

INDICADORES DE AVALIAÇÃO DA GESTÃO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.8.25.IV-011>

Gabriela Fernanda Sandri (*), Ismael Laurindo, Elias Lira dos Santos Junior

* Universidade Tecnológica Federal do Paraná, sandri.ambeintal@hotmail.com

RESUMO

A gestão de resíduos sólidos é um tema de extrema importância para municípios de todo o mundo. Com o aumento da população e da produção de resíduos, a implementação de um sistema eficiente e sustentável de gestão se tornou uma necessidade urgente. Partindo da premissa de que a gestão inadequada dos resíduos gera sérios impactos ambientais e sociais, a pesquisa destaca a importância de metodologias sistematizadas para mensuração e melhoria contínua do sistema. O presente estudo teve como objetivo principal prospectar indicadores de sustentabilidade aplicáveis à avaliação da Gestão Municipal de Resíduos Sólidos Urbanos (GMRU). Foi realizada uma pesquisa bibliográfica qualitativa, descritiva e exploratória, utilizando o método PROKNOW-C, com levantamento em bases científicas que resultaram em 30 estudos dos quais 12 compuseram o portfólio final. 91 indicadores foram identificados, organizados conforme as etapas da gestão de resíduos sólidos. Os resultados indicaram maior concentração de indicadores nas etapas de coleta seletiva, políticas públicas, tecnologias e conhecimento, revelando maior atenção a essas dimensões. Em contrapartida, etapas como geração, transporte e tratamento mostraram menor representatividade, evidenciando lacunas importantes na literatura e na prática da gestão pública. O estudo conclui que, embora haja avanços na construção de indicadores voltados às dimensões ambientais e de governança, existe uma deficiência de indicadores econômicos, o que compromete a avaliação da viabilidade financeira dos sistemas e a formulação de políticas públicas eficazes.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de resíduos, indicadores de avaliação, sustentabilidade, bibliometria

ABSTRACT

Solid waste management is an extremely important topic for municipalities around the world. With the increase in population and waste production, the implementation of an efficient and sustainable management system has become an urgent need. Based on the premise that inadequate waste management generates serious environmental and social impacts, the research highlights the importance of systematized methodologies for measuring and continuously improving the system. The main objective of this study was to prospect sustainability indicators applicable to the evaluation of Municipal Urban Solid Waste Management (GMRU). A qualitative, descriptive and exploratory bibliographic research was carried out, using the PROKNOW-C method, with a survey of scientific bases that resulted in 30 studies, of which 12 comprised the final portfolio. 91 indicators were identified, organized according to the stages of solid waste management. The results indicated a greater concentration of indicators in the stages of selective collection, public policies, technologies and knowledge, revealing greater attention to these dimensions. In contrast, stages such as generation, transportation and treatment showed less representation, highlighting important gaps in the literature and in public management practice. The study concludes that, although there has been progress in the construction of indicators focused on environmental and governance dimensions, there is a deficiency in economic indicators, which compromises the assessment of the financial viability of systems and the formulation of effective public policies.

KEY WORDS: Waste management, evaluation indicators, sustainability, bibliometrics

INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos é um tema de extrema importância para municípios de todo o mundo. Com o aumento da população e da produção de resíduos, a implementação de um sistema eficiente e sustentável de gestão se tornou uma necessidade urgente. Sua falta pode ocasionar uma série de adversidades, como impactos ambientais e visuais e problemas de saúde pública, fatos que estão cada vez mais frequentes nas cidades brasileiras. De acordo com Dias (2012) temos uma relação direta entre o desenvolvimento econômico e a geração de resíduos, pois quanto mais próspero o país, mais resíduo sólido urbano (RSU) é gerado. Desta maneira, o aumento do poder aquisitivo, somado ao

aumento da população e o crescente consumo de materiais descartáveis, afetam a vida útil dos aterros sanitários, fazendo com que novas estratégias sejam adotadas.

Nesse contexto, a prospecção de métodos e técnicas de avaliação do sistema de gestão de resíduos sólidos municipais se torna fundamental para garantir a eficácia e a eficiência dos processos envolvidos. É preciso avaliar constantemente o desempenho do sistema, identificando pontos de melhoria e promovendo ações que visem à redução da quantidade de resíduos gerados e ao aumento da reciclagem e do reaproveitamento dos materiais.

Para tanto, o uso do sistema de indicadores não apenas permite uma percepção completa da situação da gestão dos resíduos sólidos urbanos, mas também auxilia na identificação de prioridades, permitindo um planejamento mais eficaz das ações a serem tomadas. Dessa forma, a utilização do sistema de indicadores é de grande valia na tomada de decisão (MILANEZ, 2002).

Os indicadores são utilizados com o propósito de compreender adequadamente uma situação existente, tomar decisões, monitorar sua evolução, fornecer uma pista de um problema de grande importância ou tornar perceptível uma tendência que não está imediatamente visível, favorecendo maior dinamismo no processo de gestão. Além disso, os indicadores são incorporados inevitavelmente dentro de uma teia de processos administrativos, organizacionais além das atividades políticas (HEZRI e HASAN, 2004, apud SANTIAGO, 2012).

A prospecção de métodos e técnicas de avaliação do sistema de gestão de resíduos sólidos municipais é um processo contínuo e fundamental para garantir a eficácia e eficiência das ações de gestão de resíduos. É preciso estar sempre em busca de novas abordagens e soluções inovadoras para enfrentar os desafios relacionados ao tema e promover um futuro mais sustentável para as cidades e para o planeta.

OBJETIVO

O presente trabalho objetivou prospectar indicadores de sustentabilidade usualmente empregados para a avaliação da Gestão Municipal de Resíduos Sólidos.

METODOLOGIA

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica qualitativa, descritiva e exploratória (GIL, 2008) com o propósito de analisar as principais produções acadêmicas, incluindo teses e dissertações, sobre a avaliação da gestão de resíduos sólidos em nível municipal. A metodologia adotada baseia-se em um processo estruturado para a avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos por meio da seleção de indicadores relevantes, a figura 1 demonstra como a metodologia foi sistematizada.

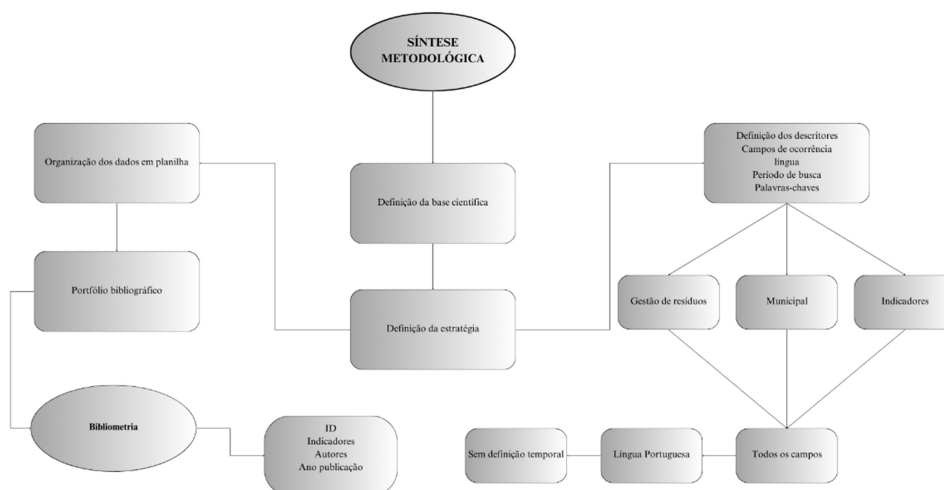


Figura 1 – Síntese metodológica. Fonte: Autor do Trabalho (2024).

Inicialmente, definiu-se a base científica, determinando as estratégias de busca e os critérios metodológicos que nortearão a pesquisa. Em seguida, a definição da estratégia envolve a escolha dos descritores, delimitando os campos de ocorrência, o idioma das publicações, o período de busca e as palavras-chave utilizadas. Para tanto, buscando atingir abordagens relevantes e que reflitam a área de estudo, como método de revisão de literatura, utilizou-se o *PROKNOW-C, Knowledge Development Process-Constructivist*.

O método oferece ao pesquisador a oportunidade de compilar um portfólio bibliográfico baseado em sua área de interesse, levando em consideração as delimitações e restrições intrínsecas (LACERDA, ENSSLIN e ENSSLIN, 2012). Além do mais, os estudos que compuserem esse portfólio, possam ser dotados de reconhecimento científico e alinhamento ao tema (LINHARES *et al*, 2017).

Neste sentido, a coleta dos documentos foi realizada nas bases Scopus e Web of Science, além da base de dados científicos a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). A pesquisa foi direcionada para a avaliação da gestão de resíduos sólidos municipais, sem restrição temporal, utilizando as palavras-chave "gestão de resíduos", "municipal" e "indicadores" e, além dos termos "indicadores de sustentabilidade" "gestão de resíduos sólidos urbanos", "avaliação da gestão de resíduos" considerado, somente trabalhos em língua portuguesa, dada a especificidade da pesquisa.

Após a seleção dos artigos e estudos relevantes, realizou-se a organização dos dados em planilhas, consolidando um portfólio bibliográfico. Esse portfólio permite identificar os principais autores e indicadores empregados, facilitando a construção de um referencial teórico. Começou a ser organizado com uma lista de autores vs indicadores, que foram identificados no processo de construção. Por fim, emprega-se uma análise bibliométrica das publicações selecionadas. Foram extraídas informações como os indicadores utilizados, autores mais citados e ano de publicação, se os indicadores de um autor foram relacionados em outro estudo, ou indicadores relacionavam o mesmo tema.

Esse portfólio coadunou com a criação de uma matriz de indicadores de sustentabilidade, que possibilitou a identificação do indicador utilizado pelo referido autor, o nome do indicador, e quais autores o utilizaram para a avaliação da gestão ou em suas pesquisas de acordo com as etapas da gestão, a saber: Geração; Coleta e o acondicionamento; Coleta seletiva; Transporte; Destinação e disposição final; Políticas públicas, Tecnologias e conhecimento. Essa categorização permitiu uma análise dos estudos existentes, possibilitando a comparação entre diferentes abordagens metodológicas e a identificação das lacunas na literatura sobre a gestão de resíduos sólidos urbanos.

RESULTADOS

Como saldo da prospecção, obteve-se um portfólio, que reuniu os principais indicadores de sustentabilidade para avaliação da gestão municipal de resíduos sólidos, e também os principais estudiosos e referências na área. O portfólio, não é apenas um compêndio de dados, mas um guia estratégico para elaboração de métodos e técnicas que visam a melhoria contínua do sistema como um todo.

A partir da análise bibliográfica realizada, 30 trabalhos com aderência ao tema foram selecionados, e dentre esses foi possível compilar um portfólio contendo 12 trabalhos relevantes sobre a gestão de resíduos sólidos urbanos. Esses estudos foram escolhidos com base em títulos que abordam métodos de avaliação da gestão de resíduos ou aspectos relacionados, assegurando sua relevância científica e alinhamento com o tema da pesquisa.

Os indicadores foram divididos dentre as etapas da gestão de resíduos. Entre eles destacam-se a quantidade de resíduos gerados, a eficiência da coleta seletiva, o destino final dos resíduos, a implementação de tecnologias, a educação ambiental e a participação da comunidade na gestão de resíduos sólidos. No total, foram identificados 91 indicadores que são utilizados para avaliar diferentes etapas da gestão de resíduos sólidos, conforme citado acima. Desta forma o portfólio apresenta o identificador empregado pelo autor, o autor, o nome do indicador, e o ano em que foi utilizado, segundo a etapa da gestão a qual ele pertence. O quadro 1 apresenta informações referentes à etapa de Geração no Sistema de Gestão de Resíduos Municipais, uma fase inicial e essencial para compreender a quantidade e o perfil dos resíduos produzidos pela população. Houve um único autor e indicador listado nessa etapa, o que reforça a necessidade de mais estudos e propostas de monitoramento da geração de resíduos.

Quadro 1 – Portfólio etapa Geração. Fonte: Autor do Trabalho (2024).

Portfólio - Sistema de gestão de resíduos municipais - Etapa GERAÇÃO

Indicadores	Ramos, R. (2013)
Varição da geração per capita de RSU	(13)

O quadro 2, lista os indicadores relacionados a etapa de coleta e acondicionamento, etapa primordial na gestão de resíduos. Reuniram-se sete indicadores entre dois autores, onde alguns deles são observados para ambos enquanto outros apenas a um deles. Entre os autores, Santiago e Dias (2012) apresentam quatro indicadores relacionados a aspectos como eficiência da coleta, satisfação da população quanto à coleta pública, existência de lixeiras públicas e pontos para entrega voluntária de resíduos segregados.

Já Campitelli *et al.* (2023) apresentam três indicadores distintos, voltados para a coleta de resíduos, o provedor do serviço e a coleta de resíduos perigosos, evidenciando uma abordagem mais voltada à operacionalização do serviço e à segurança ambiental.

Quadro 2 – Portifólio etapa Coleta e acondicionamento. Fonte: Autor do Trabalho (2024).

Portifólio - Sistema de gestão de resíduos municipais – Etapa COLETA E ACONDICIONAMENTO		
Indicadores	Santiago, L.S. e Dias, S.M.F. (2012)	Campitelli et al. (2023)
Eficiência de coleta	I4a	
Satisfação da população em relação à coleta pública (periodicidade/ frequência/horário)	I4b	
Existência de lixeiras públicas	I4c	NI
Existência de pontos para entrega voluntária dos resíduos segregados	I4f	
Recolha de resíduos		CT1
Provedor do serviço		CT2
Coleta de resíduos perigosos		CT8

O quadro 3, o qual contém a etapa da coleta seletiva, foi o mais representativo se tratando em números de autores e indicadores, reunindo 10 autores e 32 indicadores. Isso demonstra a relevância dessa etapa entre os estudos identificados. A diversidade de autores também revela uma variedade de enfoques e metodologias, o que contribui para uma visão mais ampla e estratégica sobre como implementar, monitorar e aprimorar a coleta seletiva nos municípios.

Quadro 3 – Portifólio etapa coleta seletiva. Fonte: Autor do Trabalho (2024).**Portifólio - Sistema de gestão de resíduos municipais – Etapa COLETA SELETIVA**



Indicadores	Besen et al. (2017)	Pereira et al. (2018)	Barros e Silveira (2019)	Fratta et al. (2019)	Ibáñez-Fróes et al. (2019)	Silva et al. (2019)	Zon et al. (2020)	Campitelli et al. (2023)	Santiago, L.S. e Dias, S.M.F. (2012)	Castro, A. L. C. (2016)
Plano integrado de gestão de resíduos sólidos	ISSC1	NI	NI	NI						
Instrumentos legais na relação com o governo municipal	ISSC2				NI		NI	G2		
Capacidade de resposta à população	ISSC3	NI	NI	NI		NI	NI	G14		
Autofinanciamento	ISSC4		NI				NI			
Educação/divulgação	ISSC5	NI	NI	NI			NI	G12		
Participação e controle social	ISSC6			NI				G9		
Parcerias	ISSC7	NI					NI	G7		
Inclusão de catadores autônomos	ISSC8	NI			NI	NI			NI	
Adesão da população	ISSC9			NI		NI	NI			
Taxa de recuperação de materiais recicláveis	ISSC10					NI	NI	SM7		
Taxa de rejeição	ISSC11									
Condições de trabalho para coleta de resíduos secos	ISSC12						NI		NI	
Condições de trabalho no centro de triagem	ISSC13				NI		NI			
Saúde e segurança do trabalhador	ISSC14	NI			NI		NI	G15		
Custos do serviço de coleta seletiva	ISSC15						NI			
Custo da coleta seletiva/regular + descarte	ISSC16						NI			
Mecanismos de controle								G8		
Padrões de qualidade e limite								G10		
Coleta de dados, relatórios e avaliações								G11		
Proteção ambiental								G16		



Desenvolvimento do setor								SM1		
Empregos (sombreira com ISSC8)								SM2		
Setor informal								SM3		
Estrutura e organização SMRS								SM4		
Financeiro (sombreira ISSC 4, 15 e 16)								SM5		
Empreendimentos								SM6		
Índice de recuperação de materiais recicláveis									I4g	
Índice de rejeito IR (%) (Está relacionado com a coleta seletiva)									I5j	
Pessoas atuantes na cadeia de resíduos que tem acesso a apoio ou orientação definidos em uma política pública municipal									I6f	I
Existência de sistema de coleta seletiva										I
Existência de coleta seletiva no município									I4d	
Abrangência da coleta seletiva no município									I4e	

O quadro 4 apresenta os indicadores associados à etapa de transporte, tratamento e valorização dos resíduos sólidos urbanos, que representa uma fase intermediária e estratégica na cadeia de gestão. Dentre os quatro autores mencionados, apenas 3 indicadores foram identificados. Transporte de resíduos e estação de transbordo citado apenas por Campitelli *et al* (2023), sinalizando uma preocupação mais operacional com a logística dos resíduos, que muitas vezes é negligenciada, mas é essencial para a eficiência do sistema como um todo, enquanto recuperação de resíduos orgânico e ou Grau de recuperação dos RSU que estão sob responsabilidade do Poder Público é compartilhado entre os três autores, indicando sua relevância estratégica para a valorização de resíduos.

Quadro 4 – Portfólio etapa transporte, tratamento e valorização. Fonte: Autor do Trabalho (2024).

Portfólio - Sistema de gestão de resíduos municipais – Etapa TRANSPORTE, TRATAMENTO E VALORIZAÇÃO				
Indicadores	Santiago, L.S. e Dias, S.M.F. (2012)	Campitelli et al. (2023)	Ramos, R. (2013)	Castro, A. L. C. (2016)
Transporte de resíduos		CT6		
Estações de transbordo		CT7		

Recuperação de resíduo orgânico/Grau de recuperação dos RSU que estão sob responsabilidade do Poder Público	I4h		(4)	I
---	-----	--	-----	---

O quadro 5 refere-se à etapa de destinação e disposição final do sistema de gestão de resíduos municipais. Uma fase mais crítica no processo de manejo de resíduos sólidos urbanos, pois envolve a disposição final dos resíduos gerados, com foco em segurança ambiental, saúde pública e sustentabilidade. Foram identificados quatro autores e dentre eles reuniram-se 9 indicadores que contemplam aspectos estruturais e aspectos técnicos e operacionais. A contribuição de Campitelli *et al.* (2023) se destaca por apresentar uma abordagem mais técnica e voltada à operação dos aterros sanitários.

A diversidade dos indicadores reflete a complexidade dessa fase, exigindo não apenas infraestrutura adequada, mas também planejamento técnico e monitoramento constante para garantir que a disposição final ocorra de forma ambientalmente segura.

Quadro 5 – Portfólio etapa destinação e disposição final. Fonte: Autor do Trabalho (2024).

Portfólio - Sistema de gestão de resíduos municipais – Etapa DESTINAÇÃO E DISPOSIÇÃO FINAL				
Indicadores	Santiago, L.S. e Dias, S.M.F. (2012)	Campitelli et al. (2023)	Ramos, R. (2013)	Castro, A. L. C. (2016)
Aterro sanitário/controlado licenciado	I4j			I
Existência de aterro para resíduos inertes (resíduos de construção e demolição)	I4l			
Número de pontos de resíduos clandestinos/extensão total das vias em km	I4m			
Disposição de resíduos		WD1		
Medidas operacionais		WD2		
Gestão do lixiviado		WD3		
Gestão do gás gerado no aterro		WD4		
Outros meios de disposição		WD5		
Quantidade de ocorrências de lançamentos de RSU em locais inadequados			(1)	

O quadro 6 apresenta indicadores alinhados a políticas públicas, o qual também destacam-se quatro autores, possibilitando reunir 12 indicadores. O quadro evidencia uma forte ênfase nos aspectos legais e institucionais da gestão de resíduos, focando em políticas públicas integradas, fiscalização e planejamento estratégico. Destacam-se a importância do alinhamento com as Políticas Federais; A presença ou ausência de planos municipais como instrumento de gestão; A fiscalização como ferramenta essencial de controle e transparência; A participação da sociedade e de outros entes públicos como fator de fortalecimento da governança.

Quadro 6 – Portfólio etapa políticas públicas. Fonte: Autor do Trabalho (2024).

Portfólio - Sistema de gestão de resíduos municipais - Políticas Públicas



Indicadores	Santiago, L.S. e Dias, S.M.F (2012)	Ramos, R. (2013)	Castro, A. L. C. (2016)	Milanez, B. (2002)
Intersetorialidade (Está em consonância com a Política Federal de Saneamento Básico?)	Ila			
Universalidade (Está em consonância com a Política Federal de Saneamento Básico?)	Ilb			
Integralidade dos serviços de saneamento básico (Está em consonância com a Política Federal de Saneamento Básico?)	Ilc			
Possui um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (Está em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos?)	Ild		I	
Apresenta fiscalização dos serviços de limpeza pública está em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos?	Ile			
Grau de disponibilização dos serviços públicos de RSU à população		(6)		
Grau de abrangência de políticas públicas de apoio ou orientação às pessoas que atuam com RSU		(7)		
Quantidade de ações de fiscalização relacionadas à gestão de RSU promovidas pelo poder público municipal		(10)	I	
Grau de execução do Plano Municipal de RSU vigente		(11)		
Existência de parcerias com outras esferas do poder público ou com a sociedade civil.			I	I
Existência de cobrança pelos custos dos serviços relacionados a GRSU			I	
Percentual das pessoas que atuam na cadeia de resíduos que têm acesso a apoio ou orientação definidos em uma política pública municipal.				I

N quadro 7 são apresentados indicadores voltados à tecnologia e à economia na gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU), abordando desde aspectos técnicos da operação até questões relacionadas ao financiamento e à sustentabilidade econômica do sistema. Dentre os 13 indicadores apresentados entre os 4 autores, à uma abordagem equilibrada entre tecnologias viáveis a sustentabilidade econômica da gestão pública e a preocupação ambiental e legal. Vale destacar, que entre os autores, Santiago e Dias (2012), são os que apresentam o maior número de indicadores técnicos e econômicos. Já Castro (2016) e Milanez (2002) reforçam aspectos ambientais e legais.

Quadro 7 – Portfólio etapa tecnologias e economia. Fonte: Autor do Trabalho (2024).

Portfólio - Sistema de gestão de resíduos municipais – Etapa TECNOLOGIAS E ECONOMIA



Indicadores	Santiago, L.S. e Dias, S.M.F (2012)	Ramos, R. (2013)	Castro, A. L. C. (2016)	Milanez, B. (2002)
Utiliza mão de obra local (Observa os princípios da tecnologia apropriada?)	I2a			
Manutenção dos equipamentos realizada localmente (Observa os princípios da tecnologia apropriada?)	I2b			
Tecnologia de reaproveitamento com baixo consumo de energia, não atrelado a pagamento de patentes e royalties; fácil manuseio; emprega mão de obra local (Observa os princípios da tecnologia apropriada?)	I2c			
Veículo coletor específico e apropriado em termos de capacidade, tamanho para as necessidades de geração local (Observa os princípios da tecnologia apropriada?)	I2d			
Origem dos recursos para o gerenciamento de resíduos sólidos (Existe capacidade de pagamento pela população?)	I3a			
Percentual auto financiado do custo de coleta, tratamento e disposição final no município (A gestão dos resíduos sólidos urbanos é auto financiada?)	I3b			
Percentual do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública (A gestão dos resíduos sólidos urbanos é auto financiada?)	I3c			
Aplicação dos recursos provenientes da coleta seletiva (A gestão dos resíduos sólidos urbanos é auto financiada?)	I3d			
Recursos alocados para ações de Educação Ambiental (em relação ao custo da limpeza pública)	I5a			
Grau de recuperação dos passivos ambientais		(2)	I	I
Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU		(3)	I	I
Grau de autofinanciamento da gestão pública de RSU		(5)		I
Grau de estruturação da gestão de RSU na administração pública municipal		(8)		

Por fim, o quadro 8 apresenta os indicadores associados à etapa do conhecimento, fundamental para garantir a participação social, o acesso à informação e a qualificação dos atores envolvidos na gestão dos resíduos sólidos urbanos. Trata-se de uma etapa que fortalece a educação ambiental, a transparência, a mobilização social e a gestão participativa, contribuindo para uma cultura sustentável e cidadã. São aos todos 15 indicadores divididos entre os quatro autores, os quais, destacam-se a preocupação com a formação, participação e comunicação, a necessidade de informação acessível e sistematizada e a qualificação técnica. Apenas o indicador que relaciona a existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população comum entre Ramos (2013), Castro (2016) e Milanez (2002). Essa etapa destaca o envolvimento com a população, dos trabalhadores e das instituições, elemento-chave para o sucesso de qualquer sistema de gestão ambiental.

Quadro 8 – Portfólio etapa conhecimento. Fonte: Autor do Trabalho (2024).

Portfólio - Sistema de gestão de resíduos municipais – Etapa CONHECIMENTO				
Indicadores	Santiago, L.S. e Dias, S.M.F (2012)	Ramos, R. (2013)	Castro, A. L. C. (2016)	Milanez, B. (2002)
Inclusão de ações de Educação Ambiental	I5b			
Capacitação contínua de agentes que atuam na área da limpeza pública	I5c			
Realização de Avaliação da gestão dos RS de forma participativa	I5d			
Material informativo sobre o manejo dos resíduos sólidos	I5e			
Realização de eventos municipais com a temática ambiental	I5f			
Número de parceiros (Associações, universidades, setor privado, movimentos sociais)	I5g			
Existência de Conselhos (Saneamento, Saúde, Meio Ambiente)	I5h			
Formas de mobilização	I5i			
Abrangência dos cursos de capacitação promovidos aos catadores	I6c			
Grau de capacitação dos funcionários atuantes na gestão de RSU		(9)		
Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população		(12)	I	I
Efetividade de programas educativos continuados voltados para boas práticas da gestão de RSU		(14)		
Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU		(15)		
Participação da população através de canais específicos para gestão dos RSU.				I

Em síntese, os autores Santiago e Dias (2012) sobressaem com o maior número de indicadores em diversas etapas, evidenciando sua significativa contribuição para o campo, Ramos (2013) com foco em aspectos financeiros, operacionais e de conhecimento, Castro (2016) aparecendo em quase todas as etapas, Milanez (2002) enfatizando parcerias, transparência e ações educativas e por fim Campitelli *et al* (2023) com uma contribuição atual com foco técnico-operacional.

Constatou-se uma concentração significativa de indicadores nas etapas de coleta seletiva, políticas públicas, tecnologias e conhecimento, o que evidencia uma maior atenção a essas dimensões no processo de gestão de resíduos. Em contrapartida, as etapas de geração, transporte, tratamento e valorização apresentaram menor quantidade de indicadores, o que pode indicar uma lacuna no acompanhamento ou na priorização dessas fases. Tal panorama reforça a importância de um equilíbrio na distribuição dos indicadores, garantindo uma abordagem mais integrada e eficaz em todas as etapas do sistema. Dessa forma, a pesquisa não apenas sistematizou os principais indicadores utilizados na literatura científica,

mas também pode fornecer uma ferramenta para avaliar e aprimorar práticas de gestão, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias mais sustentáveis e eficazes no setor de resíduos sólidos urbanos.

Para tanto, a fim de evidenciar a aderência dos indicadores as dimensões da sustentabilidade, eles foram organizados conforme o quadro 9. Os resultados obtidos evidenciam a distribuição dos 91 indicadores identificados ao longo da pesquisa, categorizados de acordo com as dimensões ambiental, social, econômica e outras (governança, tecnologia, etc.) e organizados nas fases de plano, prática e desempenho, destacando a forma como o indicador se comporta no momento da avaliação.

Quadro 9 - Distribuição dos Indicadores por Dimensão e Tipo de Ação no Sistema de Gestão de Resíduos Municipais. Fonte: Autor do Trabalho (2024).

DIMENSÃO	PLANO	PRÁTICA	DESEMPENHO	TOTAL
AMBIENTAL	6	10	12	28
SOCIAL	4	3	13	20
ECONÔMICO	5	4	4	13
OUTRAS (GOVERNANÇA, TECNOLÓGICO, ETC)	9	9	12	30
TOTAL	24	26	41	91

Observa-se que a dimensão "Outras", que inclui aspectos de governança, tecnologia e outros fatores estratégicos, apresentou o maior número de indicadores, totalizando 30. Isso destaca a importância da governança e das inovações tecnológicas na gestão de resíduos sólidos urbanos, refletindo uma tendência crescente na busca por soluções integradas e eficientes para o setor.

A dimensão ambiental também se mostrou fortemente representada, com 28 indicadores, distribuídos entre planejamento, práticas e desempenho. Esse resultado reforça a preocupação recorrente com os impactos ambientais da gestão de resíduos, bem como a necessidade de monitoramento contínuo para garantir maior sustentabilidade nas operações.

Já a dimensão social, com 20 indicadores, destacou-se na avaliação do desempenho, sugerindo que a eficácia da gestão de resíduos está diretamente ligada a fatores como engajamento da população, inclusão social e impactos na qualidade de vida. A menor presença de indicadores na fase de prática sugere uma possível lacuna entre o planejamento e a efetivação de políticas sociais voltadas para o setor.

Por fim, a dimensão econômica, representada por 13 indicadores, mostrou uma distribuição relativamente equilibrada entre planejamento, prática e desempenho.

CONCLUSÕES

A gestão de resíduos sólidos urbanos se demonstra como um campo multidimensional, exigindo abordagens integradas que contemplem não apenas fatores ambientais, mas também aspectos sociais, econômicos e tecnológicos. O levantamento realizado possibilitou a sistematização desses indicadores e contribuiu para a formulação de um modelo de avaliação mais abrangente, capaz de auxiliar gestores e pesquisadores na implementação de estratégias mais eficazes e sustentáveis.

De modo geral, a análise dos indicadores evidencia, que enquanto há inúmeros indicadores que avaliam aspectos relacionados as questões ambientais e de governança, os indicadores de avaliação que relacionam aspectos econômicos se demonstram deficientes. Isso indica que, embora a viabilidade financeira e os custos operacionais sejam fatores determinantes para a sustentabilidade dos sistemas de gestão de resíduos sólidos, ainda há uma lacuna na literatura

científica e na formulação de métricas específicas para avaliar esses aspectos de forma mais abrangente e precisa. Essa deficiência pode comprometer a capacidade de mensuração dos impactos econômicos da gestão de resíduos, dificultando a implementação de políticas públicas eficazes e a atração de investimentos para o setor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARROS, R. T. V., SILVEIRA, A. V. F. **Uso de indicadores de sustentabilidade para avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos na Região Metropolitana de Belo Horizonte**. Eng Sanit Ambient | v.24 n.2 | mar/abr 2019 | 411-423. Minas Gerais, 2019;
2. BESEN, G. R. et al. **Gestão da coleta seletiva e de organizações de catadores: indicadores e índices de sustentabilidade** [livro eletrônico] / Fundação Nacional de Saúde; Universidade de São Paulo; Faculdade de Saúde Pública/USP, 2017. 1ª ed Plataforma digital DOI: 10.11606/9788588848245. São Paulo, 2017;
3. CAMPITELLI, A. et al. **Avaliação do desempenho de um sistema de gestão de resíduos rumo a uma economia circular no Sul Global: o caso de Marrakech (Marrocos)**. Gestão de resíduos 166 (2023) 259-269. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.05.003> Recebido em 8 de abril de 2022;
4. CASTRO, A. L. C. **Aplicação De Indicadores De Sustentabilidade De Resíduos Sólidos No Município De Uberlândia-MG**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2016;
5. DIAS, S. G. **O desafio da gestão de resíduos sólidos urbanos**. Sociedade e Gestão. Vol 11, nº 1, Jan/Jun 2012.
6. ENSSLIN, L. ENSSLIN, S.R. LACERDA R.T.O. TASCA J.E. **ProKnow-C, Knowledge Development Process – Constructivist**. Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Rio de Janeiro: INPI; 2010.
7. GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2008;
8. LACERDA, R.T.D.O. ENSSLIN, L. ENSSLIN, S.R. **Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho**. Gestão & Produção 2012; 19(1):59-78.
9. LINHARES, J. E. PESSA, S. L. R. BORTOLUZZI, S. C. LUZ, R. P. **Capacidade para o trabalho e envelhecimento funcional: análise Sistêmica da Literatura utilizando o PROKNOW-C (Knowledge Development Process - Constructivist)**. DOI: 10.1590/1413-81232018241.00112017
10. MARTINS, N. A. A. **Avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos dos municípios de serra vitória por meio de indicadores de sustentabilidade**. Trabalho de conclusão de curso. Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, ES, 2018;
11. MILANEZ, B. **Resíduos sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação**. Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2002;
12. PEREIRA, S. S.; CURI, R. C; CURI, W. F. **Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões**. Engenharia Ambiental, v. 23 n. 3, p 471-483, maio/jun 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018162872>> Acesso em: 15/04/2023;
13. POLAZ, C. N. M. **Indicadores De Sustentabilidade Para Gestão De Resíduos Sólidos Urbanos**. Dissertação (Mestre em Engenharia Urbana) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2008;
14. RAMOS, R. R. **Gestão de resíduos sólidos urbanos: indicadores de sustentabilidade aplicados a programas de gestão e associações de catadores de materiais recicláveis**. Gestão de resíduos sólidos urbanos: indicadores de sustentabilidade. Geografia (Londrina) v.22, n.3.p.27-45, set/dez 2013;
15. SANTIAGO, L. S; DIAS, S.M F. **Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos**. Eng. Sanit. Ambient. |v. 17 n.2| abr/jun 2012; Feira de Santana, BA;