

Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos

Matrix of sustainability indicators for the urban solid waste management

Leila Santos Santiago

Bióloga. Especialista em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) – Feira de Santana (BA), Brasil.

Sandra Maria Furiam Dias

Engenheira Civil. Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Porto Alegre (RS), Brasil. Doutora em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo (SP), Brasil. Professora Titular do Departamento de Tecnologia da UEFS – Feira de Santana (BA), Brasil.

Resumo

O artigo apresenta uma matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos e a forma de sua construção. A construção foi realizada baseando-se em informações adquiridas em referências nacionais e internacionais. Os indicadores foram organizados em uma matriz preliminar, a qual passou por um processo de validação externa, com especialistas, por meio do método Delphi. Para a realização deste método foram necessárias duas rodadas. A matriz final possui 6 dimensões de sustentabilidade: política, tecnológica, econômica/financeira, ambiental/ecológica, conhecimento e inclusão social, contemplando 42 indicadores e 126 descritores. A matriz elaborada poderá ser utilizada como instrumento de avaliação e planejamento da gestão dos resíduos sólidos em municípios.

Palavras-chave: resíduos sólidos urbanos; gestão; indicadores de sustentabilidade.

Abstract

This paper presents a matrix of Sustainability Indicators for the Urban Solid Waste Management and the way of its construction. The construction was performed based on information acquired in national and international references. The indicators were organized into a primary matrix, which has gone an external validation process, with experts through the Delphi method. To perform this method two rounds were necessary. The final matrix has 6 dimensions of sustainability: politics, technology, economic/financial, environmental/ecological, knowledge and social inclusion, comprising 42 indicators, 126 descriptors. The matrix produced can be used as a tool for evaluation and planning of the solid waste management in municipalities.

Keywords: urban solid waste; management; sustainability indicators.

Introdução

A intensa geração de resíduos sólidos urbanos é um dos grandes problemas ambientais na atualidade. A gestão desses resíduos tem sido foco da preocupação de pesquisadores das mais diversas áreas de estudo, além de se tornar um dos grandes desafios para as cidades ao longo das próximas décadas.

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) englobam os resíduos provenientes de atividades domésticas em residências e os resíduos da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas, além de

outros serviços de limpeza urbana. Esses resíduos sofreram alterações quantitativas e qualitativas ao longo do tempo, contudo sua gestão não acompanha a evolução das tecnologias de produção (DIAS, 2009; STRAUCH, 2008).

Assim, as consequências e os impactos decorrentes desse fato são significativos tanto no meio ambiente quanto na saúde pública. Conforme a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008 (BRASIL, 2010a), apenas 27,7% dos municípios brasileiros dispõem seus resíduos em aterro sanitário e 7% dos municípios tem programas de coleta seletiva.

Conforme Agamuthu, Khidzir e Fausiah (2009), uma política de gestão de resíduos só pode ser considerada eficaz quando os resíduos são geridos de forma consistente, isto porque a gestão dos RSU (GRSU) é complexa. Deve contemplar questões relacionadas ao ciclo de vida do produto, ou seja, a minimização do uso dos recursos da natureza e a não geração dos resíduos. Isso pode ser atingido com o combate ao desperdício, o incentivo à minimização e também pela coleta seletiva, visando à salubridade local pela eficiência na prestação dos serviços.

Esta complexidade da gestão exige a intersetorialidade, ou seja, o envolvimento das diversas secretarias municipais, como a de Meio Ambiente, de Educação, de Assistência Social, entre outras, além de necessitar de uma constante fiscalização dos serviços prestados e é dependente da disponibilidade de recursos financeiros.

A solução pode estar no desenvolvimento de modelos integrados e sustentáveis que considerem desde o momento da geração dos resíduos, a maximização de seu reaproveitamento e reciclagem, até o processo de tratamento e disposição final, ou seja, a gestão integrada e sustentável de RSU (DIAS, 2003).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010c), a gestão integrada de resíduos sólidos é caracterizada como o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para esses resíduos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

Esta gestão deve ser constantemente avaliada. Neste caso, os indicadores de sustentabilidade para a GRSU tornam-se instrumentos importantes para que os gestores públicos possam avaliar e monitorar a sustentabilidade ambiental e planejar estratégias que favoreçam a melhoria na qualidade de vida da população.

Conforme Borja e Moraes (2001), Veleza *et al.* (2001) e Rametsteiner *et al.* (2011), os indicadores são ferramentas importantes para a comunicação de informações estatísticas, científicas e técnicas produzidas por diferentes órgãos e instituições públicas e privadas, para a população. São normalmente medidas numéricas que têm a função de estruturar e dar informações sobre questões-chave e suas tendências consideradas relevantes para o desenvolvimento sustentável.

Segundo Bertoline (2008), Bringhenti *et al.* (2003) e Milanez, (2002), os indicadores devem ser facilmente compreensíveis e seu método de cálculo deve ser relativamente simples permitindo comparações entre o que está sendo avaliado. Para estes autores, os indicadores geralmente são utilizados com propósito de se conhecer adequadamente uma situação existente, tomar decisões e monitorar sua evolução.

Para Philippi Jr., Malheiros e Aguiar (2005) e Miranda e Teixeira (2004), a função de um indicador é 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, devem propor dados de forma a possibilitar análises e avaliações da transformação do meio físico e social, buscando a elaboração e formulação de políticas e ações urbanas.

A escolha dos indicadores não é uma tarefa fácil. Devido à complexidade dos assuntos que abordam, normalmente é necessária uma lista ampla e abrangente de indicadores que tenha relação com as atividades da sociedade relacionadas com o objeto de estudo. De forma geral, os indicadores tentam integrar as diferentes dimensões da sustentabilidade tornando possível, por meio de sua interpretação, a análise da real situação e perspectivas da comunidade (MILANEZ, 2002).

Miranda e Teixeira (2004) informam que para avaliar a sustentabilidade em um determinado local é preciso a reunião de diferentes informações que possam traduzir o grau que se encontra. Para tanto, os indicadores são importantes ferramentas de avaliação, desde que seja possível relacioná-los aos conceitos e princípios de sustentabilidade.

Diante da importância dos indicadores de sustentabilidade para a GRSU foi realizada uma pesquisa bibliográfica, a respeito do assunto em trabalhos desenvolvidos nos últimos dez anos. Dentre os estudos analisados encontram-se o de Milanez (2002), o de Bossel *apud* Milanez (2002), Borja e Moraes (2003), Dias (2003), Günther *et al.* (2007), Polaz e Teixeira (2007), Bringhenti *et al.* (2007), Bertoline (2008) e Dias (2009).

As dimensões da sustentabilidade utilizadas para englobar os indicadores de sustentabilidade da GRSU neste trabalho foram em número de seis, conforme Pereira (2010), Moraes e Borja (2010), Santiago e Dias (2010), Furiam e Günther (2006) e Dias (2003) a saber:

1. Dimensão política: está relacionada com a adoção de atos regulatórios/normativos em políticas de gestão de resíduos sólidos uma vez que tais atos ou normas norteiam e definem diretrizes e arranjos institucionais em conformidade com as orientações internacionais e nacionais, em atenção às demandas locais para o gerenciamento de resíduos.
2. Dimensão tecnológica: consiste na utilização de tecnologias limpas e apropriadas de processamento de resíduos de acordo com o contexto socioeconômico, cultural e ambiental local. As tecnologias apropriadas devem buscar privilegiar a não produção de mercadorias que não possam retornar ao processo produtivo, o controle na geração, a minimização, o reuso e a reciclagem dos resíduos sólidos.
3. Dimensão econômica/financeira: se caracteriza pela ação preventiva no sentido de evitar as possibilidades de danos ou riscos ambientais. Está relacionada com a fonte, a destinação e a administração correta dos recursos financeiros disponibilizados para a manutenção da GRSU. O Decreto nº 7.217/2010, em seu artigo 46, institui taxas e outros preços públicos para os serviços públicos de saneamento básico (BRASIL, 2010b).

4. Dimensão ecológica/ambiental: consiste na limitação do uso dos recursos naturais não renováveis, na preservação da capacidade de autodepuração dos ecossistemas, encaminhamento de rejeitos para os aterros, na minimização da geração, no reaproveitamento, reciclagem e tratamento de resíduos antes da sua disposição final.
5. Dimensão do conhecimento (educação ambiental e mobilização social): destaca-se por envolver todos os aspectos relacionados à problemática dos resíduos sólidos e por ocupar sempre a posição de base para todos os demais princípios. Envolve também as informações trocadas com a comunidade e a sensibilização dessas pessoas frente aos problemas relacionados à GRSU.
6. Dimensão da inclusão social: permite a inclusão de alguns atores sociais, a exemplo de catadores de materiais recicláveis, desde que lhes garantam condições dignas de trabalho e de educação, contribuindo, desta forma, para o estímulo à cidadania, à redução da pobreza e geração de emprego.

Nesse sentido, o presente artigo teve como objetivo geral formular uma matriz de indicadores de sustentabilidade aplicável na GRSU.

Metodologia

Iniciou-se a pesquisa com o levantamento bibliográfico de indicadores de sustentabilidade utilizados para avaliar a GRSU. A quantidade de indicadores encontrada na literatura foi significativa. Objetivando reduzir este número para não tornar a matriz extensa, e também facilitar a análise, consideraram-se indicadores semelhantes como apenas um indicador. Além disso, optou-se por agrupar os indicadores conforme as dimensões de sustentabilidade específicas.

As dimensões da sustentabilidade consideradas são aquelas citadas anteriormente. A matriz preliminar foi composta por 6 dimensões de sustentabilidade, perguntas-chave, 42 indicadores, 3 descritores para cada indicador totalizando 126 espaços para os especialistas consultados escolherem a nota do indicador e o peso das dimensões. Os parâmetros que compõem a matriz preliminar de indicadores de sustentabilidade para a GRSU são: dimensão de sustentabilidade, perguntas-chave, indicador, descritor, nota e peso.

A matriz de indicadores preliminarmente elaborada passou por um processo de validação externa para verificar a capacidade de mensurar, de forma quantitativa, a GRSU. Para isso, foi utilizado o método Delphi.

O método Delphi baseia-se no uso estruturado do conhecimento, da experiência e da criatividade de um painel de especialistas, pressupondo-se que o julgamento coletivo, quando organizado adequadamente, é melhor que a opinião de um só indivíduo. Um dos objetivos da técnica é buscar um consenso de opiniões entre os especialistas (WRIGHT; GIOVINAZZO, 2000). Além disso, Minayo (2009) afirma

que esta etapa do trabalho tem a finalidade de refinar, adequar e dar qualidade ao que foi construído pelo pesquisador.

A quantidade de vezes que o questionário é enviado aos especialistas sucede até que seja atingido o grau satisfatório de consensualidade (WRIGHT; GIOVINAZZO, 2000).

Para a composição do painel considerou-se como especialista, pessoas com conhecimento e experiência nos assuntos relacionados à GRSU. Esta seleção foi realizada baseando-se na busca de pesquisadores na Plataforma *Lattes*. A partir do momento que as buscas não mais indicavam informações necessárias, finalizou-se a amostra totalizando 59 especialistas.

O número de especialistas que faz parte do método Delphi, pode variar bastante, observando-se um mínimo de três e até acima de uma centena (WRIGHT; GIOVINAZZO, 2000). As validações de conteúdo trabalham com a obtenção de opiniões convergentes dos pesquisadores, ou seja, objetiva o consenso do grupo. Salmond (1994) *apud* Silva (2005) realizou uma breve revisão de literatura e mostrou que os níveis de consenso podem variar de 50 a 80%. Optou-se, neste estudo, em utilizar o nível de consenso igual ou superior a 50% para cada descritor. Nos casos em que não alcançou este índice, tornou-se necessária a realização da segunda rodada do método Delphi.

A primeira rodada foi iniciada com o envio da carta convite com informação sobre o objetivo do estudo, termo de consentimento livre e esclarecido e matriz preliminar de indicadores de sustentabilidade, por meio de correio eletrônico, para os 59 especialistas selecionados. Neste momento, o especialista pôde auxiliar tanto na elaboração de novos descritores para a construção da matriz final, quanto no estabelecimento de notas para os descritores e pesos para as dimensões.

A segunda rodada foi iniciada logo após o término da primeira, com o envio da matriz, também por meio de correio eletrônico, constando somente os indicadores que não obtiveram consenso. Participaram desta etapa os especialistas que responderam a primeira rodada.

Resultados

A matriz final de indicadores de sustentabilidade está apresentada nos Quadros 1–6, de acordo com as dimensões consideradas no estudo, obtida após a validação pelos especialistas. Nota-se que na matriz final os pesos não estão presentes, pois os mesmos foram desconsiderados a partir do momento que apresentaram valores iguais. Isto indica que os especialistas não consideraram a existência de dimensão com grau de importância maior que a outra.

Discussão

Considerou-se como amostra para a realização deste trabalho, o universo de 55 especialistas, pois 5 e-mails retornaram. Desses, apenas 27,3% responderam a matriz. Vimieiro e Lange (2009), utilizando o método Delphiem sua pesquisa, obtiveram 47,6% de retorno

Quadro 1 – Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos, segundo a dimensão política.

Dimensão	Pergunta-chave	Indicador	Descritor	Nota
1 – Política	Está em consonância com a Política Federal de Saneamento Básico?	(I1a) Intersetorialidade ¹	No mínimo três secretarias municipais	5
			Duas secretarias municipais	3
			Somente uma secretaria municipal	1
		(I1b) Universalidade ²	75 a 100%	5
			30 a 75%	3
			<30%	1
		(I1c) Integralidade dos serviços de saneamento básico ³	Água/esgoto/resíduos sólidos/drenagem	5
			Dois a três serviços de saneamento	3
			Só abastecimento de água	1
	Está em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos?	(I1d) Possui um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	Sim	5
			Em processo de conclusão do plano	3
			Não possui	0
		(I1e) Apresenta fiscalização dos serviços de limpeza pública ⁴	Em todo o município	5
			Apenas no centro da cidade sede	2
Não possui			0	
SUBTOTAL MÁXIMO				25

^{1,2,3}Valores propostos por Dias (2009); ⁴adaptado de Santos e Moraes (2010) e Brasil (2010).

Quadro 2 – Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos, segundo a dimensão tecnológica.

Dimensão	Pergunta-chave	Indicador	Descritor	Nota
2 – Tecnológica	Observa os princípios da tecnologia apropriada?	(I2a) Utiliza mão de obra local ¹	Em todas as fases do gerenciamento de resíduos sólidos	5
			Coleta e administração	3
			Apenas na coleta	1
		(I2b) Manutenção dos equipamentos realizada localmente ²	Em todas as fases do gestão de resíduos sólidos	5
			Apenas transporte	2
			Manutenção externa	1
		(I2c) Tecnologia de reaproveitamento com baixo consumo de energia, não atrelado a pagamento de patentes e royalties; fácil manuseio; emprega mão de obra local	Contempla todos os itens	5
			Somente baixo consumo de energia e não atrelado a pagamento de royalties e patentes	3
			Ausência	0
			(I2d) Veículo coletor específico e apropriado em termos de capacidade, tamanho para as necessidades de geração local	Sim (apenas para esta função)
		Sim (também utilizado em outras funções municipais)		2
		Ausência		0
		SUBTOTAL MÁXIMO		

^{1,2}Indicadores propostos por Dias (2009).

Quadro 3 – Matriz de Indicadores de Sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos, segundo a dimensão econômica/financeira.

Dimensão	Pergunta-chave	Indicador	Descritor	Nota
3 – Econômica/ financeira	Existe capacidade de pagamento pela população?	(I3a) Origem dos recursos para o gerenciamento de resíduos sólidos ¹	Existe taxa específica para o serviço de limpeza pública	5
			Cobrança de taxa junto com o IPTU	2
			Não existência de cobrança de taxa deste serviço	0
	A gestão dos resíduos sólidos urbanos é auto financiada?	(I3b) Percentual auto financiado do custo de coleta, tratamento e disposição final no município ²	90 a 100% financiada	5
			Entre 40 a 90% financiada	3
			<40% financiada	1
		(I3c) Percentual do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública ³	até 5%	1
			5 a 10%	3
			> 10 %	5
		(I3d) Aplicação dos recursos provenientes da coleta seletiva ⁴	Na própria manutenção da coleta seletiva	5
			Atividades socioculturais e assistenciais	3
			Outra	1
	SUBTOTAL MÁXIMO			

^{1,2}Indicadores propostos por Dias (2009); ³indicador proposto por Milanez (2002) e BRASIL (2010a); ⁴indicador proposto pelo IBGE (2010).

Quadro 4 – Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos, segundo a dimensão ambiental/ecológica.

Dimensão	Perguntas-chave	Indicador	Descritor	Nota
4 – Ambiental/ecológica	Exerce impacto ambiental mínimo?	(I4a) Eficiência de coleta ¹	91 a 100%	5
			31 a 90%	2
			<30%	1
		(I4b) Satisfação da população em relação à coleta pública (periodicidade/frequência/horário) ²	>70%	5
			30 a 70%	3
			<30%	1
		(I4c) Existência de lixeiras públicas ³	Em toda área urbana instaladas em locais de circulação de pessoas	5
			Somente no centro da cidade sede	2
			Não possui lixeira	0
		(I4d) Existência de coleta seletiva no município	Sim	5
			Em fase de implantação	3
			Não existe	0
		(I4e) Abrangência da coleta seletiva no município ⁴	Todo o município	5
			Toda área urbana do município	4
			Exclusivamente em alguns bairros da área urbana	1
	(I4f) Existência de pontos para entrega voluntária dos resíduos segregados ⁵	Atende mais de 50% da população	5	
Atende menos de 50% da população		3		
Não possui		0		
(I4g) Índice de recuperação de materiais recicláveis ⁶	Acima de 10,1%	5		
	Entre 5,1% e 10%	3		
	Até 5%	1		

Continua...

Quadro 4 – Continuação.

4 – Ambiental/ecológica	Exerce impacto ambiental mínimo?	(I4h) Recuperação de resíduo orgânico ⁷	Acima de 30%	5
			Entre 5,1% e 30%	3
			Até 5%	1
		(I4i) Geração de resíduos sólidos urbanos <i>per capita</i> (kg.habitante ⁻¹ .ano ⁻¹) ⁸	<307	5
			Entre 307 e 376	3
			>376	1
		(I4j) Aterro sanitário/controlado licenciado ⁹	Sim	5
			Em processo de licenciamento	2
			Não licenciado ou lixão	0
		(I4l) Existência de aterro para resíduos inertes (resíduos de construção e demolição)	Sim e com reaproveitamento	5
			Sim e apenas para disposição	2
			Não possui	0
		(I4m) Número de pontos de resíduos clandestinos/extensão total das vias em km ¹⁰	Nenhum	5
			0,1 a 0,4	3
			≥0,4	1
		(I4n) Há recuperação de áreas degradadas por resíduos? ¹¹	Totalmente	5
Parcialmente	3			
Ausente	0			
SUBTOTAL MÁXIMO				65

¹E=número de coletas executadas/número de coletas programadas por semana x 100; ^{2,3}indicador proposto por Dias (2009); ⁴indicador proposto por Günther *et al.* (2007), Bringhent *et al.* (2007) e Kovacs *et al.* (2010); ⁵indicador proposto por Kovacs *et al.* (2010); ⁶indicador proposto por Bringuentti *et al.* (2007), IRMR (%)=quantidade de materiais recicláveis - quantidade de rejeito/quantidade total de resíduos sólidos domiciliares e comerciais + quantidade de MR coletada x 100; ⁷indicador proposto por Dias (2009), RO(%)=quantidade de resíduo orgânico encaminhado para a compostagem x 100; ⁸indicador proposto por Dias (2009), Bossel *apud* Milanez (2002); ¹⁰indicador adaptado de Borja e Moraes (2003); ¹¹indicador proposto por Milanez (2002).

Quadro 5 – Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos, segundo a dimensão do conhecimento.

Dimensão	Pergunta-chave	Indicador	Descritor	Nota
5 – Conhecimento (educação ambiental e mobilização social)	Consonância com a Política Nacional de Educação Ambiental e Programa Nacional de Educação Ambiental? Contempla um projeto de educação ambiental de forma a promover a autonomia da população? Permite a participação de todos na tomada de decisões sobre a gestão de resíduos sólidos, ou seja, existe controle social conforme proposto pela Política Nacional de Resíduos Sólidos? A população contribui adequadamente com a coleta seletiva?	(I5a) Recursos alocados para ações de Educação Ambiental (em relação ao custo da limpeza pública) ¹	≥3%	5
			1 a 2,9%	2
			<1%	1
		(I5b) Inclusão de ações de Educação Ambiental ²	Durante o diagnóstico, concepção, implantação.	5
			Somente durante a fase de implantação	3
			Nenhuma	0
		(I5c) Capacitação contínua de agentes que atuam na área da limpeza pública ³	Presença	5
			Presença de forma esporádica	3
			Ausência	0
		(I5d) Realização de Avaliação da gestão dos RS de forma participativa ⁴	Realizada anualmente	5
			Realizada de forma esporádica	3
			Não há	0
		(I5e) Material informativo sobre o manejo dos resíduos sólidos ⁵	Construído com a comunidade local	5
			Construído pela equipe técnica	3
			Não tem	0
(I5f) Realização de eventos municipais com a temática ambiental	Eventos anuais	5		
	Esporadicamente	3		
	Ausência de eventos	0		

Continua...

Quadro 5 – Continuação.

5 – Conhecimento (educação ambiental e mobilização social)	Consonância com a Política Nacional de Educação Ambiental e Programa Nacional de Educação Ambiental? Contempla um projeto de educação ambiental de forma a promover a autonomia da população? Permite a participação de todos na tomada de decisões sobre a gestão de resíduos sólidos, ou seja, existe controle social conforme proposto pela Política Nacional de Resíduos Sólidos? A população contribui adequadamente com a coleta seletiva?	(15g) Número de parceiros (Associações, universidades, setor privado, movimentos sociais) ⁶	Duas ou mais	5
			Menos de duas;	2
			Não tem	0
		(15h) Existência de Conselhos (Saneamento, Saúde, Meio Ambiente) ⁷	Conselho de Saneamento	5
			Outro	3
			Não tem	0
		(15i) Formas de mobilização ⁸	Planejamento participativo	5
			Reuniões informativas	3
			Nenhuma	0
		(15j) Índice de rejeito IR (%) (Está relacionado com a coleta seletiva) ⁹	≤ 7%	5
			7,1 a 20%	3
			> de 21%	1
		SUBTOTAL MÁXIMO		

^{1,4,5,7,8}Indicador proposto por Dias (2009); ²indicador proposto por Dias (2009) e Kovacs *et al.* (2010); ³indicador proposto por Kovacs *et al.* (2010); ^{6,9}indicador proposto por Günther *et al.* (2007); ⁹IR (%) = quantidade de resíduos provenientes da coleta seletiva – quantidade de materiais comercializados/quantidade de resíduos provenientes da coleta seletiva x 100.

Quadro 6 – Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos, segundo a dimensão da inclusão social.

Dimensão	Pergunta-chave	Indicador	Descritor	Nota
6 – Inclusão Social	Contempla a inserção de catadores e de artesãos de forma organizada na Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos?	(16a) Catadores organizados (cooperativas, associações) ¹	Todos organizados	5
			Parte organizado	3
			Presença de catadores na área de disposição final	0
		(16b) Renda <i>per capita</i> mensal obtida pelos catadores ²	>1 salário mínimo	5
			1 salário-mínimo	3
			<1 salário-mínimo	1
		(16c) Abrangência dos cursos de capacitação promovidos aos catadores ³	>90%	5
			entre 50 a 90%	4
			<50%	1
		(16d) Salubridade do local do trabalho dos catadores (EPI, banheiros, refeitório, armazenamento adequado do refugo e dos recicláveis, cobertura, piso impermeabilizado) ⁴	Contempla todos os itens	5
			Somente EPI e banheiro	3
			Ausência	0
		(16e) Artesãos que utilizam resíduos pós-consumo como fonte de renda ⁵	Organizados em cooperativas e ou associações com renda fixa	5
			Organizados em cooperativas e ou associações sem renda fixa	3
			Inexistente	0
		(16f) Pessoas atuantes na cadeia de resíduos que tem acesso a apoio ou orientação definidos em uma política pública municipal ⁶	Existência de um programa municipal de apoio aos catadores com convênio formal.	5
Existência de um programa municipal de apoio aos catadores sem convênio formal.	3			
Inexistência de política pública municipal para apoio aos catadores	0			
SUBTOTAL MÁXIMO				30

EPI: Equipamento de proteção individual.

¹Indicador Proposto por Dias (2009); ^{2,3,5}indicador proposto por Gunther *et al.* (2007); ⁴indicador proposto por Bertoline (2008), Dias (2009), Kovacs *et al.* (2010); ⁶indicador proposto por Milanez (2002).

na primeira rodada. Padilha *et al.* (2008) aplicaram o mesmo método em seu trabalho e obtiveram 56% de respostas. Miller (2000) obteve 68% de respostas dentro do prazo estipulado. Conforme Wright e Giovinazzo (2000), normalmente há uma abstenção de 30 a 50% na primeira rodada. Neste trabalho a abstenção foi de, aproximadamente, 73% nesta fase apontando para um cenário de dificuldades na obtenção de respostas.

Devido à falta de consenso em 21 descritores e a alteração em 4, tornou-se necessário a realização da segunda rodada da técnica Delphi. Para iniciar esta rodada, a matriz foi enviada para os 15 especialistas respondentes. Destes, apenas 46,7% responderam, representando uma abstenção de 53,3%. Verificou-se neste trabalho que o número de abstenções foi relativamente elevado comparando-se com os demais encontrados na literatura. Acredita-se que este fato está relacionado com a coincidência do período em que foi enviada a matriz com as férias nas universidades, dentre outros fatores.

Os valores utilizados nos descritores dos indicadores (I3c) percentual do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública; (I4i) geração de resíduos sólidos urbanos *per capita* (kg.habitante⁻¹.ano⁻¹); e (I5a) recursos alocados para ações de educação ambiental estão justificados a seguir:

(I3c) A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2008 revelou que 2,3% municípios investem acima de 10% no gerenciamento dos RSU e que 86,3% investem 5% (BRASIL, 2010a). Baseando-se nestas informações, foram criados intervalos para avaliar o percentual do orçamento público destinado aos serviços de limpeza pública.

(I4i) A produção *per capita* no Brasil é de 0,96 kg.habitante⁻¹.dia⁻¹, e nas cinco regiões brasileiras esse valor varia de 0,84 a 1,14 kg.habitante⁻¹.dia⁻¹, sendo a média da geração entre as regiões de 1,03 kg.habitante⁻¹.dia⁻¹ (BRASIL, 2010a). Definiu-se como sustentável o valor *per capita* mais baixo encontrado (0,84 kg.habitante⁻¹.dia⁻¹), o que corresponde a 306,6 kg.habitante⁻¹.ano⁻¹. Como aceitável, consideraram-se valores entre 0,84 a 1,03 kg.habitante⁻¹.dia⁻¹, os quais correspondem 306,6 a 376 kg.habitante⁻¹.ano⁻¹. O valor 1,03 kg.habitante⁻¹.dia⁻¹ equivale à média da geração entre as regiões. Valores superiores a 1,03 kg.habitante⁻¹.dia⁻¹ ou 376 kg.habitante⁻¹.ano⁻¹ foram considerados insustentáveis.

(I5a) Os intervalos foram baseados no Programa de Educação em Saúde e Mobilização Social (PESMS) da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Conforme Brasil (2000), os recursos financeiros que devem ser aplicados no PESMS são de 3 a 5% do valor da obra.

Quadro 7 – Nível de sustentabilidade.

Intervalo de sustentabilidade	Nível de sustentabilidade
0	Insustentável
1,0 ≤ NS ≤ 4,0	Baixa sustentabilidade
5,0 ≤ NS ≤ 8,0	Média sustentabilidade
9 ≥ NS ≤ 10	Alta sustentabilidade

NS: intervalo de sustentabilidade.

A avaliação do nível de sustentabilidade (NS) da GRSU, após a aplicação da matriz deverá ser de acordo com a Equação 1.

$$NS = \frac{\Sigma \text{ das notas obtidas na avaliação}}{\Sigma \text{ da máxima pontuação em cada dimensão}} \times 10^{-1} \quad (1)$$

O denominador da Equação 1 será de 21 no caso de ser possível avaliar todos os indicadores da matriz apresentada. Assim, o NS ficará dentro de uma das faixas descritas no Quadro 7.

Conclusão

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que o método Delphidemonstrou ser uma importante ferramenta para a pesquisa de opinião e para a busca de consenso entre especialistas da área de resíduos sólidos, fazendo uso da experiência e do conhecimento acumulado por esses na obtenção de respostas sobre a GRSU.

A matriz apresentada contempla as diferentes dimensões da sustentabilidade na GRSU. Com isto, poderá ser utilizada como instrumento de avaliação e planejamento da GRSU, permitindo uma visão sistêmica que considere as variáveis ambientais, sociais, culturais, econômicas, ecológicas e de saúde pública, conforme os princípios e objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Com este instrumento os gestores públicos poderão planejar ao longo do tempo ações nas etapas de coleta, transporte, tratamento, destinação e disposição final ambientalmente adequada dos resíduos e de rejeitos gerados. Além disso, a sociedade poderá ter informações e avaliar os serviços públicos.

A aplicação da matriz deve ser realizada para testar sua viabilidade como instrumento de avaliação, monitoramento e planejamento da GRSU. Antes de ser aplicada, a matriz de indicadores de sustentabilidade deve ser discutida com a população do município, verificando a possibilidade de sua reformulação conforme a realidade local.

Referências

- AGAMUTHU, P.; KHIDZIR, K.M.; FAUSIAH, S.H. (2009) Drivers of sustainable waste management in Asia. *Waste Management and Research*, n. 27, p. 625-633.
- BERTOLINI, G. (2008) *Service public local des déchets ménagers. A la recherche d'indicateurs de performance*. Disponível em: <http://developpementdurable.revues.org/index5743.html>. Acesso em: 15 jun. 2009.
- BORJA, P.C.; MORAES, L.R.S. (2003) Indicadores de Saúde Ambiental com enfoque para área de Saneamento. Parte 1 – Aspectos Conceituais e Metodológicos. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 8, n. 1, p. 13-25.
- BORJA, P.C.; MORAES, L.R.S. (2001) Sistema de indicadores de saúde ambiental – saneamento em políticas públicas. *Bahia Análise & Dados*, v. 10, n. 4, p. 229-244.
- BRASIL. (2000). *Portaria nº 176*, de 28 de março de 2000. Critérios e procedimentos para aplicação de recursos financeiros. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde.
- BRASIL. (2010a) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pnsb/lixo>. Acesso em: 23 jan. 2010.
- BRASIL. (2010b) *Decreto nº 7.217*, de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Brasília, DF.
- BRASIL. (2010c) *Lei nº 12.305*, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF.
- BRINGHENTI, J.; LIMA, C.R.; GÜNTHER, W.M.R.; ZANDONADE, E.; BRAGA, F.S.; FERREIRA, E.Z. (2003) Estabelecimento de indicadores nos processos de coleta seletiva. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 22, 2003, Joinville. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2003. 1 CD-ROM.
- BRINGHENTI, J.; GÜNTHER, W.M.R.; ZANDONADE, E. REIS, J.A.T.; SANTOS, M.C. (2007). Utilização de indicadores como ferramenta para a gestão de programas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 24, 2007, Belo Horizonte. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2007. 1 CD-ROM.
- DIAS, S.M.F. (2003) *Avaliação de programas de educação ambiental voltados para o gerenciamento os resíduos sólidos urbanos*. 326p. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- DIAS, S.M.F. (2009) *Proposição de uma matriz de indicadores de sustentabilidade em gestão integrada de resíduos sólidos urbanos e sua aplicação em um estudo de caso*. 58f. Monografia (Progressão de carreira no magistério superior) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.
- FURIAM, S.M.; GÜNTHER, W.R. (2006) Avaliação da educação ambiental no gerenciamento dos resíduos sólidos no campus da Universidade Estadual de Feira de Santana. *Sitientibus*, n. 35, p. 7-27.
- GÜNTHER, W.R.; BESEN, G.R.; JACOBI, P.R.; RIBEIRO, H.; VIVEIROS, M. (2007) Construção de indicadores de sustentabilidade para programas municipais de coleta seletiva e organizações de catadores – desafios conceituais e metodológicos. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 24., 2007, Belo Horizonte. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2007. 1 CD-ROM.
- KOVACS, A.; CARVALHO, C.T.R.L.; WOLMER, F.A.; MANSOR, M.T.C.; GULFIER, A.L.M. (2010) Um indicador para avaliação da coleta seletiva e da infra-estrutura de triagem de materiais recicláveis, nos municípios paulistas. In: Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 10., 2010, Maceió. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2010. 1 CD-ROM.
- MILANEZ, B. (2002) *Resíduos sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação*. 2002. 207 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- MILLER, G. (2000) The development of indicators for sustainable tourism: results of a Delphi survey of tourism researchers. *Tourism Management*, n. 22, p. 351-362.
- MIRANDA, A.B.; TEIXEIRA, B.A.N. (2004) Indicadores para o monitoramento da sustentabilidade em Sistemas Urbanos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 9, n. 4, p. 269-279.
- MINAYO, M.C.S. (2009) Construção de indicadores qualitativos para avaliação de mudanças. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 33, 1 Suppl. 1, p. 83-91.
- MORAES, L.R.S.; BORJA, P.C. (2010) Novos paradigmas de gestão integrada e sustentável e tecnologias apropriadas para manejo de resíduos sólidos urbanos. In: Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 10., 2010, Maceió. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2010. 1 CD-ROM.
- PADILHA, M.L.M.L.; MALHEIROS, T.F.; COUTINHO, S.M.V.; PHILIPPI Jr, A. (2008). Aplicação do método Delphi para a construção de indicadores de desenvolvimento sustentável para indústria têxtil – o Envolvimento das partes interessadas. In: Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade, II. 2008, São Carlos. *Anais...* São Carlos: WIPIS, 2008. p. 44-56.
- PEREIRA, C.M.S.S. (2010) *Gestão sistêmica de resíduos sólidos para a UEFS: subsídios para a construção de uma política participativa*. 259f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.
- PHILIPPI Jr., A.; MALHEIROS, T.F.; AGUIAR, A.O. (2005) Indicadores de desenvolvimento sustentável. In: PHILIPPI Jr., A. *Saneamento, saúde e ambiente*. Barueri: Manole. p. 761-808.

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, 2007. 1 CD-ROM.

RAMETSTEINER, E.; PULZL, H.; ALKAN-OLSSON, J.; FREDERIKSEN, P. (2011) Sustainability indicator development — Science or political negotiation? *Ecological Indicators*, v. 11, n. 1, p. 61-77.

SANTIAGO, L.S.; DIAS, S.M.F. (2010) Gerenciamento de resíduos sólidos em municípios brasileiros: uma análise de sua sustentabilidade. *In: Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 10, 2010, Maceió. Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2010. 1 CD-ROM.

SANTOS, A.C.; MORAES, L.R.S. (2010) Estudo qualitativo sobre a gestão dos serviços de limpeza urbana e manejo de Resíduos Sólidos em um bairro de periferia em Salvador – Bahia. *In: Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 10, 2010, Maceió. Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2010. 1 CD-ROM.

SILVA, C.P.R. (2005) *Indicadores para avaliação de programas de controle de infecção hospitalar: construção e validação*. 165f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

STRAUCH, M. (2008) Gestão de recursos naturais e resíduos. *In: STRAUCH, M.; ALBUQUERQUE, P.P. Resíduos: como lidar com recursos naturais*. São Leopoldo: Oikos. p. 29-82.

VELVA, V.; HART, M.; GREINER, T.; CRUMBLEY, C. (2001) Indicators of sustainable production. *Journal of Cleaner Production*, v. 9, n. 5, p. 447-452.

VIMIEIRO, G.V.; LANGE, L.C. (2009) Utilização do método Delphi para definição dos fatores intervenientes no desempenho de unidades de triagem e compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos. *In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 25., 2009, Recife. Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2009. 1 CD-ROM.

WRIGHT, J.T.C., GIOVINAZZO, R.A. (2000) Delphi – uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. *Caderno de Pesquisas em Administração*, v. 1, n. 12, p. 1-12.