

ÍNDICE PARA AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS MUNICIPAIS: ESTUDO DE CASO EM ITATIBA-SP

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.16.25.III-001>

Nicole Almeida Cavallaro (*), Gerson Araujo de Medeiros

* Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de Sorocaba, São Paulo. e-mail: nicole.cavallaro@unesp.br.

RESUMO

Itatiba tem experimentado um crescimento populacional associado ao processo de urbanização emergindo desafios para a gestão dos resíduos sólidos municipais (RSM). O objetivo do presente trabalho foi avaliar o sistema de gestão dos resíduos sólidos municipais de Itatiba, no estado de São Paulo, por meio de um índice de eficiência adaptado às condições regionais. Dados secundários e entrevistas não estruturadas com gestores e levantamentos no aterro municipal permitiram avaliar as quatro dimensões que compõem o índice de eficiência do sistema de gestão dos RSM (EI_{RSM}): 1) política, estrutural e financeira; 2) gravimetria e logística; 3) triagem, valoração e compostagem; e 4) disposição final. Os resultados demonstraram que Itatiba possui uma estrutura política e legislativa para a gestão dos RSM, na abrangência municipal. Itatiba apresentou um sistema de gestão dos RSM parcialmente adequado, pois EI_{RSM} atingiu 62%. O destaque se refere à coleta, transporte e disposição dos RSM em aterro sanitário. Todavia, a maior fragilidade se refere à ausência de um sistema de compostagem e maior participação dos sucateiros na gestão integrada dos RSM.

PALAVRAS-CHAVE: gestão ambiental, planejamento urbano, reciclagem.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional associado às mudanças de hábitos de consumo emerge desafios quanto à gestão dos resíduos sólidos municipais (RSM) pela sociedade contemporânea. Os impactos dos sistemas de gestão dos RSM têm sido avaliados nas suas diferentes dimensões, como a social (COSTA et al., 2022), política (SUARIS et al., 2024), econômica (PAES et al., 2021, MERLOTO et al., 2023) e ambiental (OLIVEIRA et al., 2022, MENICHELLI et al., 2023). Todavia, abordagens que avaliem o caráter multidimensional da gestão dos RSM ainda precisam ser desenvolvidas (FERRAZ et al., 2021).

Técnicas como avaliação do ciclo de vida (OLIVEIRA et al., 2022, PAES et al., 2014), análise da paisagem (CRISTÓVÃO & MEDEIROS, 2023), consulta a especialistas (OLIVEIRA et al., 2021) têm sido desenvolvidas e disseminadas na literatura científica, voltadas para a avaliação do sistema de gestão dos resíduos sólidos em diferentes regiões do Brasil e países. Todavia, o uso de índices tem alcançado visibilidade pela capacidade adaptativa a diferentes condições sócio, econômicas e ambientais, inerentes à gestão integrada dos RSM (FERRAZ et al., 2021).

Índices e indicadores usados para avaliar a gestão dos RSM podem endereçar propostas específicas, como a capacidade do sistema em recuperar resíduos (CERVANTES et al., 2018), a hierarquia dos resíduos sólidos para promover a economia circular (PIRES & MARTINHO, 2019), a avaliação das melhores práticas de manejo (DEUS et al., 2020) e para aferir a qualidade da gestão dos RSM (CRISTÓVÃO et al., 2022).

Um índice desenvolvido por Ferraz et al. (2021) avaliou a eficiência da gestão integrada dos RSM de 20 municípios da Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Sorocaba e Médio Tietê. Tal índice considerou aspectos como os serviços, a infraestrutura e instalações operacionais destinadas às atividades de coleta, transporte, triagem, tratamento e disposição de resíduos sólidos. Todavia, para sua aplicação à realidade da gestão de outros municípios, adaptações são necessárias, conforme Cervantes et al. (2018), por questões relacionadas a disponibilidade de informações; adaptabilidade dos fatores avaliados às condições políticas, econômicas e sociais locais; a inclusão de fatores qualitativos e quantitativos; a replicabilidade e confiabilidade dos resultados levantados; e sua abrangência para permitir o município alcançar uma gestão integrada e sustentável dos RSM.

OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o sistema de gestão dos resíduos sólidos municipais de Itatiba, no estado de São Paulo, por meio de um índice de eficiência adaptado às condições regionais:

METODOLOGIA

2.1. Levantamento dos aspectos da gestão dos resíduos sólidos municipais (RSM)

Itatiba, município do estado de São Paulo, possui uma área de 322 km², na qual viviam cerca de 122 mil habitantes, em 2022 (IBGE, 2025). Os aspectos da gestão dos RSM de Itatiba foram levantados por meio de consulta a documentos da Prefeitura e uma entrevista com a Secretária do Meio Ambiente, em 2025. Os resultados desses levantamentos permitiram a elaboração de um índice de eficiência de gestão dos RSM (IE_{RSM}), baseado na proposta de Ferraz et al. (2021), e adaptado para as condições de Angola por Cristóvão et al. (2022).

2.2. Descrição das dimensões, fatores e itens avaliados na gestão dos RSM

Quatro dimensões foram avaliadas para a composição do índice de eficiência do sistema de gestão dos RSM (IE_{RSM}): 1) Política, Estrutural e Financeira, 2) Gravimetria e Logística, 3) Triagem, Valoração e Compostagem, e 4) Disposição Final.

A dimensão “Política, Estrutural e Financeira” considera os instrumentos e políticas de planejamento e gestão dos RSM. Nessa dimensão foram analisadas as principais diretrizes políticas, como a hierarquia de resíduos sólidos (prevenção, redução, recuperação, reciclagem, tratamento e disposição final) e a inclusão dos catadores e cooperativas no sistema de gestão dos RSM; o Plano de Gestão de RSM e as formas de sua execução e controle; a estrutura física, financeira e de recursos humanos do setor de RSM; e a promoção da educação ambiental.

A dimensão “Gravimetria e Logística” avaliou a análise gravimétrica dos RSM, para se inferir sobre o seu potencial econômico e dimensionar estruturas de tratamento e disposição. A forma (tipo de veículos), periodicidade e abrangência da coleta, e o transporte dos RSM até o aterro sanitário foram os fatores relacionados à logística.

A dimensão “Triagem, Valoração e Compostagem” considerou as ações da Administração Municipal para promover a logística reversa, a triagem e valoração dos resíduos secos, as formas de apoio a cooperativas, e a compostagem dos resíduos orgânicos. Portanto, considerou-se que a construção e operação da estrutura de unidades de compostagem é de responsabilidade do município.

Na dimensão Disposição Final se baseou em avaliação periódica do aterro sanitário municipal, realizada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e publicada em relatórios oficiais. Cada dimensão foi dividida em fatores, os quais destacavam aspectos da eficiência do sistema de gestão dos RSM, conforme Ferraz et al. (2021). A avaliação de cada fator foi realizada por meio de itens de análise relacionados a estruturas, políticas, instrumentos e procedimentos operacionais.

2.3. Forma de avaliação das dimensões, fatores e itens da gestão dos RSM

Nas quatro dimensões consideradas, os itens foram avaliados por meio de questões de múltipla escolha, com três possibilidades de resposta, cada uma com um valor associado: afirmativa (valor 5,0), representando a presença e uso potencial do procedimento, processo ou estrutura do item analisado; parcial (valor 3,0), correspondendo a presença do item mas com desempenho ou implementação parcial; e negativa (valor 1,0), indicando que o item analisado não se encontra estruturado ou opera na informalidade, com apoio deficiente da Administração Municipal.

2.4. Índice de Eficiência do Sistema de Gestão dos RSM (IE_{RSM})

O índice de eficiência da dimensão i avaliada do sistema de gestão dos RSM foi determinado pela seguinte equação:

$$IED_i = \frac{\sum_{j=1}^n Nota_j}{z}$$

em que o IED_i corresponde ao índice de eficiência da dimensão i do sistema de gestão dos RSM (%); $Nota_j$ a nota atribuída ao Fator j (adimensional); z o número de fatores para cada dimensão i avaliada (adimensional);

O índice de eficiência do sistema de gestão dos RSM (IE_{RSM}) foi determinado, para o município de Itatiba, pela seguinte relação:

$$IE_{RSM} = \frac{\sum_{i=1}^n IED_i}{n}$$

em que IE_{RSM} é o índice de eficiência do sistema de gestão dos RSM (%); IED_i o índice de eficiência da dimensão i (%); n é o número de dimensões avaliadas.

Portanto, o valor de IE_{RSM} varia de um mínimo de 20%, correspondendo a uma gestão informal ou desarticulada, até um máximo de 100%, representando uma gestão plena e eficiente dos RSM, considerando as especificidades regionais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo informações levantadas junto à gestora entrevistada, a gestão dos RSM de Itatiba inclui a coleta, transporte e disposição dos RSM em aterro sanitário, atendendo 100% da população urbana. Na área urbana, a gestora apontou um atendimento de 100% da população no que se refere à coleta de resíduos secos. Todavia a taxa de reciclagem do município atinge 4,1% (SNIS, 2023). Essa taxa é superior àquela observada no Brasil (3,0%), e de cidades do estado de São Paulo, como a capital São Paulo (1,6%), Sorocaba (3,4%) e Piedade (2,9%) (PAES et al., 2020b).

A coleta dos resíduos sólidos de Itatiba, realizada diariamente e durante toda a semana, atinge 100% da população. Itatiba coleta cerca 0,71 kg.(hab.dia)⁻¹, o que corresponde a aproximadamente 89 t.dia⁻¹, com um custo de R\$ 206,49 por tonelada de RSM. Tais informações foram extraídas da base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, em 2022 (SNIS, 2022). A geração per capita de Itatiba é inferior àquela estimada em outras cidades do estado de São Paulo, como São Paulo (1,10 kg.(hab.dia)⁻¹) e Sorocaba (0,87 kg.(hab.dia)⁻¹) (PAES et al., 2020a), e Piedade (0,81 kg.(hab.dia)⁻¹) (PAES et al., 2014). Todavia, foi superior àquela observada em cidades da Amazônia, como Humaitá (0,41 kg.(hab.dia)⁻¹), provavelmente relacionado à diferença do perfil socioeconômico e demográfico entre a região Sudeste e Norte do Brasil, o qual influencia na geração dos resíduos sólidos municipais e potencial para a economia circular (MANCINI et al., 2021).

A Tabela 1 apresenta os valores do índice de eficiência para cada fator (EIF) da Dimensão 1, avaliados no sistema de gestão dos RSM de Itatiba, no estado de São Paulo.

A Dimensão 1 (Políticas, Estrutural e Financeira) atingiu o menor índice de eficiência média dentre todas as dimensões avaliadas (57%). Nessa dimensão se destacou o fator Plano de gestão dos RSM e sua execução, com um índice de eficiência de 70%, pois o município possui um plano de gestão com objetivos claros, programas e projetos implementados e um técnico responsável com qualificação adequada. Todavia, esse plano estava desatualizado há seis anos. O fator com pior da Dimensão 1 com o menor índice de eficiência (47%) foi aquele relacionado aos recursos humanos, pela ausência de um plano de carreira para os servidores e de um programa de melhoria da qualidade do serviço público aplicado ao setor de gestão dos RSM.

A Tabela 2 apresenta os valores do índice de eficiência para cada fator (EIF) da Dimensão 2 (Gravimetria e Logística). O desempenho dessa dimensão atingiu o segundo pior índice de eficiência (60%). Os dois fatores relacionados a essa dimensão (Gravimetria e Coleta e logística) atingiram a mesma eficiência (60%). No fator Gravimetria destacou-se a metodologia empregada para a estimativa da composição dos resíduos sólidos municipais. Todavia, a frequência dos estudos de gravimetria reduziu a nota desse fator, pois não há acompanhamento técnico e publicação de dados atualizados sobre a geração de resíduos sólidos do município, e sua gravimetria, segundo a gestora municipal. No fator Coleta e Logística a falta de um planejamento de rota pelo município reduziu o índice de eficiência, apesar do município atingir 100% da população, segundo o SNIS (2023).

Na Tabela 3 é possível visualizar os resultados de eficiência da Dimensão 3 (Triagem, Valoração e Compostagem), que atingiu o segundo maior índice de eficiência (63%), dentre as dimensões do sistema de gestão dos RSM avaliados. Destacaram-se os fatores relacionados à coleta seletiva e apoio à Cooperativa, por meio da coleta seletiva do município que é direcionada aos cooperados e apoio ao centro de triagem. A coleta seletiva permitiu à Cooperativa Reviver desviar cerca de 7,0 t RSM por dia da disposição no aterro sanitário municipal. Todavia o município não tem qualquer política de apoio aos sucateiros, que são importantes atores na gestão integrada dos RSM, como acontece na Amazônia (OLIVEIRA et al., 2021) e Angola (CRISTÓVÃO et al. 2022). O principal fator que reduziu a eficiência da Dimensão 3 foi a ausência de qualquer estrutura no município para a compostagem dos resíduos sólidos orgânicos, apesar desse tipo de resíduo ser predominante em municípios do estado de São Paulo, como a capital São Paulo (51%) (PAES et al., 2020b), Sorocaba (46%) (PAES et al., 2020a), Piedade (54%) (PAES et al., 2014).

A Tabela 4 permite observar os resultados da análise da Dimensão 4, relacionada à disposição final dos resíduos sólidos municipais. Essa dimensão apresentou a maior eficiência (68%), pois os resíduos são dispostos em aterro sanitário. O aterro sanitário é a principal alternativa de gestão dos RSM no Brasil, nos quais é disposto cerca de 63% dos resíduos gerados pela população. Todavia, na região norte predomina a disposição em lixões (OLIVEIRA et al., 2021), assim como em países africanos, incluindo Angola (CRISTÓVÃO et al., 2022). Apesar de ser uma estrutura de engenharia com controle de acesso e de impactos ambientais potenciais, como aqueles gerados pelo lixiviado, o aterro de Itatiba não tem estrutura para queima de gases produzidos pelo aterro. O destaque dessa dimensão se refere aos monitoramentos e controles periódicos realizados no aterro sanitário. Apesar desse melhor desempenho, o índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR) divulgado pela CETESB referente ao aterro sanitário de Itatiba alcançou 7,9 em 2023, abaixo da média do estado (8,9), mas considerado adequado, por estar acima do limite de 7,1, estabelecido por agência ambiental (CETESB, 2024).

Tabela 1. Dimensão 1: Política, Estrutural e Financeira.

Fator	Descrição do item analisado	Nota
1. Diretrizes de gestão dos RSM	Existem políticas e normas municipais relacionada à gestão de resíduos sólidos?	3
	O Município aplica o conceito de hierarquia dos resíduos (redução, recuperação e reciclagem) na gestão dos RSM ?	3
	Existe um instrumento político para a inclusão de cooperativas de catadores e sucateiros no município no sistema de gestão dos RSM?	3
	O Licenciamento Ambiental é um instrumento de gestão dos RSM ?	3
	Sub-Total	12
	Índice de eficiência das Diretrizes de Gestão dos RSM (%)	60
2. Plano de gestão dos RSM e sua execução	O Município possui Plano de Gestão dos RSM?	3
	Os objetivos estão claramente definidos?	5
	O plano define indicadores de desempenho?	3
	O plano define programas a serem implementados?	5
	O plano define projetos a serem implementados?	5
	O plano define prioridades de programas e projetos?	3
	O plano define cronograma de trabalho?	3
	Os objetivos do plano foram alcançados?	3
	O plano é avaliado periodicamente ?	1
	Existe um técnico responsável pela gestão dos RSM ?	5
	Este técnico tem formação adequada à gestão dos RSM?	5
	Este técnico tem poder e autonomia adequados para tomada de decisão na gestão dos RSM?	3
	São publicados relatórios sobre a gestão dos RSM para subsidiar o processo de tomada de decisão?	1
	Sub-Total	41
	Índice de eficiência do Plano de gestão dos RSM e sua execução (%)	70
3. Infra Estrutura Física e Operacional	Existente um setor específico e responsável pela gestão dos RSM?	5
	Esse setor tem instalações físicas bem estruturadas?	5
	O mobiliário do setor é adequado?	3
	Existem estruturas de tecnologia da informação para apoiar a administração municipal na gestão dos RSM ?	1
	Existem computadores disponíveis para serem utilizados pelo setor de gestão dos RSM?	3
	Os softwares estão disponíveis e são adequados?	1
	Existe um plano de manutenção dos veículos e equipamento do setor de gestão dos RSM ?	3
	Existem oficinas no município para a manutenção dos veículos e equipamentos do setor de gestão dos RSM ?	3
	Essas oficinas estão adequadamente equipadas ?	3
	A equipe de mecânicos está em número suficiente para atender a demanda de manutenção da estrutura do setor de gestão dos RSM ?	3
	Sub-Total	30
	Índice de eficiência da Infra Estrutura Física e Operacional do setor de Gestão dos RSM (%)	58

Tabela 1. Dimensão 1: Política, Estrutural e Financeira (continuação)

Fator	Descrição do item analisado	Nota
4. Recursos humanos	Os colaboradores dos recursos humanos da gestão de resíduos sólidos são qualificados e treinados?	3
	Existem programas de capacitação e prevenção de acidentes para os colaboradores do setor de gestão dos RSM?	3
	Existe plano de carreira para os colaboradores do setor de gestão dos RSM e ele é aplicado de forma adequada?	1
	Existe um departamento de recursos humanos relacionado ao setor de gestão dos RSM?	3
	Os colaboradores do setor de gestão dos RSM são capacitados para o uso de tecnologias da informação?	3
	Existe um programa de melhoria da qualidade do serviço público aplicado ao setor de gestão dos RSM?	1
	Sub-Total	14
	Índice de eficiência da Política de recursos humanos (%)	47
5. Gestão Financeira	Existe um sistema que controla a receita dos tributos relacionados a gestão dos RSM?	3
	Existe um sistema que controla os custos dos serviços de gestão dos RSM ?	3
	Existe um programa de otimização dos custos operacionais?	1
	Existem recursos financeiros suficientes para operacionalizar sólidos gestão de resíduos de forma adequada?	3
	O custo operacional do aterro sanitário é controlado adequadamente?	5
	Existe um programa voltado ao aumento da receita do sistema de gestão dos RSM?	1
	Existe um programa para buscar recursos e financiamentos para a gestão de resíduos sólidos?	1
	Sub-Total	17
	Índice de eficiência da Gestão Financeira (%)	49
6. Educação Ambiental	O Município promove educação ambiental relacionada à gestão dos RSM em escolas públicas de ensino fundamental?	3
	O Município promove educação ambiental relacionada à gestão de resíduos sólidos em escolas públicas de ensino médio?	3
	Existem programas de coleta seletiva nas escolas públicas de ensino fundamental?	3
	Existem programas de coleta seletiva em escolas públicas de ensino médio?	3
	São promovidas campanhas de educação ambiental relacionadas aos resíduos sólidos nos bairros do município?	3
	São realizadas campanhas de educação ambiental relacionadas aos resíduos sólidos nos condomínios e prédios residenciais do Município?	1
	Sub-Total	16
	Índice de Eficiência da Educação Ambiental (%)	53
	Índice de Eficiência Médio da Dimensão 1 do Sistema de Gestão dos RSM (%)	57

Tabela 2. Dimensão 2: Gravimetria e Logística.

Fator	Descrição do Ítem analisado	Nota
1. Gravimetria	O Município realizou estudo sobre a composição dos resíduos sólidos urbanos?	3
	O estudo sobre a composição dos resíduos sólidos urbanos foi feito com metodologia adequada?	5
	Os estudos de caracterização foram feitos há mais de três anos?	1
	Sub-Total	9
	Índice de Eficiência do Fator Gravimetria dos RSM (%)	60
2. Coleta e Logística	É obrigatório no Município a utilização de sacolas plásticas para a disposição dos resíduos sólidos urbanos?	3
	O Município fez um estudo considerando critérios técnicos para a escolha do tipo e número de veículos de coleta?	3
	O Município fez um estudo considerando critérios técnicos para determinar as melhores rotas de coleta?	3
	O Município utilizou software específico para determinar as melhores rotas de coleta?	1
	O Município fez estudo considerando critérios técnicos para determinar a periodicidade e o tempo das coletas?	3
	O sistema de coleta abrange todo o Município?	5
	Sub-Total	18
	Índice de Eficiência do Fator Coleta dos RSM (%)	60
	Índice de Eficiência da Dimensão 2 do sistema de Gestão dos RSM (%)	60

Tabela 3. Dimensão 3: Triagem, Valoração e Compostagem.

Fator	Descrição do item analisado	Nota
1. Coleta Seletiva	O Município possui programa de coleta seletiva?	5
	A coleta seletiva é feita pela administração municipal ou tem o seu apoio?	5
	Existe coleta seletiva feita por cooperativa de catadores?	3
	Existe algum controle do número de catadores na (s) cooperativa (s)?	3
	Sub-Total	16
	Índice de Eficiência do Fator Estrutura para Coleta Seletiva (%)	80
2. Triagem	O Município possui um mecanismo de triagem?	3
	O Município realiza, terceiriza ou apóia a instalação de triagem?	5
	Os catadores operam a unidade de triagem na cooperativa?	5
	Existe controle da quantidade enviada para a unidade de triagem?	3
	Sub-Total	16
	Índice de Eficiência do Fator Instalação para Triagem (%)	80
3. Cooperativas e Sucateiros	Estrutura de galpão e equipamentos para o desenvolvimento de Cooperativas	5
	Apoio e estrutura administrativa para o desenvolvimento de Cooperativas.	3
	Coleta e envio dos resíduos recicláveis para a Cooperativa	5
	Apoio e estrutura administrativa para o desenvolvimento dos sucateiros.	1
	Sub-Total	14
	Índice de Eficiência do Fator Instalação para Triagem (%)	70
4. Compostagem	O Município possui uma unidade de compostagem?	1
	O Município realiza, terceiriza ou apóia a instalação de compostagem?	1
	Os catadores operam a unidade de compostagem da cooperativa?	1
	Existe controle da quantidade enviada para a compostagem?	1
	Existe controle de qualidade do composto obtido?	1
	A qualidade do composto é boa?	1
	Sub-Total	6
	Índice de Eficiência do Fator Instalação para Compostagem (%)	20
	Índice de Eficiência da Dimensão 3 do sistema de Gestão dos RSM (%)	63

Tabela 4. Dimensão 4: disposição final dos resíduos sólidos municipais em Itatiba, estado de São Paulo

Fator	Descrição do item analisado	Nota
1. Estrutura Física	O local de destinação é considerado um aterro sanitário, aterro controlado ou lixão ?	5
	Proximidade do aterro da área urbana, residências e propriedades rurais ?	3
	Localização do aterro próximo a corpos hídricos ou nascentes ?	3
	Estrutura para coleta e tratamento de lixiviado ?	3
	Estrutura para restringir o acesso ao aterro (cerca, guarita, iluminação) ?	3
	Presença de catadores no interior e entorno do aterro sanitário ?	5
	Estrutura para coleta, queima ou aproveitamento energético do gás do aterro ?	1
	Sistema de drenagem da água da chuva ?	3
	Qualidade das estradas de acesso ao aterro sanitário ?	3
	Veículos para compactar e aterrar os resíduos sólidos depositados são adequados ?	3
	Construções para acomodar funcionários e vigilantes (vestiário, banheiro, cozinha) ?	1
	Balança para controlar resíduos que são depositados no aterro ?	5
	Sub Total	38
	Índice de eficiência do Fator Estrutura Física (%)	63
2. Monitoramento e Controle	Monitoramento e controle da quantidade de resíduos dispostos no aterro ?	5
	Monitoramento e controle do tipo de resíduo disposto no aterro sanitário ?	3
	Monitoramento e controle de odores ou emissões atmosféricas do aterro ?	3
	Monitoramento e controle da geração e destinação dos lixiviados ?	3
	Monitoramento e controle da qualidade de água subterrânea ?	3
	Monitoramento e controle do acesso de pessoas ao aterro ?	5
	Sub Total	22
	Índice de eficiência do Fator Monitoramento e Controle (%)	73
	Índice de eficiência da Dimensão 4 (%)	68
	Índice de Eficiência do Sistema de Gestão Municipal de Itatiba (%)	62

O índice de Ferraz et al. (2021) e adaptado para as condições de Itatiba, mostrou-se um método expedito para avaliar o sistema de gestão dos RSM.

CONCLUSÃO

O índice de eficiência do sistema de gestão dos resíduos sólidos municipais, permitiu sistematizar a informação e identificar as principais barreiras, lacunas e desafios para a gestão integrada dos RSM em Itatiba. Esse índice atingiu 62%, o que reflete um sistema adequado, considerando um sistema linear de gestão dos resíduos sólidos, pois a principal dimensão que contribuiu para essa nota foi a disposição em aterro sanitário. A compostagem municipal melhoraria o índice de eficiência do sistema de gestão municipal, assim como o investimento em recursos humanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cervantes, D.E.T., Martínez, A.L., Hernández, M.C., Cortázar, A.L.G. (2018). Using indicators as a tool to evaluate municipal solid waste management: A critical review. **Waste Management**, v. 80, p. 51–63, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.08.046>
2. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). **Inventário estadual de resíduos sólidos urbanos 2023**. São Paulo: CETESB, 2024.
3. Costa, A. M. et al. Social evaluation of municipal solid waste management systems from a life cycle perspective: a systematic literature review. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v.27, p.719–739, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11367-022-02057-6>
4. Cristóvão, G.S.F.; Medeiros, G.A. Municipal solid waste landfill efficiency index: development and application in Kuito, capital of Bié Province, Republic of Angola. **Journal of Engineering Research**, v.3, n.18, p.1-9, 2023. <https://doi.org/10.22533/at.ed.31731823020610>

5. Cristóvão, G.S.F.; Medeiros, G.A.; Mancini, S.D.; Pessela, J.D. Index for the assessment of municipal solid waste management in Angola: a case study in Kuito, Bié province. **African Geographical Review**, v.41, n.4, p.545-557, 2022. <https://doi.org/10.1080/19376812.2021.1974902>
6. Deus, R.M., Mele, F.D., Bezerra, B.S., Battistelle, R.A.G. A municipal solid waste indicator for environmental impact: assessment and identification of best management practices. **Journal of Cleaner Production**, 242, 118433, 2020).
7. Ferraz et al. Proposal and test of an assessment method for municipal solid waste management systems. **Journal of Solid Waste Technology and Management**, v.47, p.557-568. <http://dx.doi.org/10.5276/JSWTM/2021.557>
8. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Panorama do município de Itatiba**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/itatiba/panorama>. Acesso em 20 de maio de 2025.
9. Mancini, S.D. et al. Circular economy and solid waste management: Challenges and opportunities in Brazil. **Circular Economy and Sustainability**, v.1, p.261-282, 2021, <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00031-2>
10. Menichelli, B.H. et al. Impact of collection from indigenous lands on the municipal solid waste management system: A case study in the Amazon. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 14, e88121444612, 2023. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i14.44612>
11. Merloto, M. C. et al. Solid waste management in small municipalities: when and how to discuss a new fee ? **Reget**, v.27, e84474, 2023. <https://doi.org/10.5902/2236117084474>
12. Oliveira et al. Eco-efficiency transition applied to municipal solid waste management in the Amazon. **Journal of Cleaner Production**, v.373, 133807, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133807>
13. Oliveira et al. Integrated municipal and solid waste management in the Amazon: addressing barriers and challenges in using the Delphi Method. **International Journal of Environmental Impacts**, v.4, n 1, p.49-61, 2021. <https://doi.org/10.2495/EI-V4-N1-49-61>
14. Paes, M. X. et al. Transition to circular economy in Brazil A look at the municipal solid waste management in the state of São Paulo. **Management Decision**, v.59, p. 1827-1840, 2021. <https://doi.org/10.1108/MD-09-2018-1053>
15. Paes et al. Municipal solid waste management: Integrated analysis of environmental and economic indicators based on life cycle assessment. **Journal of Cleaner Production**, v.254, 119848, 2020a. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119848>
16. Paes et al. Transition towards eco-efficiency in municipal solid waste management to reduce GHG emissions: The case of Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v.263, 121370, 2020b. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121370>
17. Paes et al. Life cycle assessment applied to municipal solid waste management: A case study. **Environment and Natural Resources Research**, v.4, n.4; p.169-177, 2014.
18. Pires, A.; Martinho, G. Waste hierarchy index for circular economy in waste management. **Waste Management**, 95, 298–305, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.014>
19. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Diagnóstico temático: manejo de resíduos sólidos urbanos**, dezembro de 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos-snis>. Acesso em 19 de setembro de 2025
20. Suaris, L. D. et al. Aspectos legais e operacionais da gestão de resíduos sólidos: estudo de caso em Araçoiaba da Serra-SP. **Revista DELOS**, v.17, p. 01-29, 2024. <https://doi.org/10.55905/rdelosv17.n62-037>