

## APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS – IQDR NA CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE NOVA IGUAÇU

Rebeca do Nascimento de Jesus (\*), Bianca Dieile da Silva, Diego Macedo Veneu, Tatiana Freitas Valle, Felipe Sombra dos Santos

\*Empresa Municipal de Limpeza Urbana – EMLURB; Nova Iguaçu, RJ.

E-mail: rebecanascimentoeams9322@gmail.com

### RESUMO

Os municípios brasileiros vêm se deparando, nos últimos anos, com os desafios em relação aos desdobramentos da alta geração de resíduos associada ao aumento demográfico e à falta de infraestrutura de saneamento. Na tentativa de contribuir com avanços na melhoria de gestão de resíduos sólidos, a Lei Federal nº 12.305 que constitui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), e que foi aprovada em outubro de 2010, traz determinações significativas para direcionar a disposição final adequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Desta forma, cada vez mais torna-se necessário realizar uma avaliação contínua do desempenho ambiental dos aterros sanitários. Para avaliar o caso de um aterro sanitário licenciado e em operação, de Classe IIB, foi adotado neste trabalho o Índice de Qualidade de Destinação de Resíduos, que preconiza indicadores para avaliar e verificar as características locais, a infraestrutura implantada e as condições operacionais. E de acordo a metodologia empregada, foi possível concluir que o resultado final da aplicação do IQDR para a CTR de Nova Iguaçu-RJ foi satisfatório, possibilitando boas condições de operação do aterro sanitário naquele município.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Sólidos, Disposição Final, Aterros sanitários, Nova Iguaçu, Índice de Qualidade

### INTRODUÇÃO

A alta geração dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é oriunda do consumismo desenfreado presente nas atividades cotidianas humanas, impulsionada por aspectos-culturais, e também influenciados por fatores econômicos e sociais. Tal cenário traz desafios na gestão de RSU na sociedade contemporânea que vem se intensificando devido ao crescimento da população nas cidades, e, além disso, a própria falta de conscientização da população em relação às consequências ambientais referentes ao descarte incorreto dos materiais. A disposição inadequada dos resíduos sem o devido tratamento promove a degradação do solo, contaminam os mananciais e os cursos d'água e, aumenta a possibilidade de enchentes, contribuindo com a poluição do ar e a proliferação de vetores (Jacobi e Besen, 2006). Existem evidências de que os restos de comida são fonte de alimentos para os roedores que são uns dos principais vetores de doenças associadas à falta de saneamento (Ribeiro e Rooke, 2010).

A Lei Federal nº 12.305, aprovada no ano de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e promoveu diretivas importantes para incentivar à disposição final adequada dos RSU nos municípios brasileiros. A PNRS estabelece que os rejeitos tenham à disposição ambientalmente adequada nos aterros sanitários, evitando danos ou riscos à saúde pública, ao meio ambiente e à segurança de pessoas. Uma das ferramentas da lei era a imposição que os todos os lixões deveriam ter sido encerrados até o final do ano de 2014, objetivo que até hoje, infelizmente, não foi alcançado demonstrando a importância dessa questão. .

O Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos (SNIS, 2019), com base nas informações fornecidas pelos prestadores dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos dos municípios, revelou que a quantidade de resíduos sólidos coletados em 2018 no país, ultrapassou a 50 milhões de toneladas, com uma média nacional por habitante de aproximadamente 1 kg por dia. Porém essa quantidade pode estar subestimada, segundo o relatório da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2019) que utiliza outra metodologia de cálculo, revelou que, no ano de 2018, foram produzidos 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, das quais 43,3 milhões de toneladas foram coletadas e destinadas adequadamente aos aterros sanitários e 29,5 de toneladas de RSU destinadas inadequadamente em lixões ou aterros controlados, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações, prejudicando diretamente à saúde de milhões de pessoas. Em comparação com o ano de 2017, houve um aumento de 1,66% no quantitativo de RSU coletados em todo o País.

Na região Sudeste, a coleta regular na modalidade porta a porta dos resíduos urbanos obteve um valor percentual de 99,31%. Este percentual deixou de contemplar cerca de 560 mil residências da população urbana, que ainda possui a coleta de RSU realizada através de caçambas ou outras formas de destinação de seus resíduos sólidos urbanos (SNIS, 2019).

Segundo Boscov (2008), o aterro sanitário possui o menor custo operacional de destinação dos resíduos, comparado a outras tecnologias desenvolvidas para o tratamento de resíduos sólidos urbanos para em seguida destinar os mesmos. Essa forma de destinação baseia-se no aterramento dos resíduos sólidos em solo previamente preparado que são cobertos com uma camada de solo de cobertura, sem beneficiamento ou recuperação alguma dos resíduos que ali são dispostos.

No entanto, para a implantação de um aterro sanitário há necessidade de uma área ampla tal que o impacto ambiental seja minimizado e que o projeto tenha aceitação máxima da população vizinha, pois este tipo de empreendimento de grande porte altera as características biológicas, químicas e físicas do solo, sendo necessários Estudos de Impacto Ambiental local, conforme previsto na Resolução CONAMA n° 01 de 1986. Durante a operação do aterro é produzido um material lixiviado de origem orgânica, sua geração varia de acordo com o volume das águas pluviais que introduz e percola pelo maciço. O lixiviado possui uma extensa diversidade de componentes físicos e químicos que provêm da solubilização dos resíduos descartados no aterro e das reações químicas de bioestabilização da matéria orgânica apresentada (CUNHA, 2018). A decomposição anaeróbica da matéria orgânica dos resíduos auxilia na geração de gases, que contribui para o Efeito Estufa, em função do Potencial de Aquecimento Global (GWP) tendo como os principais o metano (CH<sub>4</sub>) que segundo o IPCC (2021) pode ser considerado 26 vezes maior que o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Partindo desse pressuposto, este trabalho está voltado para uma análise de desempenho ambiental da Central de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu (CTR-NI), utilizando o método do Índice de Qualidade de Destinação de Resíduos (IQDR), que emprega o uso de indicadores para a classificação e avaliação da operação do aterro sanitário instalado no município de Nova Iguaçu-RJ.

## OBJETIVOS

Avaliar a operação da Central de Tratamento de Resíduos do município de Nova Iguaçu, aplicando a metodologia do Índice de Qualidade de Destinação Final de Resíduos (IQDR) a fim de verificar as ações operacionais e sustentáveis que vêm sendo adotadas pela empresa responsável pela CTR.

## METODOLOGIA

A base metodológica adotada para o desenvolvimento dos indicadores do Índice de Qualidade de Destinação Final no Estado do Rio de Janeiro (IQDR-RJ) proposto pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) foi a NBR 13.896/97, norma que dispõe de requisitos mínimos para avaliar com regularidade a operação dos aterros sanitários instalados, licenciados e em operação. Para o cálculo do IQDR, a norma dividiu os indicadores de desempenho ambiental em três grupos distintos, referentes às características do local, infraestrutura implantada e as condições operacionais do aterro, realizado somente em aterros controlados ou industriais de Classe II-A, conforme proposto pela ABNT NBR 10.004. E baseado nas análises de dados, em função dos relatórios voltados para os índices empregados, foi realizada a pontuação dos a partir de avaliação de campo e consulta realizada junto a órgãos públicos de controle, e conseqüentemente, o somatório dos pontos, para a classificação do aterro local.

O questionário aplicado na avaliação do aterro sanitário, utilizando a metodologia IQDR-RJ, possui 52 indicadores diferentes, tendo como valor máximo o quantitativo de 200 pontos possíveis, conforme pode ser visualizado na Tabela 1.

**Tabela 1. Quantidades e valores dos indicadores por etapa na aplicação do IQDR, no Estado do Rio de Janeiro.**

Fonte: INEA, 2015.

ETAPA	QUANTIDADE DE INDICADORES	VALOR MÁXIMO
Características do local	11	56
Infraestrutura implantada	21	64
Condições operacionais	20	80
Total:	52	200

Para avaliar a qualidade dos aterros sanitários foi aplicada equação (1)

$$IQDR = \frac{\text{SOMA DOS RESULTADOS OBTIDOS (POR ETAPA)}}{\text{SOMA DA PONTUAÇÃO MÁXIMA POSSÍVEL (POR ETAPA)}} \quad (1)$$

Com o valor obtido da equação (1), é possível classificar o aterro sanitário, de acordo com os critérios da Tabela 2.

**Tabela 2. Classificação do aterro após a aplicação da metodologia IQDR da INEA**

Fonte: INEA, 2015.

PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
0,0 a 6,0	Condições Inadequadas

6,1 a 8,0	Condições Regulares
8,1 a 10,0	Condições Adequadas

De acordo com Cunha (2019) o IQDR é uma espécie de auditoria ambiental de acompanhamento realizada para avaliar e identificar impactos ambientais provocados na operação e manutenção dos aterros sanitários no Estado do Rio de Janeiro. Essa auditoria deverá ser realizada anualmente por um grupo multidisciplinar que possuam conhecimentos específicos exigidos pelo órgão estadual do ambiente. Durante a vistoria são coletadas evidências (registros, declarações, observações, medições, ensaios, etc.) que comprovem ações, técnicas e práticas que visam controlar e diminuir os impactos ambientais causados pelo empreendimento.

## RESULTADOS

Os indicadores adotados para avaliar as características físicas do local são de grande importância no critério de análise porque ressalta a estratégia de avaliação baseada em fatores físicos, definindo critérios diferentes sem prejudicar a análise dos empreendimentos em áreas distintas. Essa etapa contempla 11 indicadores relativos, às condições físicas do local, atingindo a pontuação máxima de 56,0 pontos, como é mostrado na Tabela 3.

**Tabela 3. Indicadores utilizados na avaliação das características do local com o IQDR-RJ. Fonte: INEA, 2015.**

SUB ITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTUAÇÃO
Proximidades de núcleos Habitacionais	Longe > 500m	5	5
	Próximo < 500m	0	
Zoneamento Municipal	Adequado	5	5
	Inadequado	0	
Permeabilidade do solo de fundação (<1x10 <sup>-6</sup> cm/s)	Adequado	5	5
	Inadequado	0	
Topografia do terreno (entre 1% e 30%)	Adequado	5	0
	Inadequado	0	
Sistema viário e acesso	Bom	5	5
	Ruim	0	
Proximidade de corpo d'água	Longe >200m	5	0
	Próximo <200m	0	
Profundidade do lençol freático	> 3m	6	6
	>1,5m e <3,0m	3	
	<1,5m	0	
Disponibilidade de material de recobrimento	Suficiente	5	5
	Insuficiente	3	
Vida útil estimada	>10 anos	5	5
	<10 anos	0	
Isolamento visual de vizinhança	Bom	5	5
	Ruim	0	
Área sujeita a inundação	Sim	0	5
	Não	5	
<b>Sub total</b>		<b>56</b>	<b>46</b>

O critério de infraestrutura implantado é adotado no cálculo do índice em questão que são utilizados como avaliação da preocupação da qualidade ambiental atual das atividades, realizadas na implantação do aterro, como por exemplo, o processo da formação de chorume, a capacidade do tratamento do mesmo e o aproveitamento do biogás. Nesta etapa foram utilizados 21 indicadores, no qual a pontuação máxima desse grupo de indicadores é de 64,0 pontos, de acordo com a Tabela 4.

**Tabela 4. Indicadores utilizados na avaliação da infraestrutura implantada com o IQDR-RJ. Fonte: INEA, 2015.**

SUB ITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTUAÇÃO
Cercamento em todo perímetro do terreno	Sim	2	2
	Não	0	
Balança Rodoviária	Sim	2	2
	Não	0	
Acesso à frente de trabalho	Bom	2	2

	Ruim	0	
Portão com controle de acesso (portaria/guarita)	Sim	2	2
	Não	0	
Sinalização interna do empreendimento	Sim	1	1
	Não	0	
Cinturão verde conforme projeto aprovado pelo INEA	Sim	3	3
	Não	0	
Faixa de proteção sanitária <i>non-aedificant</i> (Largura >10m)	Sim	2	2
	Não	0	
Sistema de comunicação interna e externa para uso em ações emergenciais	Sim	1	1
	Não	0	
Possui iluminação e energia para ações emergenciais (inclusive à noite)	Sim	2	2
	Não	0	
Sistema artificial de impermeabilização da base	Sim	1	4
	Não	0	
Sistema de detecção de vazamento sob o sistema artificial de impermeabilização da base	Sim	4	4
	Não	0	
Sistema de drenagem de efluentes líquidos percolados	Suficiente	3	3
	Insuficiente	1	
	Inexistente	0	
Sistema de drenagem pluvial definitiva	Insuficiente	1	3
	Inexistente	0	
	Suficiente	3	
Sistema de drenagem pluvial provisória	Insuficiente	1	3
	Inexistente	0	
	Suficiente	3	
Sistema de drenagem e queima de gases	Suficiente	3	3
	Inexistente	1	
	Insuficiente	0	
Aproveitamento de gases (MDL)	Sim	4	4
	Não	0	
Monitoramento de águas subterrâneas	Suficiente	4	4
	Insuficiente	1	
	Inexistente	0	
Sistema de tratamento de chorume	Suficiente	7	7
	Insuficiente / Inexistente	0	
Monitoramento trimestral dos efluentes tratados (chorume)	Sim	4	4
	Não	0	
Nível de tratamento de chorume	Sistema Primário + Envio para ETE	1	5
	Sistema Secundário + Envio para ETE	2	
	Sistema Terciário + Envio para ETE	5	
	Sistema Primário + Lançamento	1	
	Sistema Secundário + Lançamento	2	
	Sistema Terciário + Lançamento	5	
	Recirculação + Envio para ETE	2	

	Recirculação+ Primário +Envio para ETE	3	
	Recirculação +Secundário +Envio para ETE	4	
	Envio para ETE	2	
	Inexistente/ Recirculação	0	
Implantação de acordo com o projeto licenciado	Sim	3	3
	Parcialmente	1	
	Não	0	
<b>Sub total</b>		<b>64</b>	<b>64</b>

As condições operacionais são tipos de indicadores utilizados no cálculo do IQDR para avaliar as estratégias de gestão do aterro, verificando a disponibilidade dos equipamentos e a verificação dos sistemas instalados. Nessa etapa de avaliação foram utilizados 20 indicadores, a pontuação máxima de 80,0 pontos, distribuídos, de acordo com a Tabela 5.

**Tabela 5. Indicadores utilizados na avaliação das estratégias de gestão do IQDR-RJ. Fonte: INEA, 2015.**

SUB ITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTUAÇÃO
Aspecto geral	Bom	7	7
	Ruim	0	
Existência de Plano de Atendimento à Emergência	Sim	3	3
	Não	0	
Existência de Plano de Inspeção e Manutenção	Sim	3	3
	Não	0	
Compactação dos taludes e bermas	Adequado	4	4
	Inadequado	0	
Medição de recalque durante as etapas de operação	Adequado / Existente	3	3
	Inadequado / Inexistente	0	
Ocorrência de queima espontânea	Sim	0	3
	Não	3	
Recobrimento dos resíduos	Suficiente	7	7
	Insuficiente	2	
	Inexistente	0	
Presença de vetores aéreos (Urubus, garças ou outras aves)	Sim	0	0
	Não	4	
Presença de moscas (Em grandes quantidades)	Sim	0	4
	Não	4	
Presença de catadores de materiais recicláveis na frente de operações	Sim	0	4
	Não	4	
Presença de animais (Cachorros, porcos, bois e cavalos)	Sim	0	4
	Não	4	
Funcionamento do sistema de drenagem pluvial definitivo	Bom	3	3
	Regular	1	
	Inexistente	0	
Funcionamento do sistema de drenagem pluvial provisório	Bom	3	3
	Regular	1	
	Inexistente	0	
Funcionamento do sist. de drenagem de chorume	Bom	4	4
	Regular	2	
	Inexistente	0	
Funcionamento do sist. de tratamento de chorume (Deve ser verificado o)	Atende	7	7
	Não atende	2	
	Inexistente	0	

atendimento aos padrões da Resolução CONAMA N° 430/12)			
Ponto de lançamento do efluente (chorume) tratado	Adequado	2	2
	Inadequado	0	
	Inexistente	2	
Manutenção dos acessos internos	Adequada	2	2
	Regular	1	
	Inexistente	0	
Disponibilidade de equipamentos e veículos necessários para operação diária (Trator, Retro, Escavadeira e Caminhão basculante)	Adequada	6	6
	Deficiente	2	
	Inexistente	0	
Eficiência do sistema de drenagem e queima de gases	Adequada	4	4
	Inadequada	0	
Recebimento de resíduos não autorizados pelo licenciamento ambiental	Sim	0	0
	Não	3	
<b>Sub total</b>		<b>80</b>	<b>73</b>

Após a avaliação das características do local, infraestrutura implantada e a condição operacional do aterro, são possíveis identificar a pontuação obtida pelo aterro. Através da adição dos valores obtidos em cada etapa apresentada, é realizada a divisão entre o valor obtido e o valor máximo, conforme as seguintes equações:

- A equação (2) foi empregada para obter a avaliação percentual do subtotal das características do local

$$\text{Avaliação Pcentageal} = \left( \frac{46}{56} \right) \times 100 \quad (2)$$

- A equação (3) foi empregada para obter a avaliação percentual do subtotal da infraestrutura implantada:

$$\text{Avaliação Pcentageal} = \left( \frac{64}{64} \right) \times 100 \quad (3)$$

- A equação (4) foi empregada para obter a avaliação percentual do subtotal das condições operacional do aterro:

$$\text{Avaliação Pcentageal} = \left( \frac{73}{80} \right) \times 100 \quad (4)$$

## CONCLUSÕES

Após realizar a análise dos dados apresentados pela CTR-NI utilizando o método IQDR, o resultado geral demonstrou atendimento a maioria dos requisitos adotados. Tal fato se justifica, devido o valor máximo que o aterro sanitário de Nova Iguaçu poderia atingir, que era de 200 pontos na metodologia desenvolvida para o IQDR, e foi verificado que o valor total foi de 183 pontos. No que diz respeito ao valor médio que varia de 0 a 10, o resultado foi de 9,15 pontos, pois o aterro sanitário, segundo a avaliação feita, atende a todos os indicadores do sistema de disposição final de resíduos e, está em boas condições de funcionamento. Percebe-se que desde o projeto, planejamento e a operação do local, busca-se atender os requisitos da NBR 13.896 de 1997. Mesmo cumprindo com vários indicadores, foram identificados alguns índices que estão operando em desacordo com a Normativa, e outras não conformidades relatadas em relatório da própria empresa como problemas no tratamento de chorume e armazenamento inadequado de substâncias (HAZTEC, 2019).

Assim, também deve-se sempre repensar as ferramentas de avaliação baseadas em critérios definidos com o objetivo de verificar se não estão excluindo fatores mais abrangentes de avaliação que incorporem outros agentes na avaliação como a população do entorno (stakeholders) e os resultados dos dados do monitoramento ambiental visando uma melhoria constante no seu sistema de gestão ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

\_\_\_\_ NBR 10.004: Resíduos Sólidos - Classificação, 2004. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_ NBR 13.896: Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresa de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. São Paulo, 2018.

BESEN, G.R. Programas municipais de coleta seletiva em parceria com organizações de catadores na Região Metropolitana de São Paulo. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BOSCOV, M.E.G. Geotécnica Ambiental - Resíduos sólidos: rejeitos de mineração, lodos de ETA, resíduos da construção civil. 1º ed. Oficina do Texto, 2008.

BRASIL (2010). Lei 12.305 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. Diário oficial da União, Brasília.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Publicado no D.O.U. de 17 de fevereiro de 1986.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. Publicado no D.O.U. de 25 de maio de 2011.

CUNHA, C. E. S. C. P. Proposta de Índice de Sustentabilidade Operacional de Aterros Sanitários (ISOAS). Tese de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2019.

INEA - INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE: Norma Operacional (NOP) 031/2015. Rio de Janeiro, 2015.

HAZTEC. – CTR Nova Iguaçu – Auditoria de Acompanhamento – Ano base 2018. Rio de Janeiro. Disponível em: [http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/08/RAAA-HAZTEC-CTR-NI-ANO-BASE-2018\\_FINAL.pdf](http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/08/RAAA-HAZTEC-CTR-NI-ANO-BASE-2018_FINAL.pdf)

IPCC: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai A. Pirani S. L. Connors C. Péan S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy J.B.R. Matthews, T. K. Maycock T. Watherfield O. Yelekei R. Yu and B. Zhou (eds.)].Cambridge University Press. In Press, 2021.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. 2010. 36 p. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Especialização em Análise Ambiental) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – Ano Base 2017. Brasília. Disponível em: <http://snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>