

## Artigo Técnico

# Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões

*Use of indicators in urban solid waste management: a methodological proposal of construction and analysis for cities and regions*

Suellen Silva Pereira<sup>1\*</sup>, Rosires Catão Curi<sup>2</sup>, Wilson Fadlo Curi<sup>2</sup>

## RESUMO

Este artigo apresenta um modelo para avaliação da gestão dos resíduos sólidos urbanos por meio do uso de indicadores que pode tanto ser aplicado em municípios como em regiões para efeito de comparabilidade da gestão, no que tange à sustentabilidade, ao desempenho, à eficiência e à eficácia. Para a construção do modelo, levaram-se em consideração lacunas identificadas no contexto brasileiro em propostas levantadas por meio de uma pesquisa bibliográfica, de que foram selecionados, adaptados ou elaborados indicadores passíveis de mensuração, quer por intermédio de dados primários, quer mediante dados secundários. Observou-se que o modelo em questão se mostra como uma ferramenta importante para a gestão pública municipal, uma vez que identifica os setores mais deficitários da gestão de resíduos, direcionados à tomada de decisão, assim como os recursos financeiros para investimento e melhoramento do setor.

**Palavras-chave:** indicadores; gestão; resíduos sólidos urbanos.

## ABSTRACT

This research aims to present a model to evaluate the urban solid waste management through the use of indicators that may either be applied to municipalities or to larger regions for management comparison, when it comes to sustainability, performance, efficiency and efficacy. For the construction of the model, identified shortcomings were taken into account in the Brazilian context, in proposals raised by means of a bibliographical research in which indicators capable of being measured by means of primary and/or secondary data were selected, adapted or developed. It was noted that the model in question presents itself as an important tool for the municipal public administration, since it identifies the deficit sectors of waste management at decision making, as well as the financial resources for investment and improvement of the segment.

**Keywords:** indicators; management; urban solid waste.

## INTRODUÇÃO

A construção de indicadores de sustentabilidade especificamente para a gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) é importante por proporcionar orientação essencial para a tomada de decisões de variadas formas. Esses indicadores podem traduzir informações estratégicas para a gestão de RSU e identificar aspectos da relação da sociedade com o meio ambiente (UGALDE, 2010).

De acordo com Siena (2002), indicadores de sustentabilidade devem ser mais do que indicadores ambientais e só adquirem essa condição com a inclusão da perspectiva temporal, de limites ou objetivos. De modo similar, indicadores de desenvolvimento sustentável precisam ser mais do que indicadores de crescimento, mas expressar

eficiência, suficiência, equidade e qualidade de vida. Crescimento significa apenas ter mais, não necessariamente melhor.

Entre os indicadores relacionados aos RSU, de acordo com Ugalde (2010), os mais utilizados no Brasil e no mundo explicam a questão da geração de resíduos no tocante ao tamanho da população (resíduos por habitante e tempo) e à questão da capacidade de aproveitamento do resíduo gerado (reciclagem, reutilização e compostagem).

Em virtude da complexidade que envolve a problemática dos resíduos, visto que esta abrange diversas dimensões da sustentabilidade, outros indicadores foram incorporados à análise dos modelos implementados e desenvolvidos nos municípios brasileiros, almejando, com isso, detectar os pontos fracos e fortes e estabelecer diretrizes para o

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Campina Grande (PB), Brasil.

<sup>2</sup>Professor(a) da UFCG – Campina Grande (PB), Brasil.

\*Autor correspondente: suellenssp@hotmail.com

Recebido: 03/05/2016 – Aceito: 04/04/2017 – Reg. ABES: 162872

seu equacionamento, ou, pelo menos, minimizar os danos decorrentes da ausência de gestão dos RSU.

Com a ampliação das discussões em torno do crescimento exponencial dos resíduos sólidos urbanos e, principalmente, do que se faz com todos esses dejetos, observou-se, nas últimas décadas, grande mobilização em torno do assunto, o que atraiu a atenção de órgãos públicos e privados, das universidades e da sociedade, na tentativa de encontrar meios (econômicos, sociais e ambientais) viáveis de continuar mantendo os atuais padrões de produção e consumo, com menor degradação do ambiente urbano, nesse caso.

De acordo com Dantas (2008), os gestores municipais prestam serviços que interferem diretamente no meio ambiente, como os serviços de saneamento básico (por exemplo, a coleta, o tratamento e a disposição de resíduos sólidos e a drenagem), mas encontram o desafio frequente de lidar com a incerteza e a carência de informações e indicadores que demonstrem a eficiência desses serviços. A maioria dos municípios não consegue avaliar se as condições operacionais dos seus sistemas estão adequadas ou não e, em muitos casos, nem é possível ter uma visão sistêmica das atividades que englobam determinados serviços.

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, 2004), os indicadores podem transformar-se em uma importante ferramenta para facilitar a acessibilidade da informação científica e técnica para os diferentes grupos de usuários. A função dos indicadores é resumir a grande quantidade de dados, tornando acessível o seu entendimento.

Nessa perspectiva, a criação de sistemas de indicadores organizados de modo a subsidiar a tomada de decisão, por meio de diagnósticos e previsões, utilizados para a promoção de políticas específicas, como, por exemplo, a gestão dos RSU, demonstra ser um caminho indispensável para buscar a sustentabilidade ambiental urbana.

Indicadores, subíndices e índices podem servir como referenciais para o planejamento e a melhoria operacional dos serviços de limpeza urbana nos municípios, pois demonstram, de acordo com Deus (2000): a influência dos sistemas na área da saúde pública, no desenvolvimento econômico, social e ambiental regional; por meio de diagnósticos, as necessidades de desenvolvimento científico e tecnológico do setor; e as definições dos objetivos e das metas para futuros empreendimentos, levando em consideração, no seu projeto, as preocupações de proteção ambiental.

Segundo Braga *et al.* (2004), um município é considerado mais ou menos sustentável à medida que é capaz de manter ou melhorar a saúde do seu sistema ambiental, minorar a degradação e o impacto antrópico, reduzir a desigualdade social e prover os habitantes de condições básicas de vida, bem como construir um ambiente de forma saudável e segura e ainda pactos políticos que permitam enfrentar desafios presentes e futuros. Seguindo a linha de pensamento dessa abordagem, um sistema de gestão integrada de resíduos é tido como mais

ou menos adequado conforme algumas variáveis preestabelecidas vão sendo incorporadas ao sistema, fazendo com que este se torne mais equilibrado, de maneira que os recursos arrecadados sejam suficientes para a prestação de serviços com qualidade aos cidadãos e sejam sanados os problemas ambientais (DANTAS, 2008).

A gestão sistêmica dos RSU deve considerar todas as etapas, desde a geração até a disposição, uma vez que decisões tomadas quanto a um elemento têm influência sobre todos os demais. Essa gestão, como um todo, apresenta elevada relação com a sustentabilidade, pois, entre outros aspectos, concentra grande quantidade de recursos naturais (MILANEZ & TEXEIRA, 2003), além de outros aspectos relacionados à gestão, tais como eficiência, eficácia, desempenho, entre outros.

Com base na pesquisa bibliográfica realizada sobre o uso de indicadores utilizados direta ou indiretamente na problemática dos RSU, foi possível identificar uma série de pesquisas envolvendo o uso dessa ferramenta (SÁ & RODRÍGUEZ, 2001; FARIA, 2002; MILANEZ & TEIXEIRA, 2001, 2003; MILANEZ, 2002; SALLES, 2003; BRINGHENTI, 2004; DEUS *et al.*, 2004; LOUREIRO, 2005; VIEIRA, 2006; LIMA, 2006; DANTAS, 2008; FERRAZ, 2008; SILVEIRA, 2008; POLAZ & TEIXEIRA, 2007, 2008, 2009; POLAZ, 2008; BECK *et al.*, 2009; BESEN & RIBEIRO, 2010; UGALDE, 2010; BESEN, 2011; BRASIL, 2012; ASSIS, 2012; IBGE, 2012; SANTIAGO & DIAS, 2012; SANTOS *et al.*, 2012; DANTAS, 2013), sendo essas investigações fruto de instituições públicas federais, assim como de pesquisas desenvolvidas em instituições de ensino superior.

Na tentativa de contribuir para as discussões acerca da temática em foco, informa-se que o modelo em questão levou em conta, para a sua construção, oito modelos de indicadores (MILANEZ, 2002; VIEIRA, 2006; LIMA, 2006; POLAZ, 2008; FERRAZ, 2008; DANTAS, 2008; BRASIL, 2012; IBGE, 2012), e foram selecionados aqueles considerados mais relevantes e viáveis para a avaliação da gestão dos RSU, buscando integrar os modelos resultantes tanto de pesquisas acadêmicas como de instituições federais.

Diante do exposto, este artigo tem por objetivo apresentar um modelo para avaliação da gestão dos RSU por meio do uso de indicadores. O referido modelo foi aplicado em sete municípios da Região Metropolitana de Campina Grande (RMCG), para efeito de comparabilidade da gestão no que tange à sustentabilidade, ao desempenho, à eficiência e à eficácia, no entanto ele pode ser aplicado para outras realidades, pensando-se nas especificidades de cada localidade.

Pelo exposto, entende-se que a busca por uma metodologia para avaliação da gestão dos RSU se justifica pelo fato de essa problemática figurar como um dos grandes problemas socioambientais da atualidade.

Desse modo, os indicadores foram estruturados em quatro dimensões, que objetivam analisar, afora os aspectos relacionados à sustentabilidade

da gestão, perpassando pelos fatores econômicos, sociais e ambientais, também os aspectos técnico-operacionais, haja vista serem fatores de suma importância para a execução da gestão dos RSU, sendo, portanto, tidos como indispensáveis em uma abordagem sistêmica da problemática em foco.

## ESTADO DA ARTE

Em uma análise crítica dos modelos que subsidiaram o desenvolvimento da metodologia aqui proposta, foi possível observar que tais modelos apresentam lacunas que limitam ou dificultam a sua aplicação e, por conseguinte, a avaliação da gestão dos RSU, levando em consideração a realidade das cidades de pequeno, médio e grande porte e suas especificidades. No Quadro 1 é apresentada uma síntese de tais limitações, bem como os aspectos positivos de cada modelo.

No entanto, os modelos consultados não atendem, em sua totalidade, às especificidades da gestão dos RSU quando analisados os seguintes parâmetros: importância do indicador para avaliação da gestão e aplicabilidade em cenários diversos para fins de comparabilidade, quando for o caso.

Para a estruturação e organização dos indicadores, foram levados em conta, além das lacunas identificadas no Quadro 2, os seguintes aspectos apontados por Mueller *et al.* (1997): ser simples de entender; ter quantificação estatística; ter lógica coerente e comunicar eficientemente o estado do fenômeno estudado.

Portanto, pode-se dizer que o que se pretende com a utilização de indicadores é que estes formem um sistema variável e completo, fornecendo toda a informação essencial acerca da realidade a ser tratada, e que sejam o mais fiel possível à realidade estudada. Desse modo, para que se possa alcançar a confiabilidade das informações coletadas, torna-se imprescindível considerar os atributos para um bom indicador, listados pelos autores supracitados.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na primeira etapa, foi construído um marco teórico com base em uma ampla revisão de literatura, objetivando, além de mais profundidade das questões relacionadas aos RSU, o levantamento de indicadores aplicados na avaliação da gestão de tais RSU. Assim, foram utilizados como parâmetro para escolha das dimensões, das categorias e dos indicadores alguns estudos já publicados em teses, dissertações, artigos científicos, relatórios, entre outros.

**Quadro 1** – Dimensões, categorias e indicadores selecionados para compor o novo modelo de avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos.

Dimensão	Número de categorias	Número de indicadores
Ambiental	03	07
Social	03	08
Técnico-operacional	06	20
Econômico/financeira	02	07

**Quadro 2** – Síntese comparativa das propostas dos indicadores analisadas.

Modelos	Aspectos relevantes	Limitações
Milanez (2002)	Modelo elaborado especificamente para a avaliação da sustentabilidade da gestão dos RSU, com base em princípios para os RSU.	Ausência de clareza e objetividade na elaboração e avaliação dos indicadores; base de dados qualitativos.
Vieira (2006)	Grande diversidade de indicadores.	Ausência da forma como os dados são mensurados; subjetividade dos indicadores; base de dados muito subjetiva.
Lima (2006)	Trabalho com uma base de dados quantitativos; em sua estruturação, descrição para o cálculo do indicador e a forma como deverá ser expresso.	Sua aplicação é voltada para a avaliação de programas de coleta seletiva, o que limita a sua utilização.
Polaz (2008)	Incorporação de categorias e dimensões aos indicadores; participação de especialistas na escolha dos indicadores.	Ausência de clareza e objetividade na elaboração e avaliação dos indicadores; base de dados qualitativos.
Ferraz (2008)	Forma de estruturação do modelo, sendo os indicadores agregados a fatores de avaliação e, estes, a dimensões.	Número elevado de indicadores; falta de clareza e objetividade das informações; base de dados qualitativa.
Dantas (2008)	Criação de um índice número para avaliação da gestão dos RSU.	Avaliação dos indicadores baseada na subjetividade; base de dados primária e qualitativa.
SNIS (BRASIL, 2012)	Uso de indicadores que contemplam diversas dimensões da gestão dos RSU; por ser nacional, constitui um importante banco de dados.	Falta de clareza e objetividade dos indicadores; dados para análise dos indicadores enviados pelos gestores, quando estes atendem à solicitação para participação da pesquisa; subjetividade das informações; voltado principalmente para a análise do desempenho dos serviços de saneamento/RSU.
IDS (IBGE, 2012)	Estruturação dos indicadores em múltiplas dimensões; descrição e forma de cálculos dos indicadores; por ser nacional, constitui um importante banco de dados.	Uso de poucos indicadores para avaliar a sustentabilidade da gestão dos RSU.

SNIS: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento; IDS: indicadores de desenvolvimento sustentável; RSU: resíduos sólidos urbanos.

O levantamento bibliográfico realizado teve como propósito fundamentar a segunda etapa para a estruturação do modelo. Ou seja, consistiu em estruturar os indicadores de maneira a buscar, principalmente, a objetividade dos dados a serem aferidos, visto que alguns dos indicadores usados nas fontes pesquisadas se encontram estruturados de forma bastante subjetiva, o que dificulta a compreensão por parte do gestor que vai responder aos questionamentos, limitando, por conseguinte, a coleta das informações.

As pesquisas que nortearam este estudo e culminaram na elaboração do modelo apresentado fazem uso, essencialmente, de índices e indicadores para a mensuração e o diagnóstico da gestão dos RSU, de modo a identificar, entre as diversas variáveis envolvidas na problemática em questão, situações de vulnerabilidade que comprometam a adequada execução do sistema de gestão. A estruturação do problema em uma análise sistêmica e a adoção de metodologias que levem em consideração o uso de indicadores, desde que esses possam expressar com fidedignidade a realidade pesquisada, são importantes na avaliação da gestão de RSU.

Após as análises e discussões sobre a aplicabilidade dos indicadores, foi selecionado um total de 42 indicadores para compor o modelo proposto, sendo estes agrupados em 14 categorias de análise e quatro dimensões, conforme evidenciado no Quadro 2.

A escolha das dimensões a serem investigadas levou em consideração a problemática dos RSU de forma sistêmica, buscando agregar dados que, direta ou indiretamente, corroboram com a ampliação da problemática em foco, como observado por Jacobi e Besen (2006) quando afirmam que a geração crescente dos RSU resulta de vários fatores: o crescimento demográfico acelerado e a longevidade; o processo intensivo de industrialização; a concentração da população em cidades; e os padrões insustentáveis de produção e consumo da sociedade moderna.

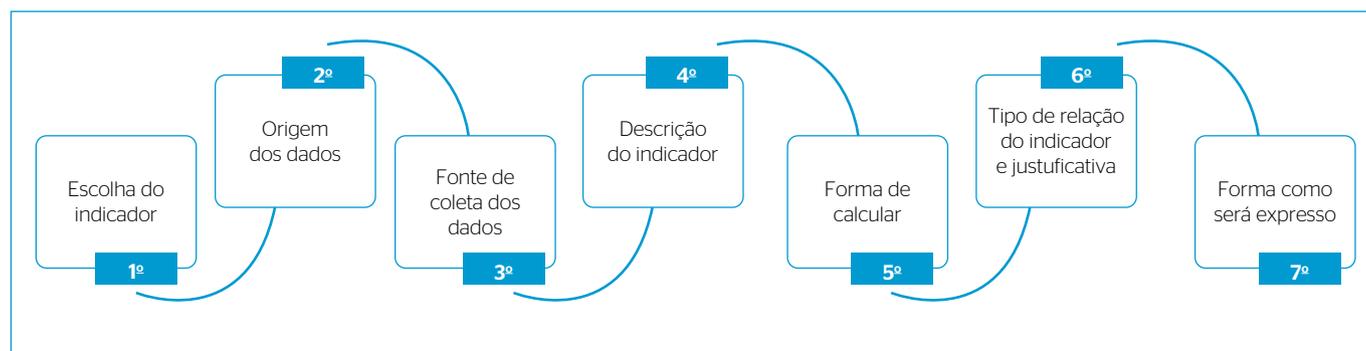
Para cada indicador selecionado, foram agregadas informações sobre os parâmetros utilizados para sua escolha, o que constituiu a terceira etapa do modelo. Essas informações foram estruturadas em uma planilha, levando em consideração as dimensões e categorias selecionadas,

conforme será apresentado mais adiante. A Figura 1 demonstra as informações agregadas para cada indicador após a sua definição.

Considerando as informações disponibilizadas na Figura 1, sobretudo no que diz respeito às características dos indicadores e à origem dos dados, os itens a serem investigados no modelo proposto basearam-se principalmente:

- na disponibilidade/viabilidade de coleta dos dados por meio do acesso às informações, quer sejam estas primárias, quer sejam secundárias. Para os dados secundários, foi realizada uma busca de informações em base de dados já existentes (PNSB, 2008; IBGE, 2010; DATASUS, 2009 etc.). Com isso, obtém-se confiabilidade maior dos dados. Quanto aos dados primários, foi-se a campo para verificar a disponibilidade de dados dos indicadores selecionados, os quais não estavam contemplados nos bancos de dados consultados. Nesta etapa, procurou-se estabelecer a forma de mensuração de acordo com a disponibilidade de dados sobre RSU na RMCG);
- Na clareza e objetividade das informações a serem coletadas, de modo a obter melhor compreensão por parte dos entrevistados e conseguir informações relevantes do ponto de vista prático e não apenas teórico. Esses dados foram avaliados de forma objetiva e mensurados de maneira relativa para efeito de comparabilidade dos indicadores investigados, fazendo-se uso, para tanto, da análise multicriterial para a avaliação do desempenho dos municípios da RMCG;
- Na estruturação do problema de forma sistêmica e hierárquica, procurando entender as relações entre os vários indicadores, de modo que um não sobressaísse no que se refere ao outro e evitando, assim, aspectos de redundância ou supervalorização de um indicador no tocante aos demais.

Registra-se, ainda, que os indicadores selecionados para compor o modelo foram validados por especialistas da área, fazendo-se uso, para tanto, de um questionário formulado em meio digital e encaminhado para o total de 53 especialistas, os quais puderam atribuir um



**Figura 1** - Informações agregadas para cada indicador selecionado.

grau de importância para cada indicador, categoria e dimensão do modelo ora proposto.

O questionário foi estruturado de modo a possibilitar, primeiramente, a atribuição do grau de importância para cada indicador da categoria selecionada. Essa atribuição realizava-se, posteriormente, para cada categoria das dimensões participantes e, por fim, entre as dimensões. Assim, caracterizou-se uma avaliação em três níveis (indicadores-categorias-dimensões). Tal estruturação teve por finalidade fazer uma comparação da importância de todos os elementos par a par, como forma de observar quais sobressairiam em detrimento de outros e seriam, desse modo, considerados pelos especialistas mais importantes para avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos (GRSU), quando comparados aos demais.

Os especialistas responderam a um questionário subjetivo em que o grau de importância dos indicadores, das dimensões e das categorias estava representado pelas seguintes opções: sem opinião formada; nenhuma; baixo; médio; alto; e muito alto, em uma escala variando de 0 a 1. De posse dos dados do questionário, foi realizada a padronização das respostas dos especialistas, sendo as informações subjetivas convertidas em informações numéricas por meio do processo de normalização.

O presente estudo fez uso do método Promethee II para análise dos indicadores propostos no modelo em discussão. O referido método trabalha com seis funções de preferência, baseadas na comparação par a par para cada indicador, levando em consideração a diferença de valores entre tais indicadores.

Sobre a forma de mensuração dos indicadores, ressalta-se que, para a criação dos indicadores, foram obedecidos dois critérios: deveriam ser objetivos (e não subjetivos); e medidos/mensurados ou observáveis. Em algum momento, pelo menos um desses critérios seria utilizado para a avaliação dos indicadores que compõem o modelo.

Acrescenta-se que, independentemente da forma como esses indicadores estão sendo mensurados (em escala de 0–1, 0–10 ou 0–100, por exemplo), os resultados da análise não serão alterados, visto que todos os dados serão normalizados, uma vez que o objetivo é tornar o modelo passível de comparabilidade, nesse caso entre os municípios da RMCG.

## RESULTADOS

Os Quadros 3, 4, 5 e 6 apresentam a organização sistêmica dos indicadores selecionados para a composição do Modelo de Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos Sustentável (MGRSUS) em questão, levando em consideração a dimensão analisada. Acrescenta-se que a viabilidade da aplicação dos indicadores selecionados e estruturados sistemicamente foi verificada por meio da disponibilidade de dados de sete municípios paraibanos que fazem parte da RMCG.

O modelo de indicadores é aplicável a qualquer situação e contexto, porque tem valor universal, sem prejuízo de melhorias das quais dependam a eficácia da sua aplicação, sobretudo pela falta de dados precisos para o cálculo dos diversos indicadores. A região piloto para aplicação do modelo foi a RMCG.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No ano de 2010, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS — Lei nº. 12.305/2010), que dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de RSU, incluídos os perigosos; às responsabilidades dos geradores e do poder público e \os instrumentos econômicos aplicáveis. Atualmente, é o principal instrumento regulador da problemática dos RSU, que se torna, a cada dia, mais grave no que concerne aos seus efeitos.

Nessa perspectiva, a análise dos modelos de gestão de RSU adotados pelas gestões públicas municipais, além da sua adequação aos preceitos da sustentabilidade, o qual é definido por Sachs (1986, p. 110) como “o desenvolvimento socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente prudente”, torna-se extremamente necessária para o diagnóstico da real situação dos RSU.

Outro fato que chama a atenção é o reduzido número de trabalhos e pesquisas versando acerca de sistêmicas para a avaliação global dos sistemas integrados de gestão de RSU, contendo indicadores para análise do desempenho desses sistemas (FERRAZ, 2008), quando levada em consideração a relevância da problemática estudada.

Por esse motivo, acredita-se que a gestão dos RSU, por envolver diversos fatores (sociais, econômicos, ambientais, sanitários, culturais, políticos, tecnológicos, legais, entre outros), levanta a necessidade de ser concebida como um sistema integrado, conforme recomendado na PNRS (BRASIL, 2010), devendo ser submetida de forma sistemática e periódica a um processo de avaliação com base em um conjunto de indicadores consistentes, dinâmicos e de fácil aplicação.

O modelo desenvolvido para avaliação da gestão dos RSU na RMCG, com base na sistematização de indicadores, demonstra-se uma ferramenta importante e que pode ser adotada em inúmeras realidades municipais, uma vez que, para a sua estruturação, se buscaram formas relativas de análise dos dados, de modo que os municípios pudessem ser comparados par a par sem comprometer a relevância das informações.

Logo, a criação, a adequação e a utilização de indicadores tornam-se elementos viáveis na análise e avaliação da gestão dos RSU, tendo em vista as suas especificidades, bem como as particularidades de cada localidade, o que ressalta a necessidade de que sejam adotados indicadores condizentes com a realidade local, como forma de,

**Quadro 3 - Indicadores propostos para avaliação da gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) segundo a dimensão ambiental.**

CATEGORIA	INDICADOR	ORIGEM DOS DADOS	FONTE DE COLETA DOS DADOS	DESCRIÇÃO	FORMA DE CALCULAR	TIPO DE RELAÇÃO DO INDICADOR E JUSTIFICATIVA	UNIDADE DE MEDIDA
1. Geração de RSU	(1) Quantidade de RSU <i>per capita</i>	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana	Quantidade diária de resíduos gerados pela população urbana	Quantidade diária de resíduos gerados × 1.000 / população urbana	Minimizar	kg/hab/dia
						Quanto menor a quantidade de resíduo gerada, menores os impactos	
2. Coleta seletiva e triagem	(2) Quantidade de material coletado seletivamente ( <i>per capita</i> )	Secundários	PNSB	Quantidade de RSU passível de reaproveitamento, recuperação e/ou reciclagem	Quantidade diária de resíduos coletados seletivamente em kg / população urbana atendida	Maximizar	kg/dia
						Quanto maior a quantidade de resíduos coletados seletivamente, menores são a disposição inadequada e a geração de impactos	
	(3) População atendida com os serviços de coleta seletiva (cobertura <i>per capita</i> )	Secundários	PNSB	Número total da população atendida pelo serviço	Porcentagem da população urbana atendida ou % da área	Maximizar	%
						Quanto maior a população atendida, menor a quantidade de resíduos dispostos inadequadamente	
	(4) Existência de centros de triagem e compostagem	Secundários	PNSB	Existência de locais destinados para separação dos resíduos secos (recicláveis) e molhados (matéria orgânica)	Gestor municipal	Maximizar	Sim (1) Não (0)
Separação dos resíduos e posterior comercialização, representando ganho ambiental, econômico e social							
(5) Taxa de aproveitamento de matéria orgânica em composto orgânico	Secundários	PNSB	Taxa de aproveitamento da matéria orgânica gerada pela população urbana	Matéria orgânica encaminhada para compostagem / quantidade de matéria orgânica gerada	Maximizar	Quanto maior a taxa de conversão, maior o aproveitamento da matéria orgânica e menores os danos ambientais decorrentes da decomposição	%
3. Formas de disposição final dos RSU coletados	(6) Disposição final	Primários/ Secundários	Gestor/Atlas de Saneamento Básico (IBGE)	O aterro sanitário representa a alternativa mais adequada para a disposição final correta dos resíduos, enquanto o lixão é a forma mais degradante de disposição dos RSU. O aterro controlado é considerado como uma forma intermediária	Tendo uma única forma de disposição dos RSU, em caso de mais de uma alternativa, é calculada a % da área atendida para esse tipo de disposição	Maximizar	Aterro sanitário (1) Aterro controlado (0,5) Lixão (0)
						Quanto maior a presença de aterros sanitários, em detrimento das outras formas de disposição final, menor o impacto resultante da disposição inadequada dos RSU ao meio ambiente e à população	
(7) Recuperação das áreas de lixões	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana	Recuperação das áreas de antigos lixões existentes no município	Informações disponibilizadas pelo gestor municipal	Maximizar	Quanto maior a recuperação das áreas dos antigos lixões, menores os danos ao ambiente	Sim (1) Não (0)

RSU: resíduos sólidos urbanos; PNSB: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico; IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; hab: habitantes.

**Quadro 4 - Indicadores propostos para avaliação da gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) segundo a dimensão social.**

CATEGORIA	INDICADOR	ORIGEM DOS DADOS	FONTE DE COLETA DOS DADOS	DESCRIÇÃO	FORMA DE CALCULAR	TIPO DE RELAÇÃO DO INDICADOR E JUSTIFICATIVA	UNIDADE DE MEDIÇÃO
4. Dados demográficos	(8) Fração da população municipal atendida com coleta de resíduos	Secundários	Censo demográfico (IBGE)	Porcentagem da população municipal atendida pela coleta de resíduos	População atendida / população total do município	Maximizar Quanto maior a população municipal atendida, maior a eficiência da gestão nesse setor (coleta)	%
	(9) Taxa de urbanização da população atendida pela coleta de resíduos	Secundários	Censo demográfico (IBGE)	População urbana atendida pelo serviço de coleta de resíduos	População urbana atendida / população urbana total do município × 100.	Maximizar Taxa que representa a população urbana beneficiada pelo serviço de coleta	%
5. Saúde pública	(10) Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado/aos resíduos	Secundários	DATASUS	Internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado/resíduos	Número de internações hospitalares por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado × 100 / população total do município	Minimizar Quanto menor a porcentagem de população contaminada por esse tipo de doença, melhores as condições de saneamento ambiental	%
6. Inclusão social de catadores de material recicláveis	(11) Existência de catadores no lixão	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana/ Secretaria de Serviço Social/ observação <i>in loco</i>	Existência de catadores no ambiente do lixão municipal, assim como a quantidade de pessoas que realizam a atividade de catação dos recicláveis	Dados informados pelo gestor municipal ou setor responsável pelo cadastramento e monitoramento da presença dos catadores na área do lixão municipal ou observação <i>in loco</i>	Minimizar Quanto menor a presença de catadores nos lixões, menor o impacto social, podendo este ser refletido pelas condições insalubres às quais os catadores estão expostos	Sim (0) Não (1)
	(12) Existência de catadores nas ruas	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana/ Secretaria de Serviço Social/ observação <i>in loco</i>	Existência de catadores nas ruas da cidade, assim como a quantidade de pessoas que realizam a atividade de catação dos recicláveis	Dados informados pelo gestor municipal ou setor responsável, podendo ainda ser mensurados indiretamente com a observação de catadores nas ruas	Minimizar Quanto menor a presença de catadores nas ruas, menor a exposição destes às condições insalubres de trabalho	Sim (0) Não (1)
	(13) Existência de cursos de capacitação para os catadores	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana/ Secretaria de Serviço Social	Participação e aceitação dos catadores nos cursos de capacitação disponibilizados	Dados informados pelo gestor municipal ou setor responsável	Maximizar Quanto maior a capacitação dos catadores, maiores a valorização dessa nova categoria de trabalho e o consequente fortalecimento	Sim (1) Não (0)
	(14) Existência de cooperativas e associações de catadores	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana/ Secretaria de Serviço Social	Verificação da aceitabilidade da categoria do processo organizativo e sua efetiva participação	Dados informados pelo gestor municipal ou setor responsável / número total de catadores	Maximizar Quanto maior o número de catadores cooperados, maior é o fortalecimento da categoria	Sim (1) Não (0)
	(15) Parceria do poder público e catadores na separação dos resíduos com a existência de um cadastro de catadores	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana/ Secretaria de Serviço Social	Investimentos do poder público relacionados à atividade de catação dos recicláveis	Dados informados pelo gestor municipal ou setor responsável	Maximizar Quanto maior o número de parcerias, maiores a inclusão social dos catadores e a consequente valorização da categoria	Sim (1) Não (0)

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; DATASUS: Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde.

**Quadro 5 - Indicadores propostos para avaliação da gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) segundo a dimensão técnico-operacional.**

CATEGORIA	INDICADOR	ORIGEM DOS DADOS	FONTE DE COLETA DOS DADOS	DESCRIÇÃO	FORMA DE CALCULAR	TIPO DE RELAÇÃO DO INDICADOR E JUSTIFICATIVA	UNIDADE DE MEDIDA
7. Sistema de coleta e transporte dos RSU	(16) Taxa de cobertura do serviço de coleta de RSU no município (1)	Primários e Secundários	Censo demográfico (IBGE)	Parcela da população atendida pelos serviços de coleta dos RSU	Razão entre a população atendida com coleta convencional sobre população urbana $\times 100$	Maximizar Quanto maior a cobertura dos serviços de coleta, maior a população atendida e menores os impactos	% da área da cidade
	(17) Frequência da coleta de RSU no município (2)	Primários e Secundários	PNSB	Intervalo de tempo em que a coleta de RSU é realizada	Média ponderada: somatório da área atendida $\times$ frequência / somatório da área total	Maximizar Quanto maior a frequência da coleta dos resíduos, menores a exposição e disposição no meio ambiente	Dias/semana
	(18) Quantidade de transportes utilizados na coleta dos RSU ( <i>per capita</i> )	Secundários	PNSB	Número de transportes disponíveis para o serviço de coleta dos RSU	Informações disponibilizadas pelo gestor ou responsável pelo setor de limpeza urbana	Minimizar Quanto menor a quantidade de transporte, menores os custos com manutenção e maior a eficiência no que se refere à sua utilização	Unidades/população urbana
	(19) Adequação dos transportes utilizados na coleta dos RSU à NBR13.221/2003	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana/ observação <i>in loco</i>	Verificação dos transportes utilizados quanto às normas específicas para esse fim	Observações <i>in loco</i> nos municípios, levando em consideração os veículos disponibilizados para o transporte dos RSU e a NBR 13.221/2003	Maximizar Quanto maior a adequação dos transportes, maior a eficiência dos serviços prestados e menor o risco de impactos ambientais	Adequado (1) Parcialmente adequado (0,5) Inadequados (0)
8. Infraestrutura e operação do aterro sanitário	(20) Licenciamento ambiental	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana	Aprovação ou não da obra por um órgão regulador do meio ambiente	Informações disponibilizadas pelo setor responsável / consulta ao órgão regulador (SUDEMA)	Maximizar A existência do licenciamento sugere que a obra está em conformidade com as normas vigentes para sua execução	Sim (1) Não (0)
	(21) Local e condições do aterro	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana/ observação <i>in loco</i>	Condições do local em que os resíduos estão sendo dispostos	Informações disponibilizadas pelo setor responsável, observações <i>in loco</i> , tomando por base a NBR 8419 (ABNT, 1992)	Maximizar Quanto melhores as condições do local do aterro, menor será o seu impacto no meio ambiente	Adequado (1) Parcialmente adequado (0,5) Inadequados (0)
	(22) Infraestrutura implantada no aterro	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana/ observação <i>in loco</i>	Funcionamento do aterro conforme as normas existentes para esse tipo de obra	Informações disponibilizadas pelo setor responsável, observações <i>in loco</i> , tomando por base a NBR 8419 (ABNT, 1992)	Maximizar Quanto melhor a infraestrutura do local do aterro, menor será o seu impacto no meio ambiente	Adequado (1) Parcialmente adequado (0,5) Inadequados (0)
	(23) Condições operacionais do aterro	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana/ observação <i>in loco</i>	Condições necessárias do local para funcionamento	Informações disponibilizadas pelo setor responsável, observações <i>in loco</i> , tomando por base a NBR 8419 (ABNT, 1992)	Maximizar Quanto melhores as condições operacionais do aterro, melhor será a sua eficiência	Adequado (1) Parcialmente adequado (0,5) Inadequados (0)

Continua..

Quadro 5 - Continuação.

CATEGORIA	INDICADOR	ORIGEM DOS DADOS	FONTE DE COLETA DOS DADOS	DESCRIÇÃO	FORMA DE CALCULAR	TIPO DE RELAÇÃO DO INDICADOR E JUSTIFICATIVA	UNIDADE DE MEDIDA
9. Execução da gestão de RSU	(24) Existência de ações fiscalizatórias relacionadas à gestão dos RSU promovidas pelo poder público municipal	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana	Existência de fiscalização das ações relacionadas à gestão dos RSU	Informações disponibilizadas pelo setor responsável pela gestão dos RSU	Maximizar	Sim (1) Não (0)
						Quanto maior o número de ações fiscalizatórias, maior a eficiência dos serviços prestados à municipalidade e menores os impactos decorrentes da gestão inadequada	
9. Execução da gestão de RSU (continuação)	(25) Existência do Plano Municipal de RSU	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana	Normas e diretrizes referentes à gestão dos RSU, levando em consideração as especificidades locais, sendo este item obrigatório para todos os municípios, conforme a lei 12.305/2010	Informações disponibilizadas pelo gestor municipal ou pelo setor responsável pela gestão dos RSU	Maximizar	Sim, existe um plano (1) Está em fase de elaboração (0,5) Não existe um plano (0)
						A existência de um plano de gestão dos RSU contribui para mais eficiência da gestão, adequando esta ao que estabelece a Lei nº 12.305/2010, devendo esse plano ter estado pronto para execução até o mês de agosto de 2012	
9. Execução da gestão de RSU (continuação)	(26) Existência de uma legislação específica para a gestão dos RSU no município	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana	Existência de leis específicas para as especificidades e demandas locais	Informações disponibilizadas pelo gestor municipal ou setor responsável pela gestão dos RSU	Maximizar	Sim (1) Não (0)
						A existência de uma legislação municipal reflete numa tomada de consciência do poder público local no que se refere à gestão dos RSU	
10. Controle de pessoal	(27) Rentabilidade dos recursos humanos	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana	Eficiência de coleta por funcionário (público e terceirizado) envolvido com o serviço de coleta e limpeza urbana do município, buscando demonstrar a eficiência do setor	Quantidade de resíduos coletados diariamente / número de funcionários envolvidos no setor	Maximizar	Tonelada de RSU coletada/ funcionário
						Quanto maior o número de toneladas de resíduos coletados por funcionário, maior a eficiência dos serviços prestados por estes à municipalidade	
	(28) Capacitação de funcionários	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana	Existência de cursos de capacitação para os funcionários envolvidos (direta ou indiretamente) com os serviços de coleta e limpeza urbana	Informações disponibilizadas pelo gestor municipal ou setor responsável pela gestão dos RSU	Maximizar	Sim (1) Não (0)
Quanto maior a oferta de cursos, maior o conhecimento relativo sobre a adequada gestão dos RSU e melhor a qualidade dos serviços prestados							
10. Controle de pessoal	(29) Utilização de EPIs	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana/ funcionários do setor/ observação <i>in loco</i>	Existência e utilização de EPIs por parte dos funcionários responsáveis pelos serviços de coleta e limpeza urbana	Informações disponibilizadas pelo setor responsável e de observações <i>in loco</i> , sendo esse item avaliado em três níveis (total, parcial e sem uso)	Maximizar	Adequado (1) Parcialmente adequado (0,5) Inadequado (0)
						Quanto maior a utilização de EPIs, menor o risco de acidentes decorrentes da atividade realizada	

Continua...

Quadro 5 - Coninuação.

CATEGORIA	INDICADOR	ORIGEM DOS DADOS	FONTE DE COLETA DOS DADOS	DESCRIÇÃO	FORMA DE CALCULAR	TIPO DE RELAÇÃO DO INDICADOR E JUSTIFICATIVA	UNIDADE DE MEDIDA
11. Democratização e acesso das informações relacionadas à gestão dos RSU	(30) Existência de informações sobre a gestão dos RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população em meio digital	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana/ assessoria de imprensa e pesquisa nos sites das prefeituras	Existência de algum canal em meio digital para a disponibilização das ações referentes à gestão dos RSU por parte da prefeitura e a consequente divulgação para o conhecimento da população	Informações disponibilizadas pelo gestor municipal ou pelo setor responsável pela gestão dos RSU e observação nos sites das prefeituras	Maximizar	Sim (1) Não (0)
						Quanto maiores a disponibilidade de informações referentes à gestão dos RSU e a sua consequente divulgação, maiores o acesso da população a tais informações e o grau de conhecimento	
11. Democratização e acesso das informações relacionadas à gestão dos RSU (continuação)	(31) Existência de um canal de reclamações	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana/ observação <i>in loco</i>	Existência de um canal para reclamações da população no que se refere à gestão dos RSU	Informações disponibilizadas pelos gestores	Maximizar	Sim (1) Não (0)
						Reflete o acesso da população aos serviços de gestão dos RSU e mais eficiência	
	(32) Qualidade dos serviços	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana	Número de reclamações sobre o serviço por parte da população atendida	Informações disponibilizadas pelos gestores	Minimizar	Nº registros/10 mil habitantes
	(33) Solicitações de serviço atendidas (eficiência)	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana	Resolução das solicitações realizadas pela população	Razão entre o número de solicitações atendidas e número de ocorrência observadas × 100	Maximizar	Nenhuma (0) De 1 a 25% (0,25) De 26 a 50% (0,5) De 51 a 75% (0,75) De 76 a 100% (1,0)
						Quanto maior o atendimento das solicitações, maior a eficiência do serviço prestado	
12. Programas de Educação Ambiental	(34) Educação ambiental nas escolas	Primários	Gestor/ Secretaria de Educação ou Meio Ambiente	Número de escolas que possuem um PGIRS e desenvolvem ações de coleta seletiva	Informações disponibilizadas pelos gestores	Maximizar	Nenhuma (0) De 1 a 25% (0,25) De 26 a 50% (0,5) De 51 a 75% (0,75) De 76 a 100% (1,0)
						Quanto maior o número de escolas envolvidas nesses programas, maiores a taxa de reaproveitamento de resíduos e o desenvolvimento da consciência ambiental	
	(35) Sensibilização ambiental	Primários	Gestor/ Secretaria de Educação ou Meio Ambiente	Desenvolvimento de campanhas em prol do meio ambiente, assim como a frequência com que acontecem	Informações disponibilizadas pelos gestores	Maximizar	Sim (1) Não (0)
						Quanto maiores o número de campanhas e a continuidade delas, maiores a sensibilização e conscientização da população em relação às causas ambientais	

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; PNSB: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico; EPI: equipamento de proteção individual; PGIRS: Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos; NBR: Norma Brasileira; SUDEMA: Superintendência de Administração do Meio Ambiente.

**Quadro 6 - Indicadores propostos para avaliação da gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) segundo a dimensão econômico-financeira.**

CATEGORIA	INDICADOR	ORIGEM DOS DADOS	FONTE DE COLETA DOS DADOS	DESCRIÇÃO	FORMA DE CALCULAR	TIPO DE RELAÇÃO DO INDICADOR E JUSTIFICATIVA	UNIDADE DE
13. Custos	(36) Eficiência financeira	Primários/ secundários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana	Custos do município com o pagamento dos funcionários encarregados pelo serviço de coleta, limpeza urbana e gestão dos RSU (públicos e terceirizados)	Razão entre o valor pago ao pessoal encarregado pela gestão de resíduos / população urbana	Minimizar Quanto menor o custo com pagamento ao pessoal encarregado, em razão da quantidade de resíduos coletada, maior a eficiência dos custos com a gestão	R\$/tonelada
	(37) Transporte de coleta seletiva e/ou coleta convencional	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana	Gastos municipais com transportes para o serviço de coleta dos RSU	Razão entre os custos com o transporte da coleta / quantidade de resíduos coletada	Minimizar A minimização dos custos de transporte justifica-se pela necessidade de otimização dos serviços prestados para a municipalidade	R\$/tonelada de resíduos coletada
	(38) Disposição final (aterro sanitário)	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana	Valor pago pelo município para a disposição final dos RSU em aterros (sanitários ou controlados)	Razão entre o valor pago para dispor os resíduos / quantidade de resíduos coletada	Minimizar Os gastos com a disposição final dos RSU normalmente estão diretamente ligados com a quantidade coletada. Reduzir o montante pago para esse serviço pode relacionar-se diretamente com a diminuição do volume de resíduos coletado	R\$/ tonelada de resíduos coletada
	(39) Recuperação de área degradadas com RSU	Primários	Gestor/ Departamento de limpeza urbana	Montante destinado para recuperação ambiental decorrente dos RSU	Razão entre o valor destinado para recuperação de áreas degradadas / quantidade de resíduos coletada	Maximizar A recuperação de áreas degradadas por RSU repercute em melhoria das condições sanitárias e ambientais, o que reflete diretamente na melhoria da qualidade de vida da população	R\$/tonelada de resíduos coletada
14. Arrecadação	(40) Cobrança dos usuários pelo serviço de coleta e limpeza urbana	Secundários	PNSB	Forma pela qual o município arrecada verbas para o financiamento das ações referentes à coleta e limpeza urbana	Informações disponibilizadas pelos gestores	Maximizar A existência de uma taxa de cobrança pelos serviços de gestão dos resíduos reflete em maiores investimentos no setor e melhor atendimento por parte da população	Sim (1) Não (0)
	(41) FPM	Secundários	Tribunal de Contas do Estado (Sagres/PB)	Valor oriundo do FPM destinado para o setor de limpeza urbana, incluindo a gestão dos RSU	Razão entre o valor total do FPM e o número total de habitantes do município	Maximizar Quanto maiores os custos destinados à gestão dos resíduos, maiores tendem a ser a eficiência e a qualidade dos serviços prestados	R\$/ número de habitantes
	(42) Revenda dos materiais recicláveis e do composto orgânico	Secundários	PNSB	Valores arrecadados pelos municípios que realizam algum tipo de beneficiamento dos RSU, a exemplo da reciclagem e compostagem	Razão entre o valor total da revenda do material / quantidade de quilos	Maximizar Quanto maior a arrecadação decorrente do reaproveitamento dos RSU, maior a inclusão social dos catadores por meio da coleta seletiva e menor a disposição dos RSU no meio ambiente	R\$/kg

FPM: Fundo de Participação Municipal; PNSB: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.

com base nos resultados, buscar melhorias no sistema, de modo a torná-lo mais eficiente no que se refere ao desempenho, à eficiência e à sustentabilidade da gestão. Todavia, o uso e a aplicação de

modelos requerem atenção, procurando aquele que melhor se adapte à realidade estudada, como forma de obter os resultados adequados para os fins estabelecidos.

## REFERÊNCIAS

- ASSIS, C.M. (2012) *Avaliação da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos em municípios da região metropolitana de Belo Horizonte*. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). (1992) *NBR 8419: Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos - procedimentos*. Rio de Janeiro: ABNT.
- BECK, C.G.; ARAÚJO, A.G.; CÂNDIDO, G.A. (2009) Problemática dos resíduos sólidos urbanos do município de João Pessoa: aplicação do modelo P-E-R. *Qu@litas Revista Eletrônica*, v. 8, n. 3.
- BESEN, G.R. (2011) *Coleta seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade*. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BESEN, G.R.; RIBEIRO, H. (2010) Construção participativa de indicadores de sustentabilidade da coleta seletiva. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANNPAS, 5., 2010. *Anais...* Florianópolis.
- BRAGA, T.M.; FREITAS, A.P.G.; DUARTE, G.S.; SOUSA, J.C. (2004) Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 11-33. Disponível em: <<http://revistas.face.ufmg.br/index.php/novaeconomia/article/view/435/434>>. Acesso em: 20 jul. 2013.
- BRASIL. Governo Federal. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. (2012) *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS/2011*. Brasília. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 30 abr. 2012.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde, DATASUS. Brasil. 2009. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php>. Acesso em: 21/04/2018.
- \_\_\_\_\_. Presidência da República. Casa Civil. (2010) *Lei nº 12.305*, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 03 out. 2010.
- BRINGHENTI, J.R. (2004) *Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: aspectos operacionais e da participação da população*. Tese (Doutorado) - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- DANTAS, E.R.B. (2013) *Análise do processor de implementação e operação do aterro sanitário no município de Puxinanã-PB utilizando o sistema de indicador de sustentabilidade pressão-estado-impacto-resposta (P-E-I-R)*. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- DANTAS, K.M.C. (2008) *Proposição e avaliação de sistemas de gestão ambiental integrada de resíduos sólidos através de indicadores em municípios do Estado do Rio de Janeiro*. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- DEUS, A.B.S. (2000) *Gerenciamento de serviços de limpeza urbana: avaliação por indicadores e índices*. Tese (Doutorado) - Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- DEUS, A.B.S.; LUCA, S.J.; CLARKE, R.T. (2004) Índice de impacto dos resíduos sólidos urbanos na saúde pública (IIRSP): metodologia e aplicação. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 9, n. 4, p. 329-334. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522004000400010>
- FARIA, F.S. (2002) *Índice de qualidade de aterros de resíduos urbanos*. 355f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- FERRAZ, J.L. (2008) *Modelo para avaliação da gestão municipal integrada de resíduos sólidos urbanos*. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Mecânica Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Rio de Janeiro, 2010
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2012) Estudos e Pesquisas. Informação Geográfica número 9. *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável*. Brasil 2012. Rio de Janeiro: IBGE.
- JACOBI, P.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos na Região Metropolitana de São Paulo: avanços e desafios. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, Fundação Seade, v. 20, n. 2, p.90-104, abr./jun. 2006. Disponível em: [http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v20n02/v20n02\\_07.pdf](http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v20n02/v20n02_07.pdf). Acesso: 21/04/2018.
- LIMA, R.M.S.R. (2006) *Implantação de um programa de coleta seletiva porta a porta com a inclusão de catadores*. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

- LOUREIRO, S.M. (2005) *Índice de Qualidade no sistema da Gestão ambiental em aterros de resíduos sólidos urbanos - IQS*. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- MILANEZ, B. (2002) *Resíduos sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação*. 206f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- MILANEZ, B.; TEIXEIRA, B.A.N. (2001) Contextualização de princípios de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, 21., 2001. *Anais...* João Pessoa.
- MILANEZ, B.; TEIXEIRA, B.A.N. (2003) Proposta de método de avaliação de indicadores de sustentabilidade para gestão de resíduos sólidos urbanos. *In: FRANKENBERG, C.L.C.; RAYARODRIGUEZ, M.T.; CANTELLI, M. (Coords.). Gestão ambiental urbana e industrial*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p. 272-283.
- MUELLER, C.; TORRES, M.; MORAIS, M. (1997) *Referencial básico para a construção de um sistema de indicadores urbanos*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).
- POLAZ, C.N.M. (2008) *Indicadores de sustentabilidade para gestão de resíduos sólidos urbanos*. 188f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- PNSB, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Rio de Janeiro, 2010
- POLAZ, C.N.M.; TEIXEIRA, B.A.N. (2007) Utilização de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos no município de São Carlos (SP). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, 24., 2007, Belo Horizonte. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES. CD-ROM.
- POLAZ, C.N.M.; TEIXEIRA, B.A.N. (2008) Indicadores de sustentabilidade como ferramenta para a gestão municipal de resíduos sólidos. *In: ENCONTRO NACIONAL DA ANNPAS*, 4., 2008. *Anais...* Brasília.
- POLAZ, C.N.M.; TEIXEIRA, B.A.N. (2009) Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 14, n. 3, p. 411-420. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522009000300015>
- SÁ, F.A.P.; RODRÍGUEZ, C.R.R. (2001) *Indicadores para el gerenciamento del servicio de limpieza pública*. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- SACHS, I. (1986) *Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir*. São Paulo: Vértice.
- SALLES, M.P.M. (2003) *Diagnóstico e avaliação por indicadores e índices dos serviços de limpeza urbana no estado de Mato Grosso do Sul*. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Campo Grande.
- SANTIAGO, L.S.; DIAS, S.M.F. (2012) Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 17, n. 2, p. 203-212. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522012000200010>
- SANTOS, A.L.F.; HARAGUCHI, M.T.; LEITÃO, G.C. (2012) Índice de qualidade de aterro de resíduos (IQR), como subsídio para avaliar o sistema de disposição final do município de Anápolis-GO. *Scientia Plena*, v. 8, n. 10.
- SIENA, O. (2002) *Método para avaliar progresso em direção ao desenvolvimento sustentável*. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- SILVEIRA, R.C.E. (2008) *Gestão consorciada de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte: uma contribuição para a sustentabilidade nas relações socioambientais*. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- UGALDE, J.C. (2010) *Aplicação de indicadores de sustentabilidade para avaliar a gestão de resíduos sólidos urbanos em Porto Velho/RO*. 135f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Núcleo de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). (2004) *The Vital Waste Graphics*. Disponível em: <[www.vitalgraphics.net](http://www.vitalgraphics.net)>. Acesso em: 15 ago. 2008.
- VIEIRA, J.E.G. (2006) *Modelo de avaliação de impactos socioambientais de programas de saneamento ambiental: avaliação da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos*. 360f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.