

# INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

## INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

### SUSTAINABILITY INDICATORS FOR URBAN SOLID WASTE MANAGEMENT

Jamil Harbache Novaes<sup>1</sup>; Aldara da Silva César<sup>2</sup>; Thiago Simonato Mozer<sup>3</sup>

1. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental, Escola de Engenharia Industrial e Metalúrgica, Universidade Federal Fluminense.
2. Departamento de Engenharia de Agronegócios, Escola de Engenharia Industrial e Metalúrgica, Universidade Federal Fluminense.
3. Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense.

#### RESUMO

Este trabalho avaliou a sustentabilidade do sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) do município de Volta Redonda, no estado do Rio de Janeiro, utilizando indicadores de sustentabilidade. Aplicando a técnica Delphi, os indicadores foram priorizados quanto ao grau de importância, resultando em 17 indicadores distribuídos nas dimensões: ambiental, política, tecnológica, financeira, do conhecimento e social. Os indicadores foram avaliados no município em estudo. Observou-se que a falta de um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) aliado a outros fatores como o reduzido número de lixeiras públicas e uma coleta seletiva pouco efetiva contribuem para um cenário menos sustentável. A falta de investimentos em capacitação de agentes de limpeza pública atrelada à falta de pontos de entrega voluntária de resíduos segregados e a não execução do PMGIRS resultaram em uma gestão menos sustentável dos RSU no município.

#### PALAVRAS-CHAVE

Indicadores de sustentabilidade; Resíduos sólidos urbanos; Técnica Delphi; Gestão municipal; Desenvolvimento sustentável.

#### RESUMEN

*Este trabajo evaluó la sostenibilidad del sistema de gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) en la ciudad de Volta Redonda, en el estado de Río de Janeiro, utilizando indicadores de sostenibilidad. Aplicando la técnica Delphi se priorizaron los indicadores según el grado de importancia, resultando 17 indicadores distribuidos en las dimensiones: ambiental, política, tecnológica, financiera, de conocimiento y social. Los indicadores fueron evaluados en el municipio en estudio. Se observó que la falta de un Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PMGIRS) combinado con otros factores como el reducido número de basureros públicos y la ineficaz recolección selectiva contribuyen a un escenario menos sostenible. La falta de inversión en la capacitación de los agentes*

de limpeza pública, ligada a la falta de puntos de entrega voluntaria de residuos segregados y la no implementación del PMGIRS, resultó en una gestión menos sustentable de los RSU en el municipio.

### **PALABRAS CLAVE**

Indicadores de sustentabilidad; Residuos sólidos urbanos; Técnica Delphi; gestión municipal; Desenvolvimento sustentável.

### **ABSTRACT**

*This work evaluated the sustainability of the urban solid waste (MSW) management system in the city of Volta Redonda, in the state of Rio de Janeiro, using sustainability indicators. Applying the Delphi technique, the indicators were prioritized according to the degree of importance, resulting in 17 indicators distributed in the dimensions: environmental, political, technological, financial, knowledge and social. The indicators were evaluated in the municipality under study. It was observed that the lack of a Municipal Plan for Integrated Solid Waste Management (PMGIRS) combined with other factors such as the reduced number of public dumps and ineffective selective collection contribute to a less sustainable scenario. The lack of investment in training public cleaning agents, linked to the lack of voluntary delivery points for segregated waste and the non-implementation of the PMGIRS, resulted in a less sustainable management of USW in the municipality.*

### **KEY WORDS**

*Sustainability indicators; Urban solid waste; Delphi technique; Municipal management; Sustainable development.*

## **1 INTRODUÇÃO**

A geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) vem crescendo rapidamente e tornou-se alvo de preocupação para as gestões federais, estaduais e municipais. A poluição por resíduos sólidos dispostos em discordância com as boas práticas de tratamento irá aumentar e a sociedade futura terá que lidar com ainda mais locais contaminados por estes resíduos (Franca *et al.*, 2019).

O desperdício atrelado ao consumo exacerbado e inconsciente também acentuam a problemática da gestão dos RSU. Como consequência desse processo, em 2018, a geração mundial de RSU foi de mais de 2 bilhões de toneladas, sendo 99% desses resíduos provenientes de bens de consumo que não duram seis meses (ONU, 2018).

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), no Brasil, em 2019, foram gerados 79 milhões de toneladas de RSU, um crescimento de 18% em relação ao ano de 2010, sendo que 36% destes (29 milhões de toneladas de resíduos) foram dispostos em locais inadequados (ABRELPE, 2020).

O Brasil sofre pressões de países desenvolvidos e em desenvolvimento para aplicar a correta gestão sustentável de resíduos, pois deseja-se que os resíduos sejam tratados como recurso. A recomendação da União Europeia é obedecer a seguinte ordem hierárquica: prevenir, minimizar,

reutilizar, reciclar, recuperar e em último caso a disposição final ambientalmente adequada (Costa & Ferreira Dias, 2020).

Segundo Cetrulo *et al.* (2018), o Brasil difere de parte dos países em desenvolvimento, pois a qualidade da a gestão de resíduos no Brasil é tão ruim quanto em alguns outros países de baixa renda. Isso é explicado pelos contextos culturais e socioeconômicos diferentes de cada região.

Para nortear as questões relacionadas à gestão dos RSU no Brasil, em 2010 foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) por meio da Lei Nº 12.305 de 2 de agosto de 2010 (Brasil, 2010).

A PNRS representa um grande marco para o país, pois pela primeira vez foram geradas diretrizes específicas relacionadas à gestão de resíduos sólidos envolvendo as responsabilidades de geradores e poder público (Mannarino *et al.*, 2016). No entanto, a otimização sobre a gestão de resíduos ainda não é uma realidade (Ghesla *et al.*, 2018).

No artigo 19, inciso VI, a PNRS (2010) apresentou os indicadores de desempenho ambiental como conteúdo mínimo nos planos municipais de gestão integrada, tornando os indicadores de sustentabilidade um instrumento importante para a gestão pública.

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu na década de 1970 e tem como base o uso dos recursos de maneira consciente, garantindo a qualidade de vida para as gerações futuras, sem destruição do meio ambiente (Zhao *et al.*, 2019). Os indicadores de sustentabilidade contribuem para estruturar e comunicar informações sobre as questões centrais e tendências para desenvolvimento, promovem uma melhor compreensão de como os sistemas ambientais operam e como as ações humanas afetam as diferentes dimensões da sustentabilidade (Zhou *et al.*, 2015). As dimensões da sustentabilidade são classificadas em Ambiental/Ecológica (Cruz & Ferrer, 2015; Levesque *et al.*, 2017), Econômica (Romeiro, 2012; Cruz & Ferrer, 2015), Social/Cultural (Cruz & Ferrer, 2015), Política/Institucional (Iaquinto, 2018), Tecnológica (Assi & Campos, 2013), selecionadas de forma a abranger um maior número de indicadores de sustentabilidade.

Gomes *et al.* (2015) observam que os indicadores ambientais buscam avaliar os resultados alcançados por empresas com base nas estratégias estabelecidas para possibilitar a elaboração de novos planos ou propostas de melhoria.

Considerando que os RSU são um problema de saúde pública, que a crescente geração de resíduos é um desafio para as administrações municipais e que os gestores públicos buscam garantir o saneamento básico para a sociedade, essa pesquisa tem como tema a sustentabilidade na gestão dos RSU. No presente trabalho realizou-se uma análise da sustentabilidade na gestão dos RSU no município de Volta Redonda – RJ.

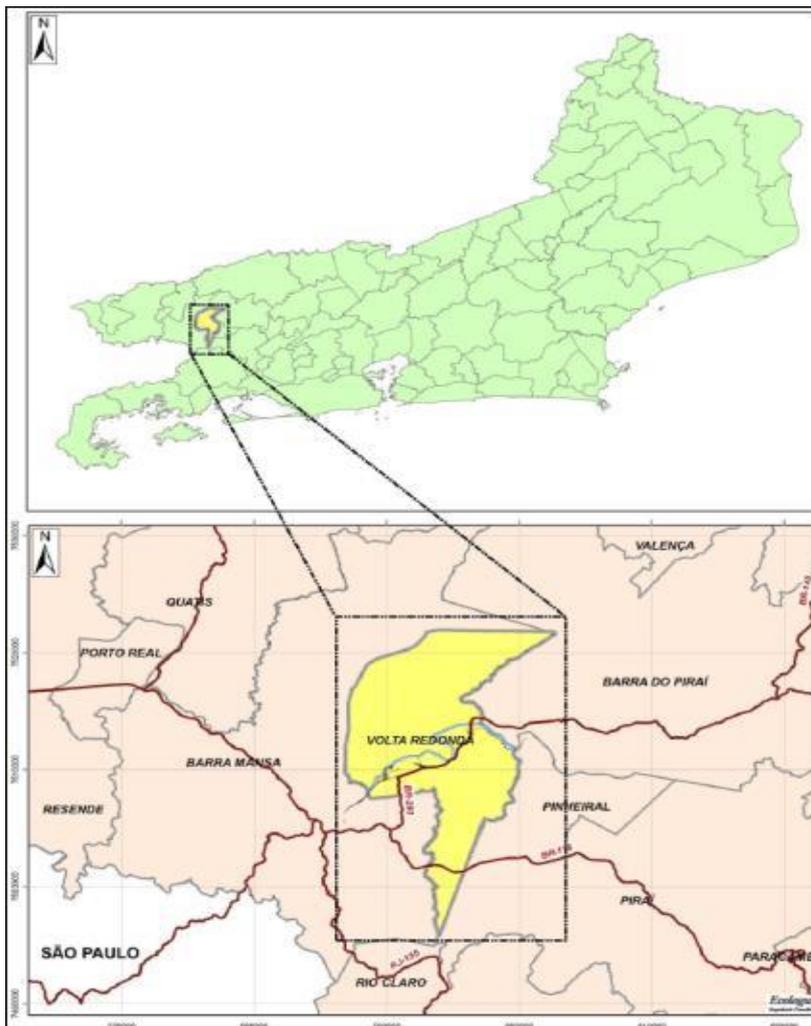
Motivado pela crescente geração de RSU e necessidade de garantir o saneamento básico de qualidade, este trabalho analisou a gestão municipal de RSU na cidade de Volta Redonda – RJ. A escolha da cidade em estudo foi motivada pela considerável geração de resíduos e também por ser sede da instituição de ensino que realizou esta pesquisa.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho caracteriza-se como pesquisa aplicada (KAUARK *et al.*, 2010), pois direciona-se às problemáticas do sistema de gestão de RSU do município de Volta Redonda, no estado do Rio de Janeiro. O município de Volta Redonda está situado no sul do estado do Rio de Janeiro (Figura 1), possui uma área total de 182,105 km<sup>2</sup> e a população estimada em 2020 é de 273.998 de habitantes. Dos 92 municípios do estado do RJ, Volta Redonda encontra-se na 10<sup>a</sup> posição como responsável pelo PIB fluminense, o que demonstra sua importância na contribuição do desenvolvimento econômico (IBGE, 2021). Volta Redonda destina os seus RSU para um aterro sanitário sob responsabilidade da empresa Haztec, situado no município vizinho Barra Mansa - RJ, com capacidade de receber 950 toneladas de resíduos por dia. O aterro sanitário conta com uma unidade para tratamento de resíduos de serviços de saúde, unidade de beneficiamento de resíduos da construção civil e uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) para tratamento dos efluentes líquidos gerados (Haztec, 2019) .

### Figura 1

Localização do município de Volta Redonda no estado do Rio de Janeiro



Fonte: IBGE (2021).

A abordagem desta pesquisa possui características quali-quantitativas, pois consideram indicadores de sustentabilidade que possuem essas premissas. A pesquisa qualitativa é descritiva e considera relações entre o mundo e o sujeito enquanto a quantitativa caracteriza-se, principalmente, por aquilo que pode ser quantificável (Kauark, Manhães & Medeiros, 2010). De acordo com Nascimento (2012), as pesquisas quantitativas devem considerar estabelecer padronização e sistematização de procedimentos ou normas a serem aplicadas.

Quanto aos objetivos, o trabalho é exploratório já que objetiva identificar os problemas em relação à sustentabilidade no sistema de gestão de RSU municipais (GIL, 2002).

Os indicadores em estudo foram levantados através de pesquisas na literatura. Dentre os diferentes autores pesquisados, foram reportados 227 indicadores de sustentabilidade relacionados com RSU, sem limitação de período em anos. Tratando-se de uma lista com um número significativo de indicadores foi verificado que alguns indicadores se repetiam entre diferentes autores. Realizou-se uma seleção preliminar para eliminar aqueles indicadores repetidos, dessa forma o número de indicadores foi reduzido para um total de 93 indicadores de sustentabilidade.

## 2.1 Técnica Delphi

A seleção dos indicadores foi realizada por meio da técnica Delphi, onde especialistas que respondem um questionário até um nível de consenso que remete em uma confiabilidade. Desenvolvida por órgãos associados à Defesa Estadunidense no início da década de 1950, em plena Guerra Fria, o método teve como objetivo obter um consenso confiável de um grupo de militares especialistas em defesa sobre possíveis ataques com bombas atômicas (Marques & Freitas, 2018; Rozados, 2015).

A partir da aplicação de um questionário aos especialistas por diversas vezes, a cada nova rodada as respostas dadas anteriormente são apresentadas aos peritos para que eles estejam cientes sobre suas respostas anteriores. Assim pode-se reavaliar as respostas e este processo se repete até que o nível de discordância seja reduzido a um nível considerado satisfatório pelo mediador (Rozados, 2015).

A seleção dos especialistas que compõem a pesquisa foi constituída por acadêmicos e profissionais que possuem conhecimentos sobre RSU (Quadro 1), o contato com os mesmos foi realizado por e-mail. Inicialmente foram selecionados 15 especialistas, entretanto somente 8 realizaram a devolutiva do questionário. Vale ressaltar que os especialistas selecionados para esta pesquisa possuem conhecimentos sobre o município objeto de estudo deste trabalho.

**Quadro 1**

Quadro de especialistas participantes na pesquisa e a justificativa para sua participação no estudo.

ESPECIALISTA/FUNÇÃO	JUSTIFICATIVA	TEMPO DE EXPERIÊNCIA
Engenheiro (a) Químico (a) / Mestre (a) em Planejamento Energético / Sócio (a) Proprietário (a) de empresa de Consultoria Ambiental / Docente do Ensino Superior	Possui mestrado em Planejamento Energético e amplo conhecimento sobre gestão de resíduos sólidos.	Superior a 30 anos.
Gestor (a) de serviços urbanos municipal	Possui experiência nos serviços de gestão de resíduos sólidos urbanos.	Superior a 8 anos.
Gerente de coleta de resíduos sólidos urbanos municipal	Possui experiência nos serviços de gestão de resíduos sólidos urbanos.	Superior a 8 anos.
Bacharel em Ciências Biológicas / Mestre (a) em Ciências Ambientais / Proprietário (a) de uma unidade de compostagem de resíduos orgânicos / Docente do Ensino Superior	Possui Doutorado em Engenharia Civil com área de concentração em Gestão de Resíduos Sólidos. Ministra aulas sobre o tema.	Superior a 20 anos.
Bacharel em Direito / Mestre (a) Geografia com área de concentração em Planejamento e Gestão Ambiental / Docente do Ensino Superior	Possui Doutorado em Ciências Ambientais. Ministra aulas sobre gestão de resíduos sólidos e participou de publicações sobre o tema.	Superior a 20 anos.
Engenheiro (a) Ambiental / Mestre (a) em Engenharia Ambiental / Docente do Ensino Superior / Proprietário (a) de empresa de consultoria ambiental / Trabalhou no setor público ambiental	Cursando Doutorado em Tecnologia de Processo Químicos e Bioquímicos. Atuou em órgão ambiental municipal no gerenciamento de resíduos e ministra aulas sobre o tema em universidade.	Superior a 12 anos.
Engenheiro (a) Ambiental / Sócio Proprietário (a) de uma empresa da gestão de resíduos sólidos.	Possui experiência na gestão como coleta, controle e disposição de resíduos sólidos dos tipos classe I e II.	Superior a 12 anos.
Engenheiro (a) Químico (a) / Mestre (a) em Química / Docente do Ensino Superior	Doutorado em Engenharia Civil com ênfase em Meio Ambiente, ministra aulas sobre gestão de resíduos e outras áreas ambientais em universidade.	Superior a 25 anos

Fonte: Elaborado pelos Autores (2021).

A matriz com os 93 indicadores foi enviada aos especialistas selecionados, que, por sua vez, analisaram cada indicador e os enquadraram conforme:

- i) o seu grau de importância, que variou entre: grande importância, média importância e pequena importância;
- ii) a sua dimensão da sustentabilidade, que poderia ser: Ambiental/Ecológica, Política, Tecnológica, Financeira/Econômica, Conhecimento e Social.

Santiago e Dias (2012) e Guadagnin e Luchese (2018) também utilizaram a técnica Delphi com o propósito de selecionar os indicadores mais relevantes para aplicação municipal.

Foram realizadas duas rodadas de respostas para se obter um consenso entre os especialistas. Destacaram-se os indicadores que se enquadraram no grau de grande importância, que foram enquadrados pelo menos uma vez em todas as dimensões da sustentabilidade e que foram referenciados por mais de um autor.

Após a aplicação da técnica Delphi foram selecionados 17 indicadores, número superior aos propostos por Milanez (2002), Polaz e Teixeira (2009) e Fratta *et al.*, (2019), que trabalharam, respectivamente com 11, 15 e 10 indicadores de sustentabilidade. Assim como no trabalho desses autores mencionados anteriormente, os indicadores selecionados nesse trabalho foram aplicados em um município.

A matriz com os 17 indicadores de sustentabilidade (IS) selecionados pelos especialistas foi composta por: 7 IS na dimensão Ambiental/Ecológica, 4 IS na dimensão Política, 1 IS na dimensão Tecnológica, 1 IS na dimensão Econômica/Financeira, 1 IS na dimensão do Conhecimento e 3 IS na dimensão Social.

## 2.2 Cálculo do nível de sustentabilidade (NS)

Para possibilitar mensuração do nível de sustentabilidade (NS) da gestão de RSU do município foi utilizado o método aplicado por Guadagnin e Luchese (2018) e Santiago e Dias (2012), onde para cada indicador há três descritores com os seus respectivos pesos. Com este método é possível aplicar o formulário e obter por meio quantitativo o NS (Quadro 2).

**Quadro 2 - Nível de Sustentabilidade (NS).**

INTERVALO DE SUSTENTABILIDADE	NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE
0	Insustentável
$1,0 \leq NS \leq 4,9$	Baixa Sustentabilidade
$5,0 \leq NS \leq 8,9$	Média Sustentabilidade
$9,0 \leq NS \leq 10$	Alta Sustentabilidade

Fonte: Adaptado de Santiago e Dias (2012) e Guadagnin e Luchese (2018).

Para o cálculo do NS da gestão dos RSU, Santiago e Dias (2012) e Guadagnin e Luchese (2018) usaram o somatório das notas obtidas na avaliação sobre o somatório da máxima pontuação obtida em cada uma das dimensões, como explicitado na Equação 1.

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

Para cada indicador de sustentabilidade há descritores que norteiam a sua aplicação e direcionamento da matriz no município, conforme a metodologia reportada na literatura (Santiago & Dias, 2012; Dessbesell, Berticelli & Zamberlan, 2018; Guadagnin & Luchese, 2018; Pereira *et al.*, 2018; da Silva *et al.*, 2019).

Para mensurar o NS do município, cada indicador de sustentabilidade possui três descritores que podem ter notas entre 0 e 5. A nota 0 significa não conformidade com o indicador enquanto a nota 5 significa que aquele indicador está sendo cumprido de forma satisfatória, essa técnica foi a mesma utilizada por Santiago e Dias (2012) e Guadagnin e Luchese (2018).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação da técnica Delphi, foi obtida uma matriz contendo 17 indicadores de sustentabilidade (Quadro 3). Os indicadores selecionados enquadraram-se nas dimensões Ambiental, Político, Tecnológico, Financeiro, Conhecimento e Social. Cada indicador possui um descritor associado a ele, onde atribui-se uma nota que variou conforme a situação do descritor no município em estudo.

#### Quadro 3

Matriz de indicadores aplicada no município de Volta Redonda – RJ.

DIMENSÃO SUSTENTABILIDADE	INDICADOR	DESCRITOR	NOTA	NOTA ASSOCIADA AO INDICADOR
Ambiental	Possui um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos?	Sim	5	0
		Em processo de conclusão	3	
		Não possui	0	
	Existência de coleta seletiva no município	Sim	5	5
		Em fase de implantação	3	
		Não existe	0	
	Abrangência da coleta seletiva no município	91 a 100%	5	5
		31 a 90%	3	
		<30%	1	

	Existência de lixeiras públicas	Em toda área urbana	5	2
		Somente no centro da cidade	2	
		Não possui	0	
	Eficiência de coleta convencional	91 a 100%	5	5
		31 a 90%	3	
		<30%	0	
	Geração de RSU <i>per capita</i> (kg/hab.ano)	<300	5	5
		Entre 301 e 378	3	
		>379	1	
	Aterro sanitário / controlado licenciado	Sim	5	5
Em processo de licenciamento		3		
Não licenciado ou lixão		0		
Política	Intersetorialidade	Mais de três secretarias	5	1
		Duas Secretarias	3	
		Somente uma secretaria	1	
	Grau de execução do Plano Municipal de RSU vigente	91 a 100%	5	1
		31 a 90%	3	
		<30%	1	
	Capacitação contínua de agentes que atuam na área da limpeza pública	Constante capacitação	5	0
		Capacitação de forma esporádica	3	
		Não possui	0	
	Existência de pontos para entrega voluntária dos resíduos segregados	Atende mais de 50% da população	5	0
		Atende menos de 50% da população	2	
		Não possui	0	
	Tecnológica	Veículo coletor específico e	Sim (utilizado somente)	5

	apropriado em termos de capacidade, tratamento para as necessidades de geração local	para esta função)		
		Sim (também utilizado em outras funções)	2	
		Não possui	0	
Financeira	Aplicação dos recursos provenientes da coleta seletiva	Na própria manutenção da coleta seletiva	5	3
		Atividades socioculturais e assistências	3	
		Outras aplicações	1	
Conhecimento	Inclusão de ações de Educação Ambiental	Durante o diagnóstico, concepção e implantação do PMGIRS	5	5
		Somente durante a fase de implantação PMGIRS	3	
		Não possui	0	
Social	Percentual de pessoas atendidas pela coleta seletiva	91 a 100%	5	5
		31 a 90%	3	
		<30%	0	
	Catadores organizados (cooperativas, associações)	Todos organizados	5	5
		Parte organizado	3	
		Presença de catadores na área de disposição final	0	
	Salubridade do local de trabalho dos catadores (EPI, banheiros, refeitório, armazenamento)	Contempla todos os itens	5	3
Somente EPI e banheiro		3		
Ausência		0		

	adequado do refugo e dos recicláveis, cobertura, piso impermeabilizado)			
<b>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE</b>				<b>6,5</b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

O Quadro 4 mostra o resultado do cálculo do NS por dimensão da sustentabilidade. Observou-se que as dimensões tecnológicas e do conhecimento apresentaram alta sustentabilidade. As dimensões ambiental, financeira e social apresentaram média sustentabilidade e a dimensão político apresentou baixa sustentabilidade.

#### Quadro 4

Nível de sustentabilidade (NS) por dimensão.

DIMENSÃO DA SUSTENTABILIDADE	NS	DESCRIÇÃO
Ambiental	7,7	Média sustentabilidade
Política	1,0	Baixa sustentabilidade
Tecnológica	10	Alta sustentabilidade
Financeira	6,0	Média sustentabilidade
Conhecimento	10,0	Alta sustentabilidade
Social	8,6	Média sustentabilidade

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

### 3.1 Indicador “Possui um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos?”

Esse indicador está associado à PNRS, onde estabeleceram-se os princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a criação da gestão integrada e o gerenciamento adequado dos

resíduos sólidos. Ele definiu as responsabilidades do poder público e dos geradores. Os municípios são responsáveis por elaborar os PGIRS, os quais devem atender ao conteúdo mínimo definido nos incisos I a XIX, do art. 19. da PNRS (BRASIL, 2010).

O conteúdo mínimo envolve os objetivos que devem ser alcançados na PNRS, sendo eles: não geração de resíduos, redução, minimização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Dessa forma, espera-se que os planos que atendam às exigências mínimas tenham maior probabilidade de realizar a adequada gestão dos resíduos sólidos (Chaves *et al.*, 2020).

Os municípios podem optar por consórcios intermunicipais para a gestão dos resíduos, desde que o plano intermunicipal preencha o conteúdo mínimo estabelecido (Oliveira, Galvão Junior, 2016).

Volta Redonda possui uma minuta do PMGIRS que foi elaborada pela Ecologus Engenharia Consultiva Ltda concluída em setembro de 2015 (PMGIRS, 2015). Ele carece de aprovação junto à Câmara Municipal e com a participação da sociedade, empresas, Poder Público, Cooperativas de Catadores e demais interessados. Por possuir essas premissas citadas, considera-se que o município não possui o PMGIRS (Gurgel Júnior, 2018; SNIS, 2019).

### 3.2 Indicador “Existência de coleta seletiva no município”

A coleta seletiva está prevista no Art. 7º, inciso II da Lei N° 12.305/2010 (BRASIL, 2010). A coleta seletiva e a reciclagem, proporcionam benefícios ambientais e socioeconômicos. Aumentada a coleta seletiva reduz-se os volumes de resíduos enviados para os aterros, elevando a vida útil deles, proporcionando a valoração e reinserção dos resíduos na cadeia produtiva, reduzindo a necessidade de utilização de recursos naturais (Paschoalin Filho *et al.*, 2014).

A coleta seletiva está presente em Volta Redonda desde 2013, conforme o PMGIRS (2015). Em março de 2020 o serviço foi interrompido devido a pandemia do COVID-19, mas em 10 de junho de 2021, celebrou-se um novo contrato com vigência de 12 meses. Existem 3 cooperativas de coleta seletiva no município, são elas: Cooperativa Folha Verde, Reciclar/VR, Cidade do Aço (VOLTA REDONDA, 2021b).

### 3.3 Indicador “Abrangência da coleta seletiva no município”

A abrangência da coleta seletiva está relacionada com o indicador “existência de coleta seletiva no município” e mostra que quanto maior o nível de coleta maior é a vida útil do aterro, além de mais renda para as famílias dos catadores (PASCHOALIN FILHO *et al.*, 2014).

Em Volta Redonda, as cooperativas atuam no município em dois turnos de segunda-feira até sexta-feira e cobrem 100% da coleta seletiva nos bairros conforme informações da prefeitura (VOLTA REDONDA, 2021c).

### 3.4 Indicador “Existência de lixeiras públicas”

Volta Redonda possui maior concentração de lixeiras no centro da cidade. As lixeiras estão sendo revitalizadas e dispostas na Praça Savio Gama (bairro Aterrado), na Praça Brasil (bairro Vila Santa Cecília) e no bairro Roma (VOLTA REDONDA, 2021d).

### 3.5 Indicador “Eficiência da coleta convencional”

As coletas são realizadas três vezes por semana, sendo em dois módulos de agrupamentos de coleta, primeiro: segunda, quarta e sexta-feira e o segundo: terça, quinta e sábado. Os setores 1 a 26 são atendidos no período diurno e os setores 27 a 39 no período noturno (VOLTA REDONDA, 2021a).

Do total da população de Volta Redonda, mais de 99,5% concentram-se na zona urbana, e a população atendida pelo serviço de coleta dos RSU compreende 100% dos moradores (SNIS, 2019).

### 3.6 Indicador “Geração de RSU *per capita* (kg/hab.ano)”

Este indicador contribui para as mudanças nos padrões de produção, com o lançamento de produtos mais duráveis e o estabelecimento de normas para reduzir o consumo dos recursos naturais e o reaproveitamento dos produtos pós-consumo (Barros & Silveira, 2019).

Volta Redonda gerou 73.012,5 t de RSU por uma população de aproximadamente de 272.888 habitantes, dessa forma possui uma geração *per capita* de 267,6 kg/hab.ano (SNIS, 2019).

### 3.7 Indicador “Aterro sanitário/ controlado licenciado”

O licenciamento ambiental é uma obrigação legal prévia à instalação de qualquer empreendimento ou atividade potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente. As atividades com elevado potencial poluidor são submetidas ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e ao Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) que são acompanhadas de audiências públicas como parte do processo (Silveira & Araújo Neto, 2014).

Volta Redonda não possui um aterro sanitário em sua cidade, porém envia seus resíduos para a Central de Tratamentos de Resíduos de Barra Mansa S.A. O município de Barra Mansa - RJ possui uma Central de Tratamento de Resíduos operado pela Orizon Valoração de Resíduos, antiga Fox Haztec, inscrita sob o CNPJ: 10.840.738/0001-10. O aterro sanitário possui licença de operação N°: IN048764, com vigência até o dia 26 de março de 2022, através do processo E-07/511764/2011 (INEA, 2021).

### 3.8 Indicador “Intersetorialidade”

De acordo com Warschauer e Carvalho (2014), a intersetorialidade é a articulação entre sujeitos de setores diversos, com diferentes saberes e poderes com vistas a enfrentar problemas complexos.

Volta Redonda conta somente com a Secretaria Municipal de Infraestrutura (SMI) para a gestão dos RSU. Ela também é responsável pela manutenção viária, conservação de praças e prédios públicos e demais serviços de manutenção e limpeza (SNIS, 2019).

### **3.9 Indicador “Grau de execução do Plano Municipal de RSU vigente”**

O PMGIRS é uma obrigatoriedade da Lei N° 12.305/2010. Nele está contido o diagnóstico geral da gestão dos RSU e a definição de objetivos e metas que devem ser alcançadas pelo município. Quanto maior for o grau de execução do plano, mais sustentável é a gestão dos resíduos no município (Berticelli & Korf, 2016).

Volta Redonda possui uma minuta do PMGIRS, porém não aprovado, considerando assim que seu grau de execução está abaixo de 30%.

### **3.10 Indicador “Capacitação contínua de agentes que atuam na área da limpeza pública”**

A capacitação contínua tem como finalidade, estimular mudanças no comportamento das pessoas, de modo a melhorar o desempenho, a eficácia e a eficiência. Também almeja a resolução de problemas nos setores prestadores de serviços e a promoção de estratégias para a área de sua gestão (Silva & Silva, 2018).

Em Volta Redonda não foi identificada nenhum tipo de capacitação de agentes que atuam no setor de limpeza pública.

### **3.11 Indicador “Existência de pontos para entrega voluntária dos resíduos segregados”**

Os pontos de entrega voluntária são locais de pontos estratégicos, próximos de residências que recebem os resíduos segregados para posterior coleta pelo município ou cooperativas. Os resíduos segregados coletados contribuem para as rendas das famílias que utilizam a reciclagem como subsistência (ZON *et al.*, 2020).

O município de Volta Redonda não possui pontos de coletas voluntária dos resíduos segregados, as coletas dos resíduos recicláveis são feitas porta a porta pelas cooperativas contratadas (SNIS, 2019).

### **3.12 Indicador “Veículo coletor específico e apropriado em termos de capacidade, tratamento para as necessidades de geração local”**

Os veículos utilizados para coleta de resíduos não podem ser de carroceria aberta, o correto é a utilização de caminhões compactadores, que diminuem o volume e aumentam a capacidade de coleta, diminuindo a quantidade de idas ao local de disposição (Pereira & Curi, 2018).

Volta Redonda também utiliza os serviços da Pioneira Saneamento e Limpeza Urbana Ltda, inscrita sob o CNPJ: 62.719.083/0001-20, situada na Rodovia Lúcio Meira, 9317, Água Limpa, Volta Redonda – RJ. O contrato 280/2016 foi aditivado através do contrato 281/2021, com vigência até 01 de dezembro de 2021. A empresa disponibiliza 15 caminhões compactadores para a coleta dos RSU (SNIS, 2019).

### **3.13 Indicador “Aplicação dos recursos provenientes da coleta seletiva”**

A sustentabilidade financeira é importante para a manutenção da atividade, ela consiste no uso dos recursos de forma equilibrada. As taxas e tarifas de coleta de lixo sistematizam o programa, podendo financiar serviços como: instalações, manutenção de equipamentos, custeio das operações, pessoal e materiais (Barros & Silveira, 2019).

Volta Redonda possui contrato com três cooperativas que são responsáveis pela coleta, transporte e destinação dos resíduos recicláveis, conforme descrito anteriormente no item 3.2. As cooperativas recebem R\$ 625,00 por tonelada coletada, com um valor global de R\$ 360.000,00 por contrato, caracterizando o investimento de recursos do município em projetos sociais (VOLTA REDONDA, 2021b).

### **3.14 Indicador “Inclusão de ações de Educação Ambiental”**

A educação ambiental é um processo de transformação do indivíduo, pois ela age em seu modo de pensar e agir, formando assim sujeitos que podem criticar e refletir sobre o tema (DOLCI; PEREIRA, 2020).

De acordo com Paixão (2018), o tema educação ambiental precisa ser visto como uma forma de intervenção social, onde liberta o sujeito de alienações, promovendo assim a cultura do consumo sustentável.

Volta Redonda editou a Lei N° 5.392/17, que institui a Educação Ambiental como matéria obrigatória nas escolas públicas do município (VOLTA REDONDA, 2017). A educação ambiental é proposta desde o 1° ano do ensino fundamental, inserido na matéria de ciências conforme a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BNCC, 2017).

### **3.15 Indicador “Percentual de pessoas atendidas pela coleta seletiva”**

Volta Redonda divide o município em 39 setores, e a coleta seletiva está presente em todos, o que confere um atendimento de 100% da população (CEPERJ, 2021).

### **3.16 Indicador “Catadores organizados”**

As cooperativas possuem um importante papel social para as populações vulneráveis, pois são uma fonte de renda. Elas também contribuem ambientalmente, pois aumentam a vida útil de aterros e reduzem a disposição clandestina. As cooperativas possuem uma importância no âmbito econômico nas cadeias de suprimentos, pois podem fornecer matéria-prima e combustíveis a baixo custo para empresas de manufatura (Sellitto & De Almeida, 2019).

O município de Volta Redonda envia os seus RSU para a empresa Haztec, uma unidade privada para tratamento dos resíduos sólidos, onde não é autorizado a entrada de catadores em seu sistema de triagem. O município utiliza as cooperativas Folha Verde, Reciclar VR e Cidade do Aço, que são formadas por catadores organizados (PMGIRS, 2015).

### **3.17 Indicador “Salubridade do local de trabalho dos catadores (EPI, banheiros, refeitório, armazenamento adequado do refugo e dos recicláveis, cobertura, piso impermeabilizado)”**

A insalubridade é definida pela em função do grau do agente nocivo, tais como: físicos, químicos e biológicos. Deve-se considerar o tipo de atividade desenvolvida pelo empregado durante sua jornada de trabalho. Outro ponto que deve ser observado são os limites de tolerância, as taxas de metabolismo e respectivos tempos de exposição (BRASIL, 2014).

O ambiente de trabalho salubre deve-se configurar como um local seguro para os seus colaboradores, ou seja, a salubridade está relacionada a uma situação ou condição que não afeta, ao menos de forma potencial, a saúde das pessoas.

As cooperativas de coleta de recicláveis ficam situadas em uma área cedida pela prefeitura na avenida Nossa Senhora do Amparo, 1945, Voldac, Volta Redonda – RJ, uma antiga pedreira. A pavimentação é compactada por ser rocha, possui áreas cobertas onde ficam os resíduos, locais para refeição e banheiros distintos para homens e mulheres, o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) são esporádicos entre os funcionários (Pmgirs, 2015, Google Earth, 2021).

### 3.18 Considerações finais

O município de Volta Redonda possuiu uma minuta do PMGIRS, que não foi aprovada pelo legislativo e nem submetida a audiências públicas. Dessa forma caracterizando que não existe um documento válido. É de suma importância a confecção e validação desse plano, pois é um documento previsto na Lei N° 12.305/10. A partir do PMGIRS o município obtém um diagnóstico da situação dos RSU e também através desse documento eles têm acesso a ajuda financeira para adequação do manejo dos RSU.

A falta de lixeiras públicas dispostas por todas as áreas urbanas do município de Volta Redonda reflete um problema. Através destes coletores é possível que os munícipes disponham os resíduos de forma segura e colaboram com uma cidade mais limpa. Diminuindo assim o risco de contaminação de córregos e rios.

A deficiência da capacitação contínua dos agentes que atuam com a limpeza pública também é um problema. A constante reciclagem de aprendizado sobre o tema faz com que melhore a atuação desses colaboradores e valoriza o trabalho dos mesmos.

Outro item que se deve destacar é a falta de pontos de entregas voluntárias dos resíduos segregados. Os pontos de coleta voluntária facilitariam a disposição dos resíduos, reduzindo os custos de coleta e agregando valor aos resíduos que serão processados.

Os ambientes insalubres das cooperativas merecem um ponto de atenção. Por se tratar de resíduos, o acondicionamento, a impermeabilização do solo e uso de equipamentos de proteção individual (EPI) adequados devem ser itens considerados críticos, que as prefeituras devem monitorar e cobrar ações para melhorias.

De acordo com o resultado obtido no Quadro 3, o município de Volta Redonda apresentou nível de sustentabilidade 6,5 (média sustentabilidade) no sistema de gestão dos RSU. O município pode adequar a gestão de RSU para um cenário mais sustentável a partir da implantação do PMGIRS, uma coleta seletiva mais efetiva e investimentos em capacitação dos agentes de limpeza. Desta

forma poderá ser possível o melhor aproveitamento dos recursos naturais, preservando-os para as gerações futuras.

#### 4 CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho mostraram a importância da utilização de Indicadores de Sustentabilidade para a Gestão Municipal de Resíduos Sólidos Urbanos. A Técnica Delphi foi utilizada como uma ferramenta para a seleção dos indicadores mais relevantes para uma análise mais detalhada do sistema de gestão. O conjunto final apresentado neste trabalho abrangeu 17 indicadores relacionados com seis dimensões da sustentabilidade: ambiental, política, tecnológica, financeira, conhecimento e social. O NS do sistema de gestão dos RSU de Volta Redonda foi de 6,5 (média sustentabilidade).

Quando analisado separadamente as dimensões da sustentabilidade, o município de Volta Redonda apresentou na dimensão ambiental, financeira e social média sustentabilidade. O nível mais crítico encontra-se na dimensão política, que apresentou baixa sustentabilidade.

Embora o município tenha apresentado média sustentabilidade, vale destacar os pontos positivos notados: coleta seletiva implementada, geração *per capita* dos RSU abaixo da média nacional. A eficiência da coleta dos resíduos, associada aos tipos e quantidade de veículos coletores desta atividade, suprem as necessidades dos munícipes.

Em virtude do exposto e em conformidade com o que foi observado e ponderado anteriormente, ações de melhorias no sistema de gestão de RSU são necessárias, sendo a implantação do PMGIRS um fator que irá gerar um diagnóstico da atual realidade do quadro do município. Assim, através do PMGIRS a gestão municipal poderá atuar de forma mais assertiva nos problemas identificados, convergindo-se para uma gestão mais sustentável.

Outro aspecto em que a prefeitura deve investir para alcançar o nível mais alto da sustentabilidade seria a capacitação dos agentes que atuam na área de limpeza pública. Uma capacitação de forma continuada e principalmente comprometida a manter os processos e procedimentos atualizados corrobora para uma qualidade da gestão sustentável dos RSU, além de melhoria da produtividade. A implementação de pontos de entrega voluntária de resíduos segregados proporcionaria uma redução considerável no custo da coleta, aumentando a quantidade de resíduos recicláveis.

#### Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram que não têm interesses financeiros concorrentes ou relações pessoais que possam ter influenciado o trabalho relatado neste artigo. Nada a declarar.

### Contribuições dos autores

Todos os autores(as) contribuíram de igual forma para a confecção do presente estudo.

### REFERÊNCIAS

- ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama-2020/>>. Acesso em janeiro de 2021.
- Barros, R. T. De V.; Silveira, Á. V. F. Uso de indicadores de sustentabilidade para avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos na Região Metropolitana de Belo Horizonte. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 24(2), 411–423, 2019. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522019177499>
- Berticelli, R.; Korf, E. P. Diretrizes para elaboração de um plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos. *Revista de Engenharia Civil IMED*, 3(1), 19–24, 2016. <https://doi.org/10.18256/2358-6508/rec-imed.v3n1p19-24>
- BNCC – Base Nacional Curricular Comum. (2017). Base Nacional Comum Curricular, Educação é a Base, 2017. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>. Acesso em novembro de 2021.
- BRASIL. 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. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 147, p. 3, 03 ago. 2010. 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 janeiro de 2023.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 15 – Atividades de Operações Insalubres. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2014. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-15-nr-15>>. Acesso em janeiro de 2023.
- Cetrulo, T. B.; Marques, R. C.; Cetrulo, N. M.; Pinto, F. S.; Moreira, R. M.; Mendizábal-Cortés, A. D.; Malheiros, T. F. Effectiveness of solid waste policies in developing countries: A case study in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 205, 179–187, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.094>
- Chaves, G. De L. D.; Siman, R. R.; Sena, L. G. Ferramenta de avaliação dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: Parte 1. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 25(1), 167–179, 2020. <https://doi.org/10.1590/s1413-4152202020180120a>
- Costa, I. M.; Ferreira Dias, M. Evolution on the solid urban waste management in Brazil: A portrait of the Northeast Region. *Energy Reports*, 6, 878–884, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.11.033>
- CEPERJ – Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro. ICMS Ecológico. Disponível em: <[https://www.ceperj.rj.gov.br/?page\\_id=74](https://www.ceperj.rj.gov.br/?page_id=74)>. Acesso em novembro de 2021.
- Da SILVA, L.; PRIETTO, P. D. M.; KORF, E. P. Sustainability indicators for urban solid waste management in large and medium-sized worldwide cities. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117802, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117802>
- Dolci, L. N.; Pereira, A. M. Educação ambiental e educação estética: um processo educativo para a sustentabilidade. *Educação: Teoria e Prática*, 30(63), 1–16, 2020. <https://doi.org/10.18675/1981-8106.v30.n.63.s12349>

- Franca, L. S.; Ribeiro, G. M.; Chaves, G. De L. D. The planning of selective collection in a real-life vehicle routing problem: A case in Rio de Janeiro. *Sustainable Cities and Society*, 47, 101488, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101488>
- Fratta, K. D.; Toneli, J. T. C. L.; Antonio, G. C. Diagnosis of the management of solid urban waste of the municipalities of ABC Paulista of Brasil through the application of sustainability indicators. *Waste Management*, 85, 11–17, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.12.001>
- Ghesla, P. L., Gomes, L. P.; Caetano, M. O.; Miranda, L. A. S.; Dai-Prá, L. B. Municipal Solid Waste Management from the Experience of São Leopoldo/Brazil and Zurich/Switzerland. *Sustainability*, 10 (10), 2018. <https://doi.org/10.3390/su10103716>
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4ª Ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- Guadagnin, M. R.; Luchese, M. V. P. Avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Orleans – SC. *Tecnologia e Ambiente*, 24(0), 116–134, 2018. <https://doi.org/10.18616/ta.v24i0.4370>
- Gurgel Júnior, F. J. Panorama da gestão de resíduos em Volta Redonda/RJ. *Cadernos UniFOA*, 12(35), 35–46, 2018. <https://doi.org/10.47385/cadunifoa.v12.n35.1227>
- Gomes, C. M.; Kneipp, J. M.; Kruglianskas, I.; Rosa, L. A. B. Da; Bichueti, R. S. Management for sustainability: An analysis of the key practices according to the business size. *Ecological Indicators*, 52, 116–127, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.11.012>
- GOOGLE EARTH. Google Earth website. Disponível em: <<http://earth.google.com>>. Acesso em janeiro de 2021.
- HAZTEC. CTR Barra Mansa. Disponível em: <<http://haztec.com.br/solucoes-ambientais-completas/index.php/solucoes/centrais-de-tratamento-de-residuos#ctrb>>. Acesso em maio de 2019.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/volta-redonda/panorama>>. Acesso em março de 2020.
- INEA – Instituto Estadual do Ambiente. (2021). Consulta e Publicação de Processos – Diário Eletrônico Inea. Disponível em: <<http://200.20.53.7/SCUP/>>. Acesso em janeiro de 2021.
- Kauark, F. S; Manhães, F. C; Medeiros, C. H. Metodologia da Pesquisa: guia prático. 1ªEd. Itabuna-Brasil: Via Litteratum, 2010.
- Mannarino, C. F.; Ferreira, J. A.; Gandolla, M. Contribuições para a evolução do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil com base na experiência Européia. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 21(2), 379–385, 2016. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522016146475>
- Marques, J. B. V.; Freitas, D. De. Método Delphi: Caracterização e potencialidades na pesquisa em Educação. *Pro-Posições*, 29, 389–415, 2018. <https://doi.org/10.1590/1980-6248-2015-0140>
- Milanez, B. Resíduos sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação/Bruno Milanez -- São Carlos : UFSCar, 2002. <https://doi.org/10.13140/2.1.2419.6168>
- Nascimento, E. P. do. Trajetória da sustentabilidade: Do ambiental ao social, do social ao econômico. *Estudos Avançados*, 26, 51–64, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142012000100005>
- Oliveira, T. B. De; Galvão Junior, A. De C. Planejamento municipal na gestão dos resíduos sólidos urbanos e na organização da coleta seletiva. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 21(1), 55–64, 2016. <https://doi.org/10.1590/S1413-41520201600100155929>
- ONU – Organização das Nações Unidas. Humanidade produz mais de 2 bilhões de toneladas de lixo por ano, diz ONU em dia mundial. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/humanidade-produz-mais-de-2-bilhoes-de-toneladas-de-lixo-por-ano-diz-onu-em-dia-mundial/>>. Acesso em maio de 2019.
- Paixão, J. A. Da. Educação ambiental na educação básica: Elementos para se pensar o trato da dimensão ambiental nas aulas educação física. *Horizontes*, 36(1), 197–208, 2018. <https://doi.org/10.24933/horizontes.v36i1.484>
- Paschoalin Filho, J.; Filho, J. A. P.; Silveira, F. F.; Luz, E. G. Da; Oliveira, R. B. Comparação entre as Massas de Resíduos Sólidos Urbanos Coletadas na Cidade de São Paulo por Meio de Coleta Seletiva e Domiciliar. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 3(3), 19–33, 2014. <https://doi.org/10.5585/geas.v3i3.208>

- Pereira, S. S.; Curi, R. C.; Curi, W. F. Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: Parte II - uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões: aplicação do modelo. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 23(3), 485–498, 2018. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522018163505>
- PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Volta Redonda, 2015. Disponível em: <[http://www.portalvr.com/projetos/saneamento/mod/consulta\\_publica\\_2015/pdf/DOC3\\_PMGIRS.pdf](http://www.portalvr.com/projetos/saneamento/mod/consulta_publica_2015/pdf/DOC3_PMGIRS.pdf)>. Acesso em novembro de 2019.
- Polaz, C. N. M.; Teixeira, B. A. Do N. Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: Um estudo para São Carlos (SP). *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 14(3), 411–420, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522009000300015>
- Rozados, H. F. O uso da técnica Delphi como alternativa metodológica para a área da Ciência da Informação. *Em Questão*, 21(3), 64–86, 2015. <https://doi.org/10.19132/1808-5245213.64-86>
- Santiago, L. S.; Dias, S. M. F. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 17(2), 203–212, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522012000200010>
- Sellitto, M. A.; De Almeida, F. A. Analysis of the contribution of waste sorting plants to the reverse processes of supply chains. *Waste Management & Research*, 37(2), 127–134, 2019. <https://doi.org/10.1177/0734242X18815968>
- Silva, G. S.; Silva, A. C. Gestão de pessoas no serviço público: os programas de capacitação de servidores técnico-administrativos na Universidade Federal do Tocantins – campus de Araguaína, em 2016. *Revista Estudo & Debate*, 25(2), 2018. <https://doi.org/10.22410/issn.1983-036X.v25i2a2018.1560>
- Silveira, M.; Araújo Neto, M. D. De. Licenciamento ambiental de grandes empreendimentos: Conexão possível entre saúde e meio ambiente. *Ciência & Saúde Coletiva*, 19(9), 3829–3838, 2014. <https://doi.org/10.1590/1413-81232014199.20062013>
- SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em abril de 2021.
- VOLTA REDONDA. (2017). Lei municipal 5.392, 2017. Institui a educação ambiental como matéria específica no ensino fundamental e médio, tornando a educação ambiental matéria obrigatória nas escolas públicas do Município de Volta Redonda. Disponível em: <[https://sapl.voltaredonda.rj.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2017/68/68\\_texto\\_integral.pdf](https://sapl.voltaredonda.rj.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2017/68/68_texto_integral.pdf)>. Acesso em janeiro de 2023.
- VOLTA REDONDA. (2021a). Cronograma Coleta de Lixo de VR, 2021. Disponível em: <<http://aplicativos.voltaredonda.rj.gov.br:4000/cartaServicos/149/>>. Acesso em outubro de 2021.
- VOLTA REDONDA. (2021b). Portal da Transparência, 2021. Disponível em: <<http://www2.voltaredonda.rj.gov.br/transparencia/mod/licitacao/contratos/pgm/>>. Acesso em outubro de 2021.
- VOLTA REDONDA. (2021c). Prefeitura de Volta Redonda Divulga Cronograma da Coleta Seletiva. 2021. Disponível em: <<https://new.voltaredonda.rj.gov.br/9-noticias-em-destaque/3767-prefeitura-de-volta-redonda-divulga-cronograma-da-coleta-seletiva-3>>. Acesso em outubro de 2021.
- VOLTA REDONDA. (2021d). Secretaria de Infraestrutura Troca Lixeiras por Unidades mais resistentes, 2021. Disponível em: <<https://new.voltaredonda.rj.gov.br/governo/9-noticias-em-destaque/3146-secretaria-de-infraestrutura-troca-lixearas-por-unidades-mais-resistentes>>. Acesso em outubro de 2021.
- Warschauer, M.; Carvalho, Y. M. O conceito “Intersectorialidade”: Contribuições ao debate a partir do Programa Lazer e Saúde da Prefeitura de Santo André/SP. *Saúde e Sociedade*, 23(1), 191–203, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0104-12902014000100015>
- Zhao, L.; Zha, Y.; Zhuang, Y.; Liang, L. Data envelopment analysis for sustainability evaluation in China: Tackling the economic, environmental, and social dimensions. *European Journal of Operational Research*, 275(3), 1083–1095, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.12.004>

- Zhou, J.; Shen, L.; Song, X.; Zhang, X. Selection and modeling sustainable urbanization indicators: A responsibility-based method. *Ecological Indicators*, 56, 87–95, 2015.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.03.024>
- Zon, J. L. N.; Leopoldino, C. J.; Yamane, L. H.; Siman, R. R. Waste pickers organizations and municipal selective waste collection: Sustainability indicators. *Waste Management*, 118, 219–231, 2020.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.08.023>