.

Introdução

Os indicadores de sustentabilidade são ferramentas de apoio que podem ser utilizados para acompanhar o status e as mudanças nas principais dimensões da sustentabilidade, possibilitando

revelar, estruturar e comunicar as principais informações sobre o estado delas (Carvalho et al., 2011; Rametsteiner et al., 2011). De acordo com Silva (2010), os indicadores devem apontar a direção de deslocamento (positivo ou negativo) de

aspectos de uma comunidade ou ambiente, indicando se há ou não o desenvolvimento.

Para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade, Bell e Morse (2003) sugerem observar que eles devem mensurar algo relevante, cobrindo as dimensões importantes para a área e apresentar vínculo entre as dimensões social, econômica e ambiental. Ainda, é importante que os dados para responder aos indicadores estejam disponíveis, inclusive no futuro (Bell e Morse, 2003).

Os indicadores precisam ser relevantes para a política e ser aceitos pelos interessados, devendo ser simples suficientes para serem compreendidos por eles (Bell e Morse, 2003). Por isso, o envolvimento das partes interessadas na seleção e desenvolvimento de indicadores também é apresentado como algo importante e que pode contribuir para a efetiva utilização deles pelos envolvidos (Moreno-Pires e Fidelis, 2012), além de aumentar a conscientização dessas pessoas sobre questões de sustentabilidade (Mascarenhas et al., 2015).

O meio ambiente talvez seja a dimensão da sustentabilidade que mais atrai atenção dos gestores e da sociedade como um todo, especialmente nas regiões desenvolvidas do mundo, sendo que entre os numerosos problemas ambientais que preocupam os gestores da comunidade europeia, os resíduos sólidos se destacam (Rios e Picazo Tadeo, 2021).

Na gestão de resíduos sólidos urbanos (GRSU), os indicadores de sustentabilidade são instrumentos importantes que podem ser utilizados para auxiliar no diagnóstico da situação dos resíduos sólidos urbanos (RSU) de um determinado local e para buscar melhorias para a GRSU, tornando-a mais eficiente quanto ao seu desempenho, eficiência e sustentabilidade (Pereira et al., 2018a; Pereira et al., 2018b).

Indicadores de sustentabilidade podem ser estabelecidos com o suporte referencial teórico (Pereira et al., 2018; Souto e Lopes, 2019, Barbosa e Carvalho Júnior, 2020; Paschoalin Filho et al., 2020; Santo et al., 2020; Alves et al., 2021; Canella et al., 2021; Ferreira e Barros, 2021; Nazário e Henkes, 2021; Rabanni et al., 2021), de documentos e dados governamentais (Souto e Lopes, 2019; Deus et al., 2020; Rios e Picazo-Tadeo, 2021; Deus et al., 2022), da análise de ciclo de vida (ACV) (Deus et al., 2020).

Eles podem ser validados por meio de consulta aos atores envolvidos e especialistas, bem como, com dados de órgãos oficiais (Pereira et al., 2018; Olay-Romero et al., 2020; Paschoalin Filho et al., 2020, Alves et al., 2021; Rabanni et al., 2021), e podem gerar um questionário a ser

respondidos pelos gestores de RS (Paschoalin Filho et al., 2020; Santo et al., 2020; Alves et al., 2021) um quadro cujos indicadores serão avaliados pelos próprios pesquisadores com base em informações obtidas por análise documental, dados de campo e/ou entrevista com gestores (Barbosa e Carvalho Junior, 2020, Olay Romero et al., 2020; Canella et al., 2021; Ferreira e Barros, 2021, Nazário e Henkes, 2021, Rabanni et al., 2021), um índice quantitativo (Dadario et al., 2020; Deus et al., 2020; Rios e Picazo-Tadeo, 2021, Deus et al., 2022), Um quadro a ser respondido por fiscais auditores (Souto e Lopes 2019).

Estudos sobre GRSU através de indicadores abordaram etapas específicas como a geração de RS (Flores et al., 2022), a eficiência da reciclagem e recuperação de RS (Rios e Picazo-Tadeo, 2021), bem como a gestão contemplando algumas dentre as dimensões ambiental, social, operacional e econômica/financeira (Castro et al., 2015; Pereira et al 2018; Barros e Silveira, 2019; Souto e Lopes 2019; Barbosa e Carvalho Junior, 2020; Dadario et al., 2020; Deus 2020 Feitosa et al., 2020; Olay- Romero et al., 2020; Santo et al., 2020, Alves et al., 2021, Canella et al., 2021; Ferreira e Barros, 2021, Misganaw e Teffera 2021; Deus et al., 2022).

Indicadores de sustentabilidade também foram utilizados para avaliar a gestão dos resíduos da construção civil (Paschoalin Filho et al., 2020), a gestão de resíduos sólidos em aeroportos (Nazário e Henkes, 2021) e a gestão de resíduos sólidos em instituição de ensino superior (Rabanni et al., 2021).

Eles podem ser utilizados por cientistas, políticos, cidadãos e tomadores de decisão (Rametsteiner et al., 2011), e em especial por gestores públicos, que buscam por respostas e soluções para melhorar a GRSU dos municípios.

Os indicadores voltados para a GRSU também podem contribuir para a definição de alternativas e modelos de gerenciamento de RSU que atendam aos preceitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e para a definição das prioridades e direcionamento de investimentos públicos, por isso torna-se importante o estabelecimento de metodologias aplicáveis à realidade brasileira (Polaz e Teixeira, 2009; Reichert e Mendes, 2014).

Neste contexto, para o uso de indicadores é necessário que ocorra o amadurecimento dos responsáveis locais pela GRSU, a sistematização dos procedimentos de coleta, de análise e de difusão dos resultados e os cuidados de representar a realidade (Barros e Silveira, 2019).

Vale ainda ressaltar que a GRSU no Brasil enfrenta diversos problemas, e os indicadores de

sustentabilidade podem servir como uma ferramenta para auxiliar no enfrentamento deles. Segundo a ABRELPE (2021), cerca de 6,4 milhões de toneladas de resíduos sólidos (RS) não foram coletados no Brasil em 2020. A destinação final de 39,8% dos RSU coletados no país foi realizada de maneira inadequada, em lixões ou aterros controlados. A coleta seletiva é realizada por 74,4% dos municípios brasileiros, porém em muitos essas atividades não abrangem toda a população, podendo ser iniciativas pontuais.

Outros problemas relacionados à GRSU em alguns municípios brasileiros também são destacados por autores, como: a falta de Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), a insustentabilidade financeira da GRSU, o baixo aproveitamento de RS; a infraestrutura deficitária; a exaustão dos aterros sanitários; a falta de inclusão social dos catadores de materiais recicláveis na GRSU; a falta de profissionais capacitados e a insuficiência de programas educativos (Silva et al., 2014; Castro et al., 2015; Nascimento et. al, 2015; Pereira et al., 2018b; Araújo et al., 2019; Barros e Silveira, 2019; Feitosa et al., 2020; Leal e Sampaio, 2021).

Considerando estas possíveis diferenças de realidade no que diz respeito à GRSU entre os municípios e que segundo Cetrulo et al. (2020), a forma como se organiza os indicadores tanto no que diz respeito ao tipo quanto na quantidade de categorias varia muito, a hipótese deste trabalho foi ser possível determinar um conjunto de indicadores de sustentabilidade que possa ser aplicado a

diferentes municípios brasileiros, para avaliar a GRSU.

Visando contemplar e contribuir com essas realidades, e sabendo-se da importância dos indicadores voltados à GRSU, o presente trabalho teve como objetivo propor e validar um conjunto de indicadores de sustentabilidade, voltados para a avaliação da GRSU de municípios brasileiros.

Material e métodos

A metodologia foi realizada em quatro etapas (Figura 1) ao longo do ano de 2021, e consistiu no levantamento, na síntese e organização de indicadores voltados à GRSU, na validação do conjunto preliminar de indicadores por especialistas e na validação do conjunto de indicadores pelos gestores municipais. Quanto à natureza a pesquisa é aplicada, quanto aos objetivos é descritiva e quanto à forma de estudo trata-se de uma coleta de dados através de levantamentos (surveys). A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética na Pesquisa em Seres Humanos da FURB, com CAAE n. 44259121.9.0000.5370.

Na **primeira etapa** foram levantados e selecionados trabalhos (artigos científicos, dissertações, teses e documentos institucionais e governamentais) que abordavam indicadores para avaliar a GRSU, por meio de pesquisa de referencial teórico.

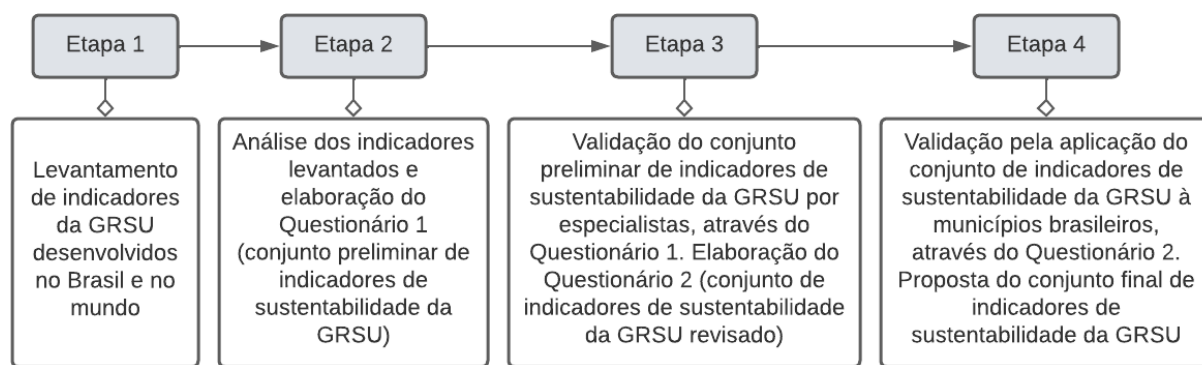


Figura 1. Fluxograma contendo as etapas da metodologia do trabalho. GRSU: Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos.

Na **segunda etapa**, os indicadores extraídos dos trabalhos selecionados foram comparados entre si, sintetizados e organizados, de forma a compor o chamado “conjunto preliminar de indicadores de sustentabilidade da GRSU” (Questionário 1).

Para a síntese, foram eliminados os indicadores: i) redundantes (Silva, 2017); ii) considerados inadequados a realidade brasileira (Silva, 2017); iii) voltados ao processo de gerenciamento (operacional) (Silva, 2017); iv) destinados a avaliar aspectos muito específicos de

alguma etapa relacionada à GRSU e; v) propostos em menos de quatro trabalhos.

Os indicadores resultantes foram organizados em categorias, perguntas e descritores, de forma semelhante a proposta por Santiago e Dias (2012). As categorias organizam as perguntas em grupos, de acordo com temas semelhantes. A pergunta corresponde ao indicador e ela questiona o que se quer saber sobre a GRSU.

Os descritores apresentam quatro opções de respostas à pergunta: “Opção 1 – atendimento com alta suficiência”, “Opção 2 – atendimento com média suficiência”, “Opção 3 – atendimento com baixa suficiência” e “Opção 4 – sem atendimento”, elaboradas com base em Daronco (2014).

Na **terceira etapa**, o “conjunto preliminar de indicadores de sustentabilidade da GRSU” (Questionário 1) foi submetido a um processo de validação por especialistas, que atuam como pesquisadores ou como gestores municipais e estaduais na área de GRSU. As respostas foram analisadas através da análise categorial de Bardin (2011), uma técnica de análise de conteúdo, desenvolvida em três etapas: **i) a pré-análise do material**: uma leitura mais rápida e superficial das respostas para “conhecer” o seu conteúdo. **ii) a exploração do material**: a leitura e análise mais aprofundada das respostas estabelecendo as unidades de registro, que correspondem a recortes dos textos, e organizando estas em categorias de acordo com temas semelhantes e **iii) o tratamento, inferência e interpretação**: que consistiu na análise, discussão e detalhamento dos recortes categorizados, sintetizando a compreensão obtida deles e buscando fundamentação teórica para explicá-los.

Com esta validação, foram avaliados aspectos construtivos e conceituais do conjunto de indicadores proposto e a sua capacidade de mensuração qualitativa da GRSU e, por fim, foi definido o conjunto de indicadores de sustentabilidade da GRSU a ser utilizado na etapa 4 da pesquisa (Questionário 2).

Na **quarta etapa**, o conjunto de indicadores de sustentabilidade da GRSU (Questionário 2) foi aplicado à municípios brasileiros, sendo respondido pelos seus gestores. O objetivo foi validar a aplicabilidade do conjunto de indicadores para avaliar a GRSU. Os municípios participantes foram escolhidos com base em quatro critérios: região brasileira, porte populacional, faixa populacional e participação em consórcio ou não.

Como resultado final, chegou-se à proposta do “conjunto final de indicadores de sustentabilidade da GRSU”.

Resultados e discussão

O “conjunto preliminar de indicadores de sustentabilidade da GRSU” (Questionário 1) era composto de 50 indicadores dispostos em 16 categorias, elaborado a partir da utilização de 22 trabalhos: Milanez (2002); IBGE (2008); Polaz e Teixeira (2009); UN-HABITAT (2010); ADB (2010); Santiago e dias (2012); Cifrian et al. (2013); Castro et al. (2015); Veiga et al. (2016); Marotti et. al (2017); Mendez (2017); Silva et al. (2017); Pereira et al. (2018a); ABRELPE (2019); SNIS (2019); MMA (2019); Barros e Silveira (2019); Alhumid et al. (2019); EPA (2019); EUROSTAT (2015-2020); Chaves et al. (2020); Olay-romero et al. (2020). Os trabalhos foram desenvolvidos em sua maioria nos últimos 10 anos (de 2012 até 2022), no Brasil e em outros países como China, Espanha, México, Arábia Saudita, Estados Unidos e para um conjunto de países desenvolvidos.

Ele foi avaliado por 15 especialistas (12 pesquisadores e 3 gestores), de todas as regiões do país. As principais considerações e sugestões realizadas pelos especialistas foram sobre a necessidade de: i) reduzir o tamanho do conjunto de indicadores proposto; ii) melhor definir alguns termos e conceitos utilizados e iii) amenizar a subjetividade das opções de resposta dos indicadores.

Sobre o tamanho do conjunto de indicadores, Button (2002) coloca que ele deve ser relativamente pequeno, pois se o número de indicadores for muito grande isso pode aumentar a dificuldade de seu uso, pois haverá uma grande exigência de dados efetivos e a comunicação dos indicadores aos tomadores de decisão pode se tornar complicada (Ronchi et al., 2002). Por outro lado, se o número de indicadores for pequeno ou insuficiente, eles podem não contemplar efetivamente todos os domínios da sustentabilidade (Shen e Zhou, 2014).

Sobre os termos e conceitos utilizados eles devem ser compreendidos e compartilhados. Os indicadores devem ter clareza no conteúdo e seu significado deve ser facilmente compreendido (Meadows, 1998; Bertolini, 2008). E quanto à subjetividade entende-se que ela deve ser amenizada, porém também se sabe que ela é uma característica presente nos indicadores devido ao fato de a escolha deles ser baseada em valores e intenções humanas (Meadows, 1998). A sustentabilidade é um conceito amplo que inclui questões ambientais, econômicas e sociais e entre outras (Rios e Picazo-Tadeo, 2021) é uma noção complexa e envolvida de incerteza, por isso não pode ser expressa de maneira simplista (Mariotti, 2013; Bonotto et al., 2018).

Dessa forma, foi reduzido o número de indicadores propostos, visando manter aqueles considerados mais importantes, pelos especialistas. Foi priorizada a simplicidade da linguagem e a utilização de conceitos amplamente conhecidos, prioritariamente aqueles apresentados na PNRS. Utilizar os conceitos da PNRS, lei 12.305 (Brasil, 2010), na construção dos indicadores, segundo Souto e Lopes (2019) faz com que os indicadores possam também ser utilizados para verificar o atendimento da gestão aos mandamentos legais uma vez que a administração pública é submetida primeiramente ao aspecto da legalidade.

Buscou-se reduzir a subjetividade observada nas opções de resposta dos indicadores, eliminando expressões como “fracamente”, “parcialmente”, “esporadicamente”, “maioria” e “parte”, substituindo-as, sempre que possível, por percentuais.

Como resultado, foi proposto o conjunto de indicadores de sustentabilidade da GRSU revisado (Questionário 2), o qual contém um total de 41 indicadores (perguntas) dispostos em 10 categorias. Os indicadores avaliam uma ampla gama de questões relacionadas à GRSU e seus passivos ambientais, abordando aspectos administrativos, financeiros e de execução dos serviços, bem como de educação ambiental (EA) e participação da população e dos catadores relacionadas aos RSU (Tabela 1).

O conjunto de indicadores de sustentabilidade da GRSU (Questionário 2) foi aplicado a um total de 38 municípios brasileiros, de todas as regiões do Brasil, sendo que a maioria é da região sul (26%) e centro-oeste (26%) e a minoria é da região nordeste (11%) (Figura 2a), de todos os portes populacionais, pequeno (39%), médio (24%) e grande (37%) (Figura 2c) e que participam (39%) e não participam (61%) de consórcios públicos para GRSU (Figura 2c).

As perguntas que apresentaram mais municípios com dificuldades em respondê-las foram as perguntas 2, 3, 14, 15, 23, 28, 29, 33 e 34 (Tabela 1). Para a maioria das perguntas (perguntas 3, 12, 17, 23, 28, 34, 37, 38 e 40 - Tabela 1) percebeu-se que a motivação dos municípios não conseguir responder, deveu-se ao fato deles não conseguirem escolher dentre as opções de resposta apresentadas.

Outras questões que também influenciaram para que alguns municípios não conseguissem responder à algumas perguntas foi a inexistência de dados (perguntas 13, 20, 28, 33 e

41- Tabela 1) ou a falta de conhecimento por parte dos municípios sobre as informações solicitadas, devido a terceirização de alguns serviços (perguntas 17, 18, 26 e 33- Tabela 1). Alguns municípios justificaram que a falta de dados é devido a não realização do acompanhamento e registro dos dados.

No estudo no México, Olay-Romero et al., (2020) citam várias possíveis causas e os autores que seguem para explicar a alta porcentagem da resposta de “nenhum dado fornecido” que corresponde ao discutido no parágrafo anterior: rastreamento deficiente do sistema, participação de pessoal com conhecimento e experiência limitados, dispersão da informação em diferentes departamentos e níveis, falta de transparência (Bockelmann, 2003; Guerrero, 2014; Guerrero et al., 2013), descontinuidade das informações entre sucessivos governos municipais (Guerrero, 2014; Venegas Sahagún et al., 2014), e um setor informal que prevalece nas diferentes etapas (Guerrero et al., 2013; Venegas Sahagún et al., 2014; Wamsler, 2000).

As perguntas que não puderam ser respondidas por falta de dados, foram sobre faixa de geração de RSD, fração reciclável dos RSD que é reciclada, financiamento do custo da GRSU por fonte específica ou sistema de cobrança, realização de capacitações dos funcionários e organização dos catadores presentes no município em cooperativas/associações. E, portanto, são aspectos muito importantes, pois os municípios mais ecoeficientes, têm melhor grau de separação de resíduos em nível domiciliar (Deus et al., 2022). Sobre o aspecto financeiro, há associação estatisticamente significativa entre o desempenho ambiental no tratamento de RSU e o nível de desenvolvimento econômico (Ríos e Picazo-teo, 2021, Canella et al, 2021). No estudo com pequenos municípios de São Paulo mostrou-se que um dos pontos críticos para bons indicadores é a presença de catadores, sendo que para maiores melhorias na gestão desses municípios, sugere-se o desenvolvimento e a implementação de práticas de reciclagem e integração dos catadores com capacitação técnica adequada (Deus et al., 2020).

Os municípios que informaram não possuir dados, são municípios que participam e não participam de consórcios para a GRSU, de quase todas as regiões brasileiras (norte, centro-oeste, nordeste e sul) e de todos os portes populacionais, sendo a maioria de porte grande.

Tabela 1. Sobre o que abordam as perguntas do conjunto de indicadores de sustentabilidade da gestão de resíduos sólidos urbanos (GRSU).

Pergunta	Assunto abordado na pergunta
1	Sobre situação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)
2*	Sobre atendimento do conteúdo mínimo do PMGIRS
3	Sobre formação/experiência do responsável pela GRSU
4	Sobre condução da GRSU no município
5	Sobre participação em consórcio ou soluções compartilhadas para GRSU
6	Sobre possuir parcerias não comerciais com agentes da sociedade civil
7	Sobre preenchimento do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)
8	Sobre existência de procedimentos operacionais e especificações mínimas para os serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos (RS)
9	Sobre realização de serviços de limpeza urbana
10	Sobre os serviços de limpeza urbana realizados
11	Sobre realização de ações de fiscalização relacionadas à GRSU
12*	Sobre recuperação de áreas degradadas por RS
13	Sobre faixa de geração de resíduos sólidos domiciliares (RSD)
14*	Sobre coleta de RSD recicláveis e não recicláveis misturados
15*	Sobre coleta segregada de RSD não recicláveis
16*	Sobre coleta segregada de RSD recicláveis
17	Sobre existência de coletores públicos
18	Sobre existência de coletores públicos específicos para coleta seletiva de RS
19	Sobre existência de programas, projetos e ações para incentivar fontes de negócios, emprego e renda a partir da valorização de RS
20	Sobre fração reciclável dos RSD que é reciclada
21	Sobre fração orgânica dos RSD que é recuperada
22	Sobre o setor privado gerador realizar logística reversa dos RS
23	Sobre existência de usina de compostagem ou digestão anaeróbia de RS biodegradáveis
24	Sobre existência de central de triagem de RS
25	Sobre o local de disposição final dos rejeitos e/ou RSU
26	Sobre ocorrências de lançamentos de RS em locais inadequados
27	Sobre existência de aterro para disposição de Resíduos Sólidos de Construção Civil
28	Sobre financiamento do custo da GRSU
29	Sobre existência de sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de RS
30	Sobre existência de material informativo sobre RS
31	Sobre realização de eventos municipais com a temática de RS
32	Sobre existência de incentivo/programa para promover a diminuição da quantidade de RS
33	Sobre realização de capacitações dos funcionários
34*	Sobre realização de ações educativas/de capacitação voltadas para os catadores
35	Sobre existência de programas e/ou projetos de educação ambiental (EA)
36	Sobre a inclusão da população na elaboração de políticas, planejamento, implementação, monitoramento e avaliação da GRSU
37	Sobre mobilização da população para participar no processo decisório da GRSU
38	Sobre existência de um canal de solicitações e reclamações para a população
39	Sobre tratamento e disponibilização das informações sobre a GRSU
40*	Sobre a existência de programas e ações voltados para os catadores
41*	Sobre organização dos catadores presentes no município em cooperativas/associações

*Perguntas que possuíam a alternativa de não serem respondidas.

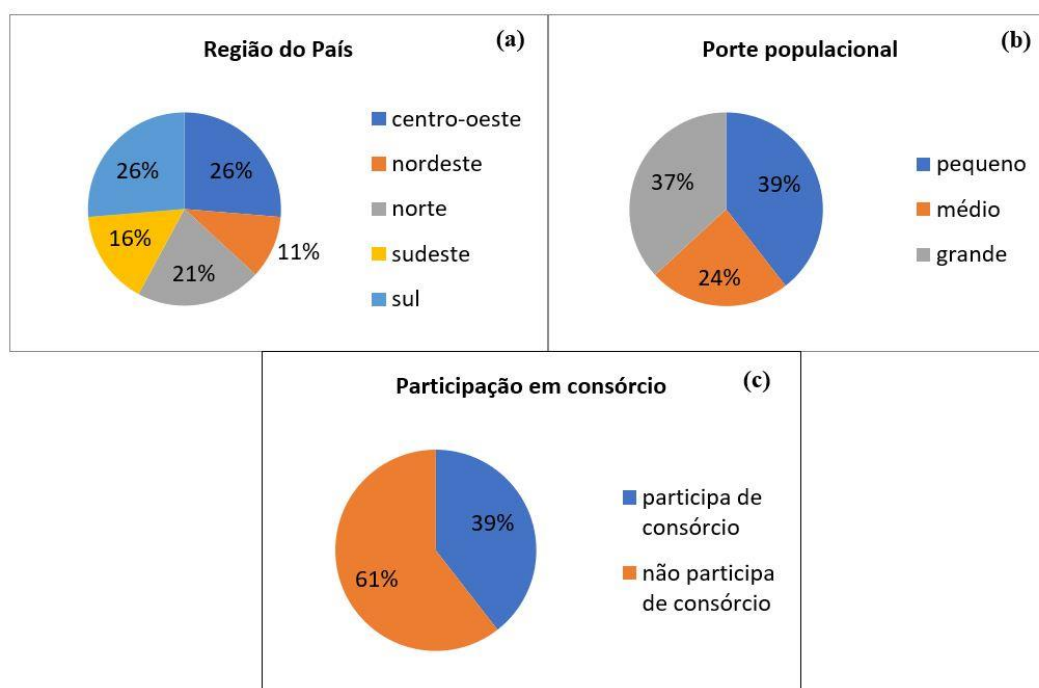


Figura 2. Informações sobre (a) as regiões do Brasil, (b) o porte populacional e (c) a participação ou não em consórcios públicos, dos municípios que participaram da pesquisa. Fonte: Autoras (2022).

E as perguntas que não puderam ser respondidas por não se possuir as informações solicitadas, devido a terceirização de alguns serviços, foram sobre existência de coletores públicos, existência de coletores públicos específicos para coleta seletiva de RS, ocorrências de lançamentos de RS em locais inadequados e sobre realização de capacitações dos funcionários. Os municípios que informaram não possuir conhecimento sobre as informações, são municípios que participam e não participam de consórcios para a GRSU, das regiões norte, nordeste e sul e dos portes populacionais pequeno e médio.

A escassez de dados e/ou a falta de conhecimento sobre informações relacionadas à GRSU também foi observada e apontada por vários autores (Castro et al. 2015; Pereira et al. 2018b, Barros e Silveira, 2019; Silva et al. 2019; Barbosa e Carvalho Júnior, 2020). Silva et al. (2019), por exemplo, desenvolveram e avaliaram a aplicação de um conjunto de indicadores de sustentabilidade em três municípios brasileiros do estado do Rio Grande do Sul (Porto Alegre, Santa Maria e Passo Fundo), sendo que dois deles são municípios de porte médio e um de porte grande. Os autores verificaram que dos 49 indicadores propostos foi possível quantificar apenas 11, a partir das informações disponíveis no banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Foi dado destaque para a

inexistência ou insuficiência de dados relacionados a questões sociais e naturais e sobre recursos energéticos (Silva et al. 2019).

Barros e Silveira (2019) aplicaram indicadores de sustentabilidade para avaliar os sistemas de gestão/gerenciamento dos RS de três municípios do Amazonas (Iranduba, Manacapuru e Novo Airão), sendo que dois deles são municípios de porte pequeno e um de porte médio. Os autores constataram que houve escassez de informações sobre GRSU por parte dos gestores municipais, assim como houve “[...] dificuldade de levantamento e a baixa confiabilidade dos dados qualitativos e quantitativos que pudessem fundamentar os indicadores utilizados [...]” (Barros e Silveira, 2019, p. 415). Este fato foi observado em relação a indicadores de percentuais per capita, variação na taxa de geração de RS, abrangência da coleta seletiva, compostagem, entre outros.

Assim, foram feitas alterações em algumas das perguntas e descritores que apresentaram maiores dificuldades de serem respondidas pelos gestores dos municípios e foi proposto o “conjunto final de indicadores de sustentabilidade da GRSU” (Tabela 2), o qual manteve os 41 indicadores (perguntas) (Tabela 1) e as 10 categorias. As perguntas que apresentaram dificuldade em serem respondidas devido a inexistência de dados ou a falta de conhecimento sobre as informações, não foram excluídas pois entendeu-se que elas são importantes no processo de avaliação da GRSU e

na tomada de decisões. Não possuir dados ou não conhecer informações para responder aos indicadores pode indicar ao gestor do município que ele está deixando de obter e acompanhar dados/informações importantes e que certamente podem influenciar na qualidade e desenvolvimento sustentável da GRSU. Ou seja, não possuir dados ou não conhecer informações também é um indicador de que a GRSU do município precisa de melhorias.

Os indicadores de sustentabilidade são importantes para a gestão pública municipal, pois permitem analisar os setores mais deficitários da gestão de resíduos, permitindo de direcionar recursos financeiros para investimento e melhoramento do setor (Pereira et al., 2018; Santo et al., 2020) e estabelecer a linha de base para monitorar sua evolução no futuro próximo (Olay-Romero et al., 2020).

Os assuntos abordados no “conjunto final de indicadores de sustentabilidade da GRSU” (Tabela 2) são organizados nas categorias:

Administração municipal: existência e conteúdo do PMGIRS; formação/experiência do profissional responsável pela GRSU; forma como é conduzida a GRSU; participação em consórcios ou soluções compartilhadas para a GRSU; existência de parcerias com agentes da sociedade civil; e preenchimento do SNIS.

Execução dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de RS: existência de procedimentos operacionais e especificações mínimas para os serviços e serviços de limpeza urbana e onde eles ocorrem.

Ações preventivas e corretivas: recuperação de áreas degradadas por RS e realização de ações de fiscalização.

Coleta de RSU: faixa de geração de RSD; abrangência da coleta dos RS recicláveis e não recicláveis misturados e separados; e existência de coletores públicos.

Valorização de RS: iniciativas para a valorização de RS; porcentagem de RSD que é reciclada ou recuperada; realização de logística reversa; existência de usina de compostagem ou digestão anaeróbia e de central de triagem de RS.

Destinação dos RSU: local de disposição final dos rejeitos/RSU; ocorrências de RS em locais inadequados e existência de aterro para disposição de Resíduos Sólidos de Construção Civil (RCC).

Gestão financeira: forma de execução da cobrança pela GRSU e existência de sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços.

EA e capacitação dos envolvidos na temática de RS: existência de material informativo e realização de eventos sobre RS; existência de programas/projetos de EA; existência de incentivo/programa para reduzir a quantidade de RS; realização de capacitações dos funcionários e de ações para catadores.

Participação da população: inclusão da população na elaboração de políticas, planejamento, implementação, monitoramento e avaliação da GRSU; formas de mobilização da população; existência de canal para solicitações e reclamações; e disponibilização das informações sobre a GRSU.

Inclusão social de catadores: existência de programas e ações e organização dos catadores em cooperativas ou associações.

Cabe ainda observar que os indicadores e descritores foram elaborados de forma a contemplar as diferentes realidades dos municípios brasileiros, relacionadas à região em que se encontram, ao porte populacional e a gestão consorciada ou não. Por esse motivo, algumas das perguntas (indicadores) apresentam a alternativa de não serem respondidas (perguntas 2, 12, 14, 15, 16, 34, 40 e 41) (Tabelas 1 e 2), caso o município entenda que esta não condiz com a realidade da sua GRSU.

Tabela 2. Conjunto final de indicadores de sustentabilidade da GRSU.

(continua)

Categoria	Pergunta (indicador)	Descritor
Administração municipal	1 - Qual a situação do Plano Municipal ou Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)? Obs.: o PMGIRS pode estar inserido no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB)	Concluído
		Em elaboração
		Existe proposta para criação
		Não existe iniciativa para criação
	2 - Responder somente se possuir PMGIRS concluído. O PMGIRS atende ao conteúdo mínimo disposto na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12305/2010) ou no Decreto 7404/2010? Obs.1: Para municípios com menos de 20.000 (vinte mil) habitantes, o PMGIRS poderá ter conteúdo simplificado, de acordo com o artigo 51º do Decreto 7404/2010	Atende todos os 20 incisos do artigo 19ª da Lei 12305/2010 ou todos os 14 incisos do artigo 51º do decreto 7404/2010
		Atende de 11 até 19 incisos do artigo 19ª da Lei 12305/2010 ou de 8 até 13 incisos do artigo 51º do decreto 7404/2010
		Atende de 1 até 10 incisos do artigo 19ª da Lei 12305/2010 ou de 1 até 7 incisos do artigo 51º do decreto 7404/2010
		Não atende a nenhum dos incisos do artigo 19ª da Lei 12305/2010 ou do artigo 51º do decreto 7404/2010
	3 - O responsável principal pela gestão de resíduos sólidos possui formação ou experiência na área?	Possui formação na área, no ensino superior
		Possui formação na área, no ensino médio
		Não possui formação na área, mas possui experiência de pelo menos 4 anos
		Não possui formação na área, nem experiência de pelo menos 4 anos
	4 - Como é conduzida a gestão de resíduos sólidos no município?	Através de um setor específico (departamento, gerência etc.) para a gestão de resíduos sólidos, inserido em secretaria específica (exemplo, secretaria de meio ambiente ou saneamento).
		Através de um setor específico (departamento, gerência etc.) para a gestão de resíduos sólidos, inserido em outra secretaria (exemplo, secretaria de obras e estruturas, de agricultura ou outra).
		Através de um setor específico (departamento, gerência etc.) autônomo, não vinculado a nenhuma secretaria.
		Não há um setor específico
	5 - Participa de consórcio ou soluções compartilhadas para a gestão de resíduos sólidos, com outro (os) município (os)?	Participa
		Projeto para estabelecimento de consórcio ou soluções compartilhadas está em fase de desenvolvimento/ construção
		Existe estudo para a criação futura de consórcio ou soluções compartilhadas
		Não existe iniciativa para a criação de consórcio ou soluções compartilhadas
	6 - Possui parcerias não comerciais (como projetos, convênios, contratos) com agentes da sociedade civil (exemplos: associações, universidades, setor privado)? Obs.: Não comercial refere-se a uma atividade que não visa a compra e venda de produtos e serviços.	Possui mais de 1 parceria, com mais de 1 agente
		Possui mais de 1 parceria, com apenas 1 agente
		Possui apenas 1 parceria
		Não possui parcerias

Tabela 2. Conjunto final de indicadores de sustentabilidade da GRSU.

(continuação)

Categoria	Pergunta (indicador)	Descritor
Administração municipal	7 - O município preenche as informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)?	Preenche todas as informações, anualmente
		Preenche algumas informações, anualmente
		Preenche informações esporadicamente
		Não preenche
Execução dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos	8 - Existem procedimentos operacionais e especificações mínimas adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos? Obs.: procedimentos operacionais são processos usados nas atividades relacionadas aos serviços. Especificações mínimas é a descrição minuciosa das características dos serviços.	Existem e são aplicados em todos os serviços
		Existem, porém, são aplicados em alguns dos serviços
		Existem, mas não estão sendo aplicados, pois estão em fase de implantação
		Não existem
	9 - Onde ocorrem os serviços de limpeza urbana?	Em toda a área urbana
		No centro do município e em outros locais de maior circulação de pessoas
		Somente no centro do município
		Não realiza serviços de limpeza urbana
	10 - Quais serviços de limpeza urbana são realizados?	São realizados: 1) varrição/limpeza de vias e logradouros públicos; 2) coleta regular de resíduos das vias e logradouros públicos; 3) capina/roçada em vias e logradouros públicos; 4) poda de árvores; 5) limpeza de bocas-de-lobo
		3 ou 4 dos itens citado anteriormente
		1 ou 2 dos itens citado anteriormente
		Nenhum dos itens citados anteriormente
Ações preventivas e corretivas	11 - São realizadas ações de fiscalização relacionadas à gestão de resíduos sólidos?	Sim, suprimindo toda a demanda de casos
		Sim, porém não suprem toda demanda de casos
		São realizadas apenas quando há denúncia
		Inexistência de ações de fiscalização
	12 - Qual o grau de recuperação de áreas degradadas por resíduos? Obs.: municípios que não possuem áreas degradadas não precisam responder a esta pergunta.	Todas as áreas foram mapeadas e recuperadas
		As áreas foram mapeadas, e estão em processo de recuperação
		As áreas foram mapeadas, porém não houve recuperação
		As áreas não foram mapeadas nem recuperadas
Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)	13 - Qual a faixa de geração de resíduos sólidos domiciliares (RSD) per capita (kg/habitante/dia)?	<0,5
		Entre 0,5 e 1
		>1
		Não é quantificada/estimada a geração de RSD per capita
	14 - Se os resíduos sólidos domiciliares não recicláveis e os recicláveis forem coletados juntos, onde ocorre esta coleta? Obs.: municípios que realizam coleta dos resíduos sólidos recicláveis separados dos não recicláveis (coleta seletiva), não precisam responder a esta pergunta.	Em todo o município (área urbana e rural)
		Em toda a área urbana
		Em alguns bairros
		Não tem coleta

Tabela 2. Conjunto final de indicadores de sustentabilidade da GRSU.

(continuação)

Categoria	Pergunta (indicador)	Descritor
Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)	15 - Se houver segregação dos resíduos, onde ocorre a coleta dos resíduos sólidos domiciliares não recicláveis? Obs.: municípios que realizam coleta dos resíduos sólidos recicláveis misturados com os não recicláveis, não precisam responder a esta pergunta.	Em todo o município (área urbana e rural)
		Em toda a área urbana
		Em alguns bairros
		Não tem coleta
	16 - Se houver segregação dos resíduos, onde ocorre a coleta dos resíduos sólidos domiciliares recicláveis? Obs.: municípios que realizam coleta dos resíduos sólidos recicláveis misturados com os não recicláveis, não precisam responder a esta pergunta.	Em todo o município (área urbana e rural)
		Em toda a área urbana
		Em alguns bairros
		Não tem coleta
	17 - Existem coletores públicos (lixeiros) no município?	Sim, em todos o município (área urbana e rural)
		Sim, em toda a área urbana
		Sim, em alguns logradouros específicos
		Não existem
	18 - Existem coletores públicos específicos para coleta seletiva de resíduos, através de pontos para entrega voluntária (PEVs) ou de lixeiras públicas?	Existem, em todo o município (área urbana e rural)
		Existem, em toda a área urbana
		Existem, em alguns bairros
		Não existem
Valorização de resíduos	19 - Existem programas, projetos e ações para incentivar fontes de negócios, emprego e renda a partir da valorização de resíduos, incluindo as medidas e ações estratégicas?	Existem, incluindo as seguintes medidas e ações estratégicas: incentivos fiscais, identificação de oportunidades de comercialização e de parcerias com o setor privado e instituições financeiras
		Existem, porém, inclui apenas algumas das medidas e ações estratégicas citadas anteriormente
		Existem, porém não inclui as medidas e ações estratégicas
		Não existem
	20 - Qual a porcentagem da fração reciclável dos resíduos sólidos domiciliares que é reciclada?	Acima de 10,1%
		Entre 5,1% e 10%
		Até 5%
		Não há reciclagem
	21 - Qual a porcentagem da fração orgânica dos resíduos sólidos domiciliares que é recuperada?	Acima de 10,1%
		Entre 5,1% e 10%
		Até 5%
		Não há recuperação
	22 - Está sendo realizada, por parte do setor privado gerador, a logística reversa dos resíduos sólidos?	Sim, para: 1) agrotóxicos (seus resíduos e embalagens); 2) pilhas e baterias; 3) pneus; 4) óleos lubrificantes (seus resíduos e embalagens); 5) lâmpadas; 6) produtos e componentes eletroeletrônicos; 7) embalagens em geral; 8) medicamentos
		Sim, para 5 até 7 dos citados acima
		Sim, para 1 até 4 dos citados acima
		Não, para nenhum

Tabela 2. Conjunto final de indicadores de sustentabilidade da GRSU.

(continuação)

Categoria	Pergunta (indicador)	Descritor
Valorização de resíduos	23 - Existe usina de compostagem ou digestão anaeróbia de resíduos sólidos orgânicos licenciada? Obs.: Considerar que tais unidades podem ser no próprio município ou mesmo em outro, caso o município integre algum consórcio ou solução compartilhada para a gestão de resíduos sólidos.	Existe, operando com a utilização de todos os resíduos sólidos orgânicos coletados (domiciliares e de limpeza urbana)
		Existe, operando com a utilização apenas de alguns resíduos sólidos orgânicos coletados (domiciliares ou de limpeza urbana)
		Existe projeto em desenvolvimento ou proposta para criação
		Não existe iniciativa para criação
	24 - Existe central de triagem de resíduos sólidos licenciada? Obs.: Considerar que tal unidade pode ser no próprio município ou mesmo em outro, caso o município integre algum consórcio ou solução compartilhada para a gestão de resíduos sólidos.	Existe, operando com a utilização de resíduos oriundos da coleta seletiva dos resíduos recicláveis
		Existe, operando com a utilização de resíduos oriundos da coleta não seletiva dos resíduos sólidos urbanos
		Existe projeto em desenvolvimento ou proposta para criação
		Não existe iniciativa para criação
Destinação dos RSU	25 - Qual o local onde ocorre a disposição final dos rejeitos e/ou resíduos sólidos urbanos? Obs.: Considerar que o local de disposição final pode ser no próprio município ou mesmo em outro, caso o município integre algum consórcio ou solução compartilhada para a gestão de resíduos sólidos.	Aterro sanitário licenciado que recebe apenas rejeitos
		Aterro sanitário licenciado que recebe rejeitos e outros resíduos sólidos urbanos
		Aterro sanitário em processo de licenciamento
		Lixão ou aterro controlado
	26 - Existem ocorrências de lançamentos de resíduos sólidos em locais inadequados?	Não existem
		Existem, mas há recolhimento frequente dos resíduos
		Existem, com recolhimento dos resíduos apenas quando há reclamações
		Existem e não há recolhimento dos resíduos
	27 - Existe aterro para disposição de resíduos de construção civil (RCC) licenciado? Obs.: Considerar que o aterro pode ser no próprio município ou mesmo em outro, caso o município integre algum consórcio ou solução compartilhada para a gestão de resíduos sólidos.	Existe, com recuperação de resíduos
		Existe, mas apenas para armazenamento
		Existe projeto em desenvolvimento ou proposta para criação
		Não existe iniciativa para criação
Gestão financeira	28 - Como se executa a cobrança da gestão dos resíduos sólidos?	Fatura específica de resíduos sólidos
		Cobrança junto com a fatura de água
		Cobrança junto ao IPTU
		Não existe fonte ou sistema de cobrança

Tabela 2. Conjunto final de indicadores de sustentabilidade da GRSU.

(continuação)

Categoria	Pergunta (indicador)	Descritor
Gestão financeira	29 - Possui sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos?	Possui, incluindo: 1) a diferenciação por nível de renda e a consideração dos custos com destinação adequada dos resíduos para o cálculo do instrumento de cobrança; 2) a previsão de cobrança social para os usuários de baixa renda; 3) a realização de revisão e reajuste tarifário; 4) a definição de meios para que ocorra a transparência financeira
		Possui, porém, inclui apenas três das quatro questões citadas anteriormente
		Possui, porém, inclui apenas uma ou duas questões citadas anteriormente
		Não possui
Educação Ambiental (EA) e Capacitação dos envolvidos na temática de resíduos sólidos	30 - Existe material informativo sobre resíduos sólidos?	Existe, elaborado por equipe técnica juntamente com a comunidade local
		Existe, elaborado apenas por equipe técnica
		Está em elaboração ou existe proposta para criação
		Não existe iniciativa para criação
	31 - São realizados eventos municipais com a temática de resíduos sólidos?	A temática é incluída em diversos eventos municipais e, também, são realizados mais de 1 evento anual exclusivos sobre essa temática
		São realizados mais de 1 evento anual exclusivos sobre essa temática
		Realizado apenas 1 evento anual
		Não são realizados
	32 - Existe algum incentivo/programa para promover a diminuição da quantidade de resíduos sólidos?	Sim, incentivando a não geração, redução, reutilização e reciclagem
		Sim, incentivando a redução, reutilização e reciclagem
		Sim, incentivando a reutilização e reciclagem
		Não há nenhum incentivo/programa
	33 - São realizadas capacitações dos funcionários atuantes nos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos?	Sim, de todos e de forma contínua
		Sim, de parte e de forma contínua
		Realizadas apenas ações isoladas de capacitação
		Não são realizadas
	34 - São realizadas ações (integração social, prevenção de riscos, cuidados com o meio ambiente etc.) voltadas para os catadores? Obs.: Municípios que não possuem catadores não respondem a esta pergunta.	Sim, para catadores autônomos e para catadores organizados e de forma contínua
		Sim, apenas para catadores organizados e de forma contínua
		Realizadas apenas ações isoladas de capacitação
		Não são realizadas
	35 - Existem programas e/ou projetos de educação ambiental (EA), em nível formal e/ou informal? Obs.: Educação formal é aquela desenvolvida nas instituições de ensino. Educação informal é aquela que ocorre em outros espaços, como em comunidades, associações etc., sem ser institucionalizada.	Existem, realizados tanto em nível formal quanto informal
		Existem, porém realizados apenas no nível formal
		Existem apenas ações isoladas de EA
		Não existem

Tabela 2. Conjunto final de indicadores de sustentabilidade da GRSU.

(conclusão)

Categoria	Pergunta (indicador)	Descriptor
Participação da população	36 - A população é incluída na elaboração de políticas, planejamento, implementação, monitoramento e avaliação da gestão de resíduos?	Sim, em todas as citadas
		Sim, mas apenas em 4 ou 3 das citadas
		Sim, mas apenas em 1 ou 2 das citadas
		População não é incluída em nenhuma das citadas
	37 - Como a população é mobilizada a participar no processo decisório da gestão de resíduos?	Através de consulta pública e de reuniões de planejamento e avaliação
		Através de consulta pública
		Participando de reuniões informativas
		Não há nenhuma forma de mobilização
	38 - Existe um canal para solicitações e reclamações disponível para a população?	Existe, através de meio (os) eletrônico (os) (rede social/site/e-mail), telefone e presencial
		Existe, por telefone e presencial
		Existe, presencial
		Não existe
	39 - As informações sobre a gestão de resíduos sólidos estão tratadas, organizadas e disponibilizadas?	Estão tratadas, organizadas e estão disponíveis para a população
		Estão tratadas e organizadas, e a população tem acesso somente sob demanda
		Estão tratadas e organizadas, mas a população não tem acesso
		Não estão tratadas e organizadas, nem disponibilizadas
Inclusão social de catadores	40 - Existem programas e ações voltados para os catadores? Obs.: municípios que não possuem catadores não respondem a esta pergunta.	Existem, voltados para os catadores autônomos organizados (auxiliando na criação, desenvolvimento e manutenção de associações/cooperativas)
		Existem, voltados para os catadores autônomos e organizados (auxiliando na criação e desenvolvimento de associações/cooperativas)
		Existem, voltados apenas para os catadores autônomos ou apenas para os catadores organizados
		Não existem
	41 - Os catadores presentes no município estão organizados em cooperativas ou outras formas de associações? Obs.: municípios que não possuem catadores não respondem a esta pergunta.	100% organizados
		De 50% até 99% organizados
		Menos de 50% organizados
		Catadores não organizados

Conclusões

Ao realizar o levantamento de trabalhos que apresentassem indicadores para a avaliação da GRSU, desenvolvidos por outros autores, foi possível perceber que há um esforço tanto em nível nacional, quanto em outros países, para o desenvolvimento de indicadores. Percebeu-se a importância de considerar trabalhos realizados no Brasil, pois estes contemplam a realidade do país e, também, de considerar trabalhos realizados em outros países, pois estes podem trazer novas

contribuições, principalmente relacionadas à gestão e tecnologias ainda não existentes ou pouco difundidas no Brasil.

Os indicadores propostos no trabalho englobam as diferentes dimensões da sustentabilidade (institucional, econômica, ambiental e social) e refletem as condições das mais variadas questões relacionadas aos resíduos sólidos e sua gestão, abordando aspectos administrativos, financeiros, de execução dos serviços, de passivos ambientais, de educação ambiental e de participação da população e dos catadores relacionadas aos resíduos sólidos.

A avaliação do conjunto de indicadores pelos especialistas na área de gestão de RS, permitiu a identificação das necessidades de melhorias a serem realizadas acerca de aspectos construtivos e conceituais do conjunto de indicadores. Já a aplicação do conjunto de indicadores aos municípios brasileiros, permitiu a identificação daqueles indicadores com dificuldades em serem respondidos pelos gestores municipais e as motivações para tal.

Por fim, conclui-se que o conjunto final de indicadores de sustentabilidade da GRSU proposto é aplicável a municípios brasileiros, podendo ser utilizado para diagnosticar a situação dos RSU deles, assim como, para auxiliar no planejamento e na busca de soluções e melhorias para a GRSU.

Entende-se ainda que um conjunto de indicadores que se propõe a ser aplicável a todos os municípios do país deve ser flexível, contendo perguntas com opção de não serem respondidas dadas as diferentes realidades dos municípios brasileiros vinculadas à região onde se encontram, seu porte populacional e gestão consorciada ou não.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de mestrado concedida para a primeira autora.

Referências

- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2021. Panorama Dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021. São Paulo. Disponível: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>. Acesso: 20 dez. 2021.
- ADB. Asian Development Bank, 2014. Developing Indicators and Monitoring Systems for Environmentally Livable Cities in the People's Republic of China. Asian Development Bank [online]. Disponível: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/41793/developing-indicators-monitoring-systems-prc.pdf>. Acesso: 14 dez. 2022.
- Alhumid, H.A., Haider, H., Alsaleem S.S., Shafiqzaman, Md., Sadiq, R., 2019. Performance indicators for municipal solid waste management systems in Saudi Arabia: selection and ranking using fuzzy AHP and PROMETHEE II. Arabian Journal of Geosciences [online] 12(15), 1-23. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s12517-019-4645-0>. Acesso: 5 dez. 2020.
- Alves, R. C., Silva, N. M., Marques, E. L., 2021. Definição de indicadores para a implantação de consórcios públicos intermunicipais para gestão de resíduos sólidos. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais [online] 12(7) 522-534. Disponível: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.007.0045>. Acesso: 14 out. 2022.
- Araújo, L.G.S. de, Júnior, C.R.M.L, Amorim, E.L.C. de, Silva, J.A., 2019. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos: Um Diagnóstico dos Municípios do Sertão Alagoano. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental [online] 8(1), 483-516. Disponível: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v8e12019483-516>. Acesso: 03 fev. 2022.
- Barbosa, L. N. V., Carvalho Júnior, F. H., 2020. Estudo de indicadores para a gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Maracanaú – Ceará. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade [online] 9(18), 64-78. Disponível: <https://doi.org/10.22292/mas.v9i18.903>. Acesso: 14 out. 2022.
- Bardin, L., 2011. Análise de conteúdo 70 ed). Almedina, São Paulo.
- Barros, R.T.V., Silveira, Á.V.F., 2019. Uso de indicadores de sustentabilidade para avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental [online] 24(2), 411-423. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019177499>. Acesso: 13 abr. 2020.
- Bertolini, G., 2008. Service public local des déchets ménagers. A la recherche d'indicateurs de performance. Développement durable et territoires [online] points de vue, 2003-2010. Disponível: <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.5743>. Acesso: 10 dez. 2021.
- Bonotto, E., Ruschel, D. Jacques, J.J. de, Linden, J.C. de S.V.D., 2018. A sustentabilidade como um wicked problem. Brazilian Journal of Development [online] 4(6), 3335-3351. Disponível: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/339/294>. Acesso: 12 dez. 2021.
- Button, K., 2002. City management and urban environmental indicators. Ecological Economics 40(2), 217-233. Disponível: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00255-5](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00255-5). Acesso: 6 dez. 2021.
- Canella, C. M., Gomes, F. B. R., Castro, S. R., 2021. Sustainability Indicators in Solid Waste Management: A Case Study in a Developing Country. Journal of Sustainable Development

- [online] 14(5), 74-83. Disponível: <https://doi.org/10.5539/jsd.v14n5p74>. Acesso: 14 out. 2022.
- Carvalho, J.R.M., Curi, W.F., Carvalho, E.K.M.A., Curi, R.C., 2011. Proposta e validação de indicadores hidroambientais para bacias hidrográficas: estudo de caso na sub-bacia do alto curso do rio Paraíba, PB. *Revista Sociedade & Natureza* [online] 23(2), 295-310. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S1982-45132011000200012>. Acesso: 14 abr. 2020.
- Castro, M.A. de O. e, Silva, N.M. da, Marchand, G.A.E.L., 2015. Desenvolvendo indicadores para a gestão sustentável de resíduos sólidos nos municípios de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão, Amazonas, Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental* [online] 20(3), 415-426. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020000109837>. Acesso: 10 set. 2020.
- Cetrulo, N. M., Cetrulo, T. B., Dias, S. L. F. G., Ramos, T. B., 2020. Indicadores de resíduos sólidos em sistemas de avaliação de sustentabilidade local: uma revisão da literatura. *Revista Ambiente & Sociedade* [online] 23, 2-33. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190028r3vu2020L5AO>. Acesso: 14 out. 2022.
- Cifrian, E., Andres, A., Viguri, J.R., 2013. Estimating Monitoring Indicators and the Carbon Footprint of Municipal Solid Waste Management in the Region of Cantabria, Northern Spain. *Waste Biomass Valor* [online] (4), 271-285. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s12649-012-9150-6>. Acesso: 11 set. 2020.
- Dadario, N., Destro, G. E., Rizk, M. C., 2020. Indicadores de resíduos sólidos urbanos: um estudo de caso no município de Tupã/SP. *Formação* [Online] 27(52), 303-323. Disponível: <https://doi.org/10.33081/formacao.v27i52.6947>. Acesso: 14 out. 2022.
- Daronco, G.C., 2014. Proposição e aplicação de metodologia para avaliação e auditoria de planos municipais de saneamento básico. Tese (Doutorado). Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Deus, R. M., Mele, F. D., Bezerra, B. S., Battistelle, R. A. G., 2020. A municipal solid waste indicator for environmental impact: Assessment and identification of best management practices. *Journal of Cleaner Production* [online] 242, 1-14. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118433>. Acesso: 14 out. 2022.
- Deus, R. M., Esguícero, F. J., Battistelle, R. A. G., Jugend, D., 2022. Drivers and barriers to successful solid waste management: assessing through an aggregated indicator. *Journal of Material Cycles and Waste Management* [online] 24, 1476-1484. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s10163-022-01396-8>. Acesso: 14 out. 2022.
- EPA. Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, 2019. Quantity of Municipal Solid Waste Generated and Managed. Disponível: <https://cfpub.epa.gov/roe/indicator.cfm?i=53>. Acesso: 14 dez. 2020.
- EUROSTAT. Statistical Office of the European Union, 2015-2020. Indicators: Waste-related indicators. Disponível: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/waste/data/in-dicators>. Acesso: 14 dez. 2020.
- Feitosa, A.K., Barden, J.E., Konrad, O., Matos, M.A.A., 2020. Avaliação da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em um Município do Nordeste Brasileiro. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science* 9(1), 293-315. Disponível: <http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869.2020v9i1.p293-315>. Acesso: 14 set. 2020.
- Ferreira, M. S., Barros, J. D. S., 2021. Avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos através do Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Pressão-Estado-Impacto-Reposta (PEIR) no Município de Uiraúna, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade* [online] 8(18), 653-671. Disponível: [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2021\)081843](https://doi.org/10.21438/rbgas(2021)081843). Acesso: 14 out. 2022.
- Flores, C. A. R., Cunha A. C., Cunha, H. F. A., 2022. Solid waste generation indicators, per capita, in Amazonian countries. *Environmental Science and Pollution Research* [online] 29, 33138-33151. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18509-3>. Acesso: 14 out. 2022.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: Manejo de Resíduos Sólidos. Disponível: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnsb/pnsb-2008#Manejo%20de%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos>. Acesso: 16 dez. 2020.
- Leal, T.L.M. de C., Sampaio, R.J., 2021. Gestão dos resíduos sólidos: o caso do consórcio de desenvolvimento sustentável do alto sertão na Bahia. *Revista Brasileira de Gestão Urbana* [online] 13, e20180123, 1-13. Disponível: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20180123>. Acesso: 03 fev. 2022.

- Mariotti, H., 2013. Complexidade e sustentabilidade: o que se pode e o que não se pode fazer. Atlas, São Paulo.
- Marotti, A.C.B., Santiago C.D., Pugliesi, E., 2017. Aplicação de instrumento para avaliação de planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos ante às políticas públicas: estudo de caso do município de Rio Claro (SP). *Desenvolvimento e Meio Ambiente* [online] 41, 191-214. Disponível: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v41i0.46020>. Acesso: 06 dez. 2022.
- Mascarenhas, A., Nunes, L.M., Ramos, T.B., 2015. Selection of sustainability indicators for planning: combining stakeholders' participation and data reduction techniques. *Journal of Cleaner Production* [online] 92, 295-307. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.005>. Acesso: 25 mai. 2020.
- Meadows, D., 1998. Indicators and information systems for sustainable development. A Report to the Balaton Group. The Sustainability Institute, Hartland Four Corners.
- Mendez, G. de P., 2017. Avaliação da gestão municipal de resíduos sólidos através de indicadores ambientais. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Milanez, B., 2002. Resíduos sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação. Dissertação (Mestrado). São Carlos, Universidade Federal de São Carlos.
- Misganaw, A., Tefera, B., 2021. Development of DPSIRO framework indicators for municipal solid waste management: a case of Bahir Dar city, Ethiopia. *Journal of Material Cycles and Waste Management* [online] 23, 2101-2111. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s10163-021-01266-9>. Acesso: 14 out. 2022.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente, 2019. Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana: Programa Nacional Lixo Zero. Disponível: <https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/agenda-pdf>. Acesso: 16 dez. 2020.
- Moreno-Pires, S., Fidélis T., 2012. A proposal to explore the role of sustainability indicators in local governance contexts: The case of Palmela, Portugal. *Ecological Indicators* [online] 23, 608-615. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.05.003>. Acesso: 26 mai. 2020.
- Nascimento, V.F., Sobral, A.C., Andrade, P.R., Ometto, J.P.H.B., 2015. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. *Revista Ambiente & Água* [online] 10 (4), 889-902. Disponível: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1635>. Acesso: 14 set. 2020.
- Nazário, F. C. M., Henkes, J. A., R. 2021. Indicadores para gestão de resíduos sólidos em aeroportos: uma análise dos aeroportos de Florianópolis e Salvador. *Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas* [online] 1(5), 385-447. Disponível: <https://rbac.cia.emnuvens.com.br/revista/article/view/81>. Acesso: 14 out. 2022.
- Olay-romero, E., Turcott-cervantes, D.E., Hernández-berriel, M. del C., Cortázar, A.L. de, Cuartas-hernández, M., Rosa-gómez, I de la., 2020. Technical Indicators to Improve Municipal Solid Waste Management in Developing Countries: A Case in Mexico. *Waste Management* [online] 107, 201-210. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.03.039>. Acesso: 05 dez. 2020.
- Paschoalin Filho, J. A., Bezerra, C. M. S., Dias, A. J. G., 2020. Environmental indicators proposal for construction solid waste management plans assessment. *Management of Environmental Quality: An International Journal* [online] 31(6), 1623-1645. Disponível: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MEQ-07-2019-0153/full/html>. Acesso: 14 out. 2022. DOI 10.1108/MEQ-07-2019-01.
- Pereira, S.S., Curi, R.C., Curi, W.F., 2018a. Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental* [online] 23(3), 471-483. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018162872>. Acesso: 14 abr. 2020.
- Pereira, S. S., Curi, R. C., Curi, W. F., 2018b. 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. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental* [online] 23(3), 485-498. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018163505>. Acesso: 14 abr. 2020.
- Polaz, C.N.M., Teixeira, B.A. do N., 2009. Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP). *Engenharia Sanitária e Ambiental* [online] 14(3), 411-420. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522009000300015>. Acesso: 17 set. 2020.
- Rabbani, E. R. K., Lima, D. R. L., Cavalcanti, B. V. P., Silva, S. P. R., Rocha, E. V. O., Silva, M.

- C. C., 2021. Brazilian Journal of Development [online] 7(1), 7096-7117. Disponível: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-481>. Acesso: 14 out. 2022.
- Rametsteiner, E., Pülzl, H., Olsson, J.A. Frederiksen, P., 2011. Sustainability indicator development – science or political negotiation? Ecological Indicators [online] 11(1), 61-70. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.06.009>. Acesso: 13 abr. 2020.
- Reichert, A.R., Mendes, C.A.B., 2014. Avaliação do ciclo de vida e apoio à decisão em gerenciamento integrado e sustentável de resíduos sólidos urbanos. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental [online] 19(3), 301-313. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522014019000001145>. Acesso: 13 abr. 2020.
- Ríos, A-M., Picazo-Tadeo, A. J., 2021. Measuring environmental performance in the treatment of municipal solid waste: The case of the European Union-28. Ecological Indicators [online] 123(2021), 1-10. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107328>. Acesso: 14 out. 2022.
- Ronchi, E., Federico, A., Musmeci, F., 2002. A system oriented integrated indicator for sustainable development in Italy. Ecological Indicators [online] 2(1-2), 197-210. Disponível: [https://doi.org/10.1016/S1470-160X\(02\)00045-6](https://doi.org/10.1016/S1470-160X(02)00045-6). Acesso: 28 mai. 2020.
- Santiago, L.S., Dias, S.M.F., 2012. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. Engenharia Sanitária e Ambiental [online] 17(2), 203-212. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522012000200010>. Acesso: 12 ago. 2020.
- Santo, G. E., Pinto, W. P., Lima G. B., 2020. Uso de indicadores de sustentabilidade para avaliação gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Santa Maria de Jetibá, ES. Revista Científica Intellecto [online] 5, 62-77. Disponível: <https://faveni.edu.br/wp-content/uploads/sites/10/2021/04/10.-uso-de-indicadores-de-sustentabilidade-para-avaliacao-gestao-de-residuos-solidos-urbanos-no-municipio-de-santa-maria-de-jetiba-es.pdf>. Acesso: 14 out. 2022.
- Shen, L., Zhou, J., 2014. Examining the effectiveness of indicators for guiding sustainable urbanization in China. Habitat International [online] 44, 111-120. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.05.009>. Acesso: 27 mai. 2020.
- Silva, C.L., Fugii, G.M., Santoyo, A.H., Bassi, N.S., Vasconcelos, M.C., 2014. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Capitais Brasileiras Alternativas para um Modelo de Gestão. Revista Brasileira de Ciências Ambientais [online] 33, 118-132. Disponível: http://rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/240. Acesso: 8 abr. 2020.
- Silva, C.L. da, 2010. Políticas públicas e indicadores para o desenvolvimento sustentável. Saraiva, São Paulo. Disponível: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788502124950>. Acesso: 4 set. 2020.
- Silva, L. da, 2017. Indicadores da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos: Uma Visão Voltada à Sustentabilidade. Dissertação (Mestrado). Passo Fundo, Universidade de Passo Fundo.
- Silva, L., Prietto, P.D.M., Korf, E.P., 2019. Sustainability indicators for urban solid waste management in large and medium-sized worldwide cities. Journal of Cleaner Production [online] 237(10). Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117802>. Acesso: 6 abr. 2020.
- SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2019. Glossário de Indicadores - Resíduos Sólidos. Disponível: http://www.snis.gov.br/downloads/manuais-atualizados/Glossario_Indicadores_RS2019.zip. Acesso: 16 dez. 2020.
- Souto V. S. A., Lopes R. L. 2019. Indicadores de gestão de resíduos sólidos e sua observância obrigatória para o estado do Rio Grande do Norte – Brasil. Holos [online] 8, 1-19. Disponível: https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLO_S/article/view/9186/pdf. Acesso: 14 out. 2022. DOI: 10.15628/holos.2019.9186.
- UN-HABITAT. Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos, 2010. Solid Waste Management in the world's cities. Water and sanitation in the world's cities. Disponível: <https://unhabitat.org/solid-waste-management-in-the-worlds-cities-water-and-sanitation-in-the-worlds-cities-2010-2>. Acesso: 14 dez. 2020.
- Veiga, T.B., Coutinho, S. da S., Andre, S.C.S., Mendes, A.A., Takayanagui, A.M.M., 2016. Construção de indicadores de sustentabilidade na dimensão da saúde para gestão de resíduos sólidos. Revista Latino-Americana de Enfermagem [online] 24, e2732. Disponível: <https://doi.org/10.1590/1518-8345.0635.2732>. Acesso: 6 dez. 2020.