

Article

Avaliação das Áreas de Disposição Final dos Resíduos Sólidos Urbanos de Itacoatiara, Amazonas

Gabriel dos Anjos Guimarães ¹, Camila Amorim dos Santos ², Daiana Thalisy da Silva Mitouso ³, Maureen Rebelo Rosário ⁴, Alexandre Duarte da Costa Garcia ⁵, Ricardo Takashi Kuwano ⁶, Rodrigo Couto Alves ⁷, Benone Otávio Souza de Oliveira ⁸

¹ Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos, Universidade Federal do Amazonas. ORCID: 0000-0002-4491-9727. E-mail: gaguimaraes09@gmail.com

² Bacharela em Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Amazonas. ORCID: 0000-0002-7130-4779. E-mail: camilaengenharia2017@gmail.com

³ Bacharela em Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Amazonas. ORCID: 0000-0003-3376-7454. E-mail: thalisymitouso@gmail.com

⁴ Bacharela em Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Amazonas. ORCID: 0000-0002-1535-240X. E-mail: maureenrebelo@gmail.com

⁵ Bacharel em Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Amazonas. ORCID: 0000-0002-4378-1842. E-mail: addcg.gfl@uea.edu.br

⁶ Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos, Universidade Federal do Amazonas. Professor da Universidade Federal do Amazonas. ORCID: CID: 0000-0002-8602-7284. E-mail: rkuwano@ufam.edu.br

⁷ Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, Universidade Federal do Amazonas. Professor da Universidade Federal do Amazonas. ORCID: 0000-0002-7452-9455. E-mail: rcouto@ufam.edu.br

⁸ Doutor em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual de São Paulo. Professor da Universidade Federal do Amazonas. ORCID: 0000-0002-5404-0409. E-mail: benone@ufam.edu.br

RESUMO

A elevada geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) está diretamente relacionada com o consumo de recursos das cidades, causando pressão ambiental e impactos negativos sobre o meio ambiente. O objetivo deste estudo foi analisar as áreas de disposição final dos RSU do município de Itacoatiara – AM, conforme o Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR), determinado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Foi realizado a aplicação do IQR nas áreas de disposição final dos RSU da zona urbana e rural do município (Vila de Novo Remanso, Vila de Lindóia e Vila de Engenho) em agosto de 2022, atribuindo pesos aos aspectos estruturais, operacionais e locais. Os resultados mostraram que as áreas de disposição final da zona urbana (IQR= 2,0), Vila de Novo Remanso (IQR= 1,1), Vila de Engenho (IQR= 1,4) e Vila de Lindóia (IQR= 1,3) possuem condições inadequadas de funcionamento, em virtude dos vários aspectos operacionais, estruturais e locais irregulares que atestaram a insustentabilidade das áreas. Estes resultados apontam para a necessidade de correções, que minimizem os impactos negativos sobre o meio ambiente.

Palavras-chave: gestão de resíduos; IQR; lixo; impacto ambiental; região amazônica.

ABSTRACT

The high generation of Urban Solid Waste (USW) is directly related to the consumption of resources in cities, causing environmental pressure and negative impacts on the environment. The objective of this study was to analyze the final disposal areas of USW in the municipality of Itacoatiara - AM, according to the Index of Waste Landfill Quality (IWLQ), determined by the Environmental Company of the State of São Paulo. The IWLQ was applied to the final disposal areas of USW in the urban and rural areas of the municipality (Vila de Novo Remanso, Vila de Lindóia, and Vila de Engenho) in August 2022, assigning weights to structural,



Submissão: 02/01/2023



Aceite: 31/05/2023



Publicação: 10/08/2023



operational, and locational aspects. The results showed that the final disposal areas in the urban zone (IWLQ= 2.0), Vila de Novo Remanso (IWLQ =1.1), Vila de Engenho (IWLQ= 1.4), and Vila de Lindóia (IWLQ= 1.3) have inadequate operating conditions, due to various irregular operational, structural, and locational aspects that indicate the unsustainability of these areas. These results indicate the need for corrective measures to minimize the negative impacts on the environment.

Keywords: waste management; IWLQ; dumpsite; environmental impact; amazon region.

1.Introdução

O crescimento populacional associado a expansão econômica e ao processo de urbanização são fatores que influenciam na geração exponencial dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) (Tang et al. 2020). A composição dos RSU em sua maioria é oriunda de diversas fontes e frações, a exemplo do material orgânico, recicláveis e rejeitos (Guimarães & Batista 2021). Ademais, a produção em massa desses materiais está diretamente relacionada com o consumo de recursos das cidades, causando pressão ambiental e impactos negativos (García-Guaita et al. 2018).

De acordo com o panorama relatado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em 2022 a geração dos RSU no Brasil foi de 81,8 milhões de toneladas, com uma geração per capita de 381 kg/hab/ano. Além disso, os RSU coletados em 2022 foi de 76,1 milhões de toneladas, com uma cobertura de coleta de 93% no país, destacando que 5,6 milhões de toneladas de RSU não foram objeto de coleta e, conseqüentemente, tiveram um destino inadequado (Abrelpe 2022).

A problemática oriunda da disposição final dos resíduos sólidos é considerada uma questão mundial (Komatsu et al. 2019), devido principalmente à contaminação do solo por metais pesados (Aguiar et al. 2021). Essa contaminação se torna mais preocupante devido o contato das águas pluviais com a massa de RSU produzindo o lixiviado (Nascentes et al. 2015), sendo esse líquido causador de impactos negativos ao meio ambiente por meio da contaminação de corpos hídricos superficiais e subterrâneos (Carim et al. 2022; Madeira et al. 2022).

No Brasil, um passo importante foi dado com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela Lei 12.305/10 (Brasil 2010). Neste contexto, ao lançar um olhar para as Políticas Públicas no estado do Amazonas sobre a gestão de RSU, um marco histórico foi promulgação da Lei nº 4.457/2017 que estabelece a Política Estadual de Resíduos Sólidos do Amazonas – PERS/AM (Amazonas 2017), em acordo com as diretrizes definidas pela PNRS.

Para análise dos sistemas de disposições de resíduos, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) desenvolveu, em 1997, o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR), visando a qualificação desses sistemas com base em levantamentos e avaliações técnicas sanitárias dos locais de deposição final dos RSU (Prado & Dalmas 2020). A realização do IQR possibilita advertir e acompanhar a situação dos impactos sobre o meio ambiente causados pelas áreas de disposição final, bem como identificar os processos operacionais envolvidos em cada etapa (Barros et al. 2020).

A maioria dos municípios brasileiros encaminham diretamente os RSU para disposição final em aterros e lixões. No município de Itacoatiara, no Amazonas, essa problemática não é diferente. O estudo realizado por Guimarães e Batista (2021), demonstrou que o manejo de RSU ainda é precário, no qual todos os RSU coletados são dispostos de forma inadequada em lixão a céu aberto, com a presença de catadores e sem nenhum tratamento ou programa de coleta seletiva.

Diante desse cenário, o estudo buscou avaliar as condições ambientais de disposição final dos RSU na área urbana e rural do município de Itacoatiara/AM, com intuito de descrever a situação ambiental das áreas, mediante aplicação IQR.



2. Metodologia

2.1 Caracterização da área de estudo

O município de Itacoatiara está localizado no Estado do Amazonas, com limites estabelecidos: ao Norte com o Município de Itapiranga, ao Sul com o Município de Autazes, a Leste com Urucurituba e a Oeste com o Município de Rio Preto da Eva. No ano de 2010, o município possuía uma população de 86.839 habitantes, com uma estimativa para o ano de 2021 de 104.046 habitantes, e sua área territorial em 2020 era de 8.891,906 km² (Ibge 2022).

As áreas de disposição final do município de Itacoatiara estão localizadas na área urbana (Figura 1a) situada entre as coordenadas Latitude: 03°08'51" S Longitude: 58°25'37" W e rural, sendo essas últimas situadas nas vilas de Novo Remanso (Figura 1b) entre as coordenadas Latitude: 03°11'20,1" S Longitude: 59°00'40,4" W; Engenho (Figura 1c) com as coordenadas Latitude: 03°06'48,9" S Longitude: 59°10'37,4" W; e Lindóia (Figura 1d) entre as coordenadas Latitude: 02°54'45,40" S Longitude: 59°03'58,56" W.

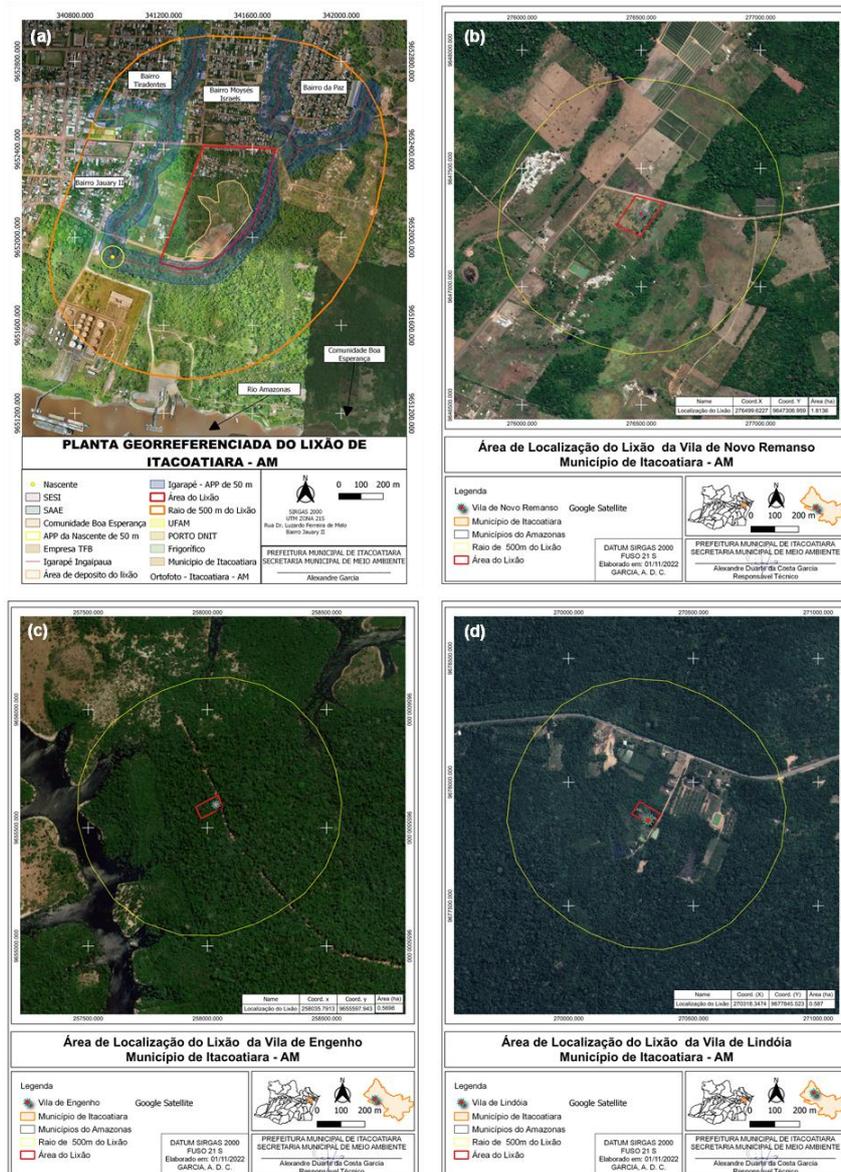


Figura 1. Áreas de disposição final no município de Itacoatiara. Área urbana (a). Vila de Novo Remanso (b). Vila de Engenho (c). Vila de Lindóia (d). Fonte:

Autores



2.2 Determinação do IQR

As informações para a caracterização do IQR foram obtidas em agosto de 2022, por meio de visitas técnicas *in loco* nas áreas de disposição final dos RSU do município de Itacoatiara-AM. No momento das visitas, foi realizada aplicação do IQR proposto pela Cetesb (2022), qualificados como procedimentos que analisam os impactos ocasionados nos meios físicos, bióticos e antrópicos (Sousa et al. 2021), levando em consideração os instrumentos da estrutura de apoio, frente de trabalho, taludes e bermas, superfície superior, estrutura de proteção ambiental, características da área e outras informações (Cetesb 2022).

O questionário estruturado do IQR consiste na atribuição de pesos aos trinta e três parâmetros ambientais ou subitens, divididos em três macroconjuntos, tais como aspectos estruturais, (subtotal 1), operacionais (subtotal 2) e locacionais (subtotal 3). Para cada subitem que arranja o questionário aplicou-se um valor, considerando as informações obtidas e características da área de disposição final dos RSU. Com o somatório dos valores atribuídos nos subitens foi possível obter valores de subtotais para cada um dos macroconjuntos, totalizando a geração de três subtotais. A soma desses subtotais foi dividida por dez (Equação 1), de forma a obter o valor do IQR (Cetesb 2022). Esse cálculo foi realizado para cada área de disposição final dos RSU do município de Itacoatiara, Amazonas.

$$IQR = \frac{Subtotal1 + Subtotal2 + Subtotal3}{10} \quad (1)$$

Com a determinação do IQR, os resultados obtidos foram analisados e interpretados para futuro enquadramento da área de disposição final dos RSU em condições adequadas (IQR: 7,1 - 10) ou inadequadas (IQR: 0,0 - 7,0) (Cetesb 2022).

Associado ao IQR, realizou-se a caracterização da área de disposição final com base nas recomendações técnicas da NBR 13.896 de 1997 (Abnt 1997), que estabelece exigências mínimas para a localização de aterros e que leva em consideração: a topografia do terreno; os recursos hídricos; a distância de núcleos habitacionais; os critérios geológicos e pedológicos; a vegetação; as vias de acesso; o tamanho disponível; a vida útil e os custos.

3. Resultados e Discussão

3.1 Caracterização dos aspectos estruturais do aterro de resíduos sólidos

Dentro do primeiro macroconjunto foram avaliados 22 subitens, que caracterizam os aspectos estruturais das áreas de disposição final dos RSU da área urbana e das vilas de Novo Remanso, Engenho e Lindóia do município de Itacoatiara-AM (Quadro 1).

Foi possível observar que as áreas de disposição final são caracterizadas como “lixões a céu aberto”. O vazadouro da área urbana possui portaria com registro de dados de cada veículo e vigilância. No entanto, a entrada de pessoas não autorizadas é comum. Ademais, não foi observado a presença de balança para pesagem dos veículos em nenhuma das áreas de disposição final. Essas informações estão condizentes com o estudo de Sousa et al. (2021), onde o aterro de RSU possuía portaria 24 horas com registro dos veículos e vigilância na área de disposição.



Quadro 1 – Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) referente aos aspectos estruturais. Fonte: Autores

Item	Sub-Item	Avaliação	Peso	Pontos das áreas de disposição final			
				Área Urbana	Novo Remanso	Engenho	Lindóia
Estrutura de apoio	Portaria, balança e vigilância	Sim/suficiente	2	2	0	0	0
		Não/insuficiente	0				
	Isolamento físico	Sim/suficiente	2	0	0	0	0
		Não/insuficiente	0				
	Isolamento visual	Sim/suficiente	2	0	0	0	0
		Não/insuficiente	0				
Acesso à frente de descargas	Adequado	3	3	3	0	3	
	Inadequado	0					
Frente de trabalho	Dimensões da frente de trabalho	Adequadas	5	0	0	0	0
		Inadequadas	0				
	Compactação dos resíduos	Adequada	5	0	0	0	0
		Inadequada	0				
	Recobrimento dos resíduos	Adequado	5	0	0	0	0
		Inadequado	0				
Taludes e bermas	Dimensões e inclinações	Adequadas	4	0	0	0	0
		Inadequadas	0				
	Cobertura de terra	Adequada	4	0	0	0	0
		Inadequada	0				
	Proteção vegetal	Adequada	3	0	0	0	0
		Inadequada	0				
Afloramento de chorume	Não / raros	4	4	4	4	4	
	Sim / numerosos	0					
Superfície superior	Nivelamento da superfície	Adequado	5	0	0	0	0
		Inadequado	0				
	Homogeneidade da cobertura	Sim	5	5	0	0	0
		Não	0				
Estrutura de proteção ambiental	Impermeabilização do solo	Sim/adequada (n. Preencher item 15)	10	0	0	0	0
		Não/adequada (n. Preencher item 15)	0				
	Prof. lençol freático (p) x permeabilidade do solo (k)	$P > 3 \text{ m}, k < 10^{-6} \text{ cm/s}$	4	4	4	4	4
		$1 \leq P < 3 \text{ m}, k < 10^{-6} \text{ cm/s}$	2				



Item	Sub-Item	Avaliação	Peso	Pontos das áreas de disposição final			
				Área Urbana	Novo Remanso	Engenho	Lindóia
		Condição inadequada	0				
	Drenagem de chorume	Sim / suficiente	4	0	0	0	0
		Não / insuficiente	0				
	Tratamento de chorume	Sim / adequado	4	0	0	0	0
		Não / inadequado	0				
	Drenagem provisória de águas pluviais	Suficiente/ desnecessário	3	0	0	0	0
		Não / insuficiente	0				
	Drenagem definitiva de águas pluviais	Suficiente / desnecessário	4	0	0	0	0
		Não / insuficiente	0				
	Drenagem de gases	Suficiente / desnecessário	4	0	0	0	0
		Não / insuficiente	0				
	Monitoramento de águas subterrâneas	Adequado	4	0	0	0	0
		Inadequado /insuficiente.	1				
		Inexistente	0				
	Monitoramento geotécnico	Adequado / desnecessário	4	0	0	0	0
		Inadequado / insuficiente	1				
		Inexistente	0				
Somatória dos 22 subitens (SUBTOTAL 1)				18	11	8	11

Os lixões do município de Itacoatiara não possuem isolamentos físico e visual que circunde completamente a área de operação. Essa problemática também foi observada no estudo de Mariano Neto et al. (2021), tornando-se um perigo devido a entrada de pessoas estranhas e animais ao longo da área de operação (Sousa et al. 2021).

A NBR 13.896 (Abnt 1997), estabelece a necessidade de isolamentos físicos para barrar o acesso de pessoas não autorizadas e animais através do cercamento do local, bem como a existência de uma composição arbórea



ao redor da instalação. De acordo com Barros et al. (2020), a presença de árvores ao redor de locais de disposição de RSU também colabora para o isolamento visual e na redução do mal odor.

O acesso para frente de trabalho das áreas urbana e das vilas de Novo Remanso e Lindoia é considerado adequado, uma vez que as margens de acesso à frente de trabalho estão sem RSU e otimizadas. No entanto, o acesso à frente de trabalho da vila de Engenho não se encontra em conformidade devido a localização, onde a estrada de ligação é realizada por ramal totalmente prejudicado, com presença de RSU. A frente de trabalho não é adequada em nenhuma das áreas de disposição dos RSU (Figura 2) pois não existe uma padronização. Várias áreas encontram-se irregulares e com presença constante de macro e micro vetores, como urubus e moscas, esse mesmo problema foi relatado no trabalho de Alves et al. (2020). A NBR 13.896 (Abnt 1997), destaca que as áreas de acesso à frente de trabalho devem permitir a veiculação das frotas e operação em todos os tipos de condições climáticas.



Figura 2. Áreas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no município de Itacoatiara, AM. Área urbana (a). Vila de novo remanso (b). Vila de engenho (c). Vila de Lindóia (d). Fonte: Autores

Quanto a compactação e o recobrimento dos RSU, apenas o vazadouro urbano possui um trator esteira que possibilita a otimização das pilhas, mas constantemente apresenta dificuldades na operação por fatores de manutenção e falta de combustível, problemática semelhante a relatada por Barros et al. (2020). O recobrimento é inexistente (Figura 2), fortalecendo a presença de grande quantidade de vetores, a exemplo de urubus, moscas e outros tipos de vetores, esta situação também é recorrente no estudo de Georges e Gomes (2021).



Outra problemática é a geração do gás metano (CH_4) por meio da decomposição de matéria orgânica (Nepomoceno & Pontarolo 2022), sendo intensificada pela falta de recobrimento dos resíduos, que gera um agravante para o efeito estufa devido à falta de drenagem e tratamento (Gomes et al. 2019). O principal tipo de tratamento desses gases nos locais de disposição de RSU é a queima por dreno vertical conforme o estudo de Santos et al. (2012), no entanto, essa prática não ocorre em nenhuma das áreas do presente estudo, tornando-se perigoso devido ao risco de explosão (Moreira et al. 2018).

Conforme a metodologia adotada pela Cetesb (2022), a drenagem e o tratamento do chorume encontram-se inadequados devido a sua inexistência em todas as áreas de vazadouro do município. De acordo com Madeira et al. (2022) a falha neste requisito torna os recursos naturais, a exemplo do solo e água, e a saúde pública vulneráveis, devido a contaminação por chorume.

Nas áreas de disposição de RSU não existem pontos de monitoramento de água, estando em desacordo com a NBR 13.896/1997 (Abnt 1997), que estabelece a presença de pontos de monitoramento para permitir uma avaliação de possíveis influências do chorume gerado pelas massas, tendo assim um controle sobre a qualidade das águas do lençol freático. No estudo realizado por Madeira et al. (2022) foram encontrados monitoramento por meio de análises em poços, uma contaminação significativa de metais pesados nas amostras de água subterrânea, ressaltando a importância desse requisito.

3.2 Caracterização dos aspectos operacionais do aterro de RSU

Dentro do segundo macroconjunto foram avaliados 7 subitens que caracterizam os aspectos operacionais das áreas de disposição final da área urbana e das vilas de Novo Remanso, Engenho e Lindóia do município de Itacoatiara (Quadro 2).

Verificou-se no Quadro 2 a presença de sete aspectos estruturais, sendo cinco destes presentes nas áreas de disposição final do município de Itacoatiara-AM de acordo com a metodologia da Cetesb (2022). Dentre esses subitens, destaca-se a presença de catadores de materiais recicláveis nas áreas de disposição final da área urbana e na vila de Novo Remanso. A presença de catadores de materiais recicláveis nas áreas de disposição final a céu aberto é comum (Mariano Neto et al. 2021) e, devido à ausência de equipamentos de proteção individual e as condições extremamente insalubres, esses catadores podem sofrer com diversas doenças (Martins & Ribeiro 2021).

Esses catadores de materiais recicláveis da zona urbana e rural do município de Itacoatiara-AM atuam de forma autônoma, sem a sua inserção no gerenciamento RSU municipal. A inclusão desses catadores no gerenciamento de RSU possibilitaria no ganho econômico por meio do beneficiamento de resíduos recicláveis (Guimarães & Batista 2021), bem como a minimização de danos à saúde (Martins & Ribeiro 2021).

Foi observado a queima constante de RSU nos vazadouros das vilas de Novo Remanso e Lindóia (Figura 3). De acordo com a Lei nº 9.605/1998 (Brasil 1998) que trata de crimes ambientais e a Lei nº 4.457/2017 (Amazonas 2017) que trata da PERS do Estado do Amazonas, a queima dos resíduos é considerado crime ambiental, bem como os resíduos sólidos cujas características causem danos ao meio ambiente, à saúde pública e animal e à sanidade vegetal passível de multa variando de R\$ 500,00 (quinhentos reais) a R\$ 10.000.000,00 (dez milhões de reais).



Quadro 2. Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) referente aos aspectos operacionais.

Item	Sub-Item	Avaliação	Peso	Pontos das áreas de disposição final			
				Área Urbana	Novo Remanso	Engenho	Lindóia
Outras Informações	Presença de catadores	Não	2	0	0	2	2
		Sim	0				
	Queima de resíduos	Não	2	2	0	0	0
		Sim	0				
	Ocorrência de moscas e odores	Não	2	0	0	0	0
		Sim	0				
	Presença de aves e animais	Não	2	0	0	2	0
		Sim	0				
	Recebimento de resíduos não autorizados	Não	5	0	0	0	0
		Sim	0				
Recebimento de resíduos industriais	Sim (preencher item 29)	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	
	Não (ir para o item 30)						
Estruturas e procedimentos	Suficiente / adequado	10	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	
	Insuficiente / inadequado	0					
Somatória dos 7 subitens (SUBTOTAL 2)				2	0	4	2

Fonte: Autores



Figura 3. Queima nos lixões a céu aberto. Vila de novo remanso (a). Vila de Lindóia (b). Fonte: Autores



Se observou a ocorrência de moscas e a presença de aves e animais nas áreas de disposição final da área urbana e das vilas de Novo Remanso e Lindóia no município de Itacoatiara-AM, no qual podem ser reduzidas a partir do recobrimento apropriado e periódico dos resíduos (Alves et al. 2020). No entanto, não foi observado a presença de aves e demais animais no Lixão de Engenho onde uma das hipóteses para este fato é a localização da área, sendo que a mesma está dentro de uma área de mata densa no município de Itacoatiara. Essa problemática oriunda da presença de animais é comum em área de disposição final (Barros et al. 2020; Sousa et al. 2021), tornado um ambiente insalubre (Sousa et al. 2021).

O recebimento de RSU não autorizados é perceptível em todos os vazadouros, destacando condições inadequadas, uma vez que as áreas de disposição final não apresentam responsáveis pela sua operação, fazendo com que os resíduos sejam misturados com os demais RSU no processo de otimização dentro dos vazadouros. Uma das formas de minimizar essa entrada de RSU não autorizados é a inserção de isolamento físico, levando em consideração a construção e operação da portaria, com uma vigilância eficiente pela operação do vazadouro (Batista et al. 2021).

3.3 Caracterização dos aspectos locais do aterro de RSU

No terceiro macroconjunto foram avaliadas as características locais das áreas de disposição dos RSU da área urbana, bem como das vilas de Novo Remanso, Engenho e Lindóia (Quadro 3).

Quadro 3 – Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) referente aos aspectos locais. Fonte: Autores

Item	Sub-Item	Avaliação	Peso	Pontos das áreas de disposição final			
				Área Urbana	Novo Remanso	Engenho	Lindóia
Características da área	Proximidade de núcleos habitacionais	≥ 500 m	2	0	0	2	0
		≤ 500 m	0				
	Proximidade de corpos de água	≥ 200 m	2	0	0	0	0
		≤ 200 m	0				
	Vida útil da área	≤ 2 ANOS	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
		2 < x ≤ 5 ANOS					
		> 5 ANOS					
	Restrições legais ao uso do solo	SIM	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
		NÃO					
	Somatório dos 4 subitens (SUBTOTAL 3)				0	0	2

A NBR 13896 (Abnt 1997) destaca que a distância da área útil do aterro aos núcleos habitacionais deve ser superior a 500 metros. Dentre as quatro áreas de disposição final apenas a vila de Engenho se enquadra na normativa, onde sua área de disposição final de resíduos se encontra afastada de residências, como mostra a Figura 1c. Entretanto, as demais áreas (Área Urbana, Novo Remanso e Lindóia) estão localizadas a menos de



500 metros de distância de residências (Figura 1a, b, d). Essa mesma observação foi relatada nos estudos de Alves et al. (2020) e Barros et al. (2020), onde a proximidade dos núcleos residências agrega em impactos negativos, principalmente pelo odor (Gomes et al. 2020; Borba et al. 2021; Nascimento et al. 2022), presença de animais, movimentação de terra (Nascimento et al. 2022) e a contaminação de poços de abastecimento de água utilizado para consumo humano (Souza et al. 2021).

Ainda em conformidade com a NBR 13896 (Abnt 1997), o aterro deve estar implantado a uma distância mínima de 200 metros de qualquer corpo hídrico. A distância observada em todas as áreas de estudo foi inferior a 200 metros. O estudo de Morales et al. (2020) denota que o município de Itacoatiara-AM possui um grandioso sistema hidrográfico, composto de lagos, paranás, canais, igapós e grandes áreas de várzea. Apesar da proximidade dos corpos hídricos com áreas urbanas, Morales et al. (2020), utilizando critérios restritivos e geoprocessamento, indicou um bom local dentro do limite territorial do município para implantação de aterro sanitário, o qual ainda não foi motivo de estudos por meio do poder público municipal.

3.4 Determinação do índice de qualidade de resíduos (IQR)

Conforme os resultados apresentados nos Quadros 1, 2 e 3 foi possível calcular o IQR das áreas de disposição final da área urbana e das vilas do município de Itacoatiara, Amazonas (Tabela 1).

Tabela 1. Valores do índice de qualidade de aterro (IQR) das áreas de disposição final de resíduos sólidos do município de Itacoatiara, Amazonas. Fonte:

Macroconjuntos	Autores			
	Áreas de disposição final			
	Área Urbana	Novo Remanso	Engenho	Lindóia
Aspectos estruturais	18	11	8	11
Aspectos operacionais	2	0	4	2
Aspectos locacionais	0	0	2	0
Total	20	11	14	13
IQR	2	1,1	1,4	1,3

Os resultados apresentados na Tabela 1, mostraram que as áreas de disposição final dos resíduos sólidos no município de Itacoatiara-AM são inadequadas, sendo caracterizadas como vazadouro a céu aberto. Essa mesma realidade apresentada nas quatro áreas de disposição final dos RSU no município foi observada nos estudos de Gomes et al. (2020), Barros et al. (2020), Santos e Carelli (2021), causando diversos problemas ambientais e a insustentabilidade da gestão dos RSU (Barros et al. 2020).

4. Conclusão

Com base nos resultados obtidos, foi possível observar que todas as áreas apresentam condições inadequadas, sendo classificadas como lixões a céu aberto. Essas áreas necessitam de correções, principalmente no isolamento do local e recobrimento dos RSU, presença de catadores e animais, e além da inexistência do monitoramento de água subterrânea que pode estar sendo utilizada para consumo humano.

Além disso, salienta-se a importância da utilização da metodologia do IQR, proposto pela CETESB, as quais permitem quantificar pontos problemáticos no sistema de disposição de RSU. As visitas nas áreas de disposição final permitiram identificar os pontos essenciais, que necessitam de correções para minimizar os impactos sobre o meio ambiente, agregando assim na conformação do sistema de gerenciamento dos RSU do



município de Itacoatiara, Amazonas. Esses estudos são fundamentais e devem ser realizados, uma vez que podem contribuir para a melhoria da gestão dos RSU.

Referências

Aguiar ES, Ribeiro MM, Viana JH, Pontes AN 2021. Panorama da disposição de resíduos sólidos urbanos e sua relação com os impactos socioambientais em estados da Amazônia brasileira. *urbe. Rev. Bras. Gest. Urbana* 13:e20190263.

Alves RC, Silva NM, Andrade MVB, Marques EL 2020. Gerenciamento Municipal de Resíduos Sólidos no Amazonas, Brasil. *Res. Soc. Dev.* 9(12):e28691211139.

Amazonas 2017. *Lei nº 4457 de 12 de abril de 2017*. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos do Amazonas - PERS/AM, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado, Manaus, AM, 12 abr.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE 2022. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022*. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT 1997. *NBR 13.896*. Fixa condições mínimas exigíveis para projetos, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos não perigosos. Rio de Janeiro: ABNT.

Barros RG, Dourado BR, Bárbara VF 2020. Determinação do índice da qualidade do aterro de resíduos do município de Goiânia/GO. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais* 11(3):155-166.

Batista KF, Albertin RM, Silva FF 2021. Diagnóstico da área de disposição final de resíduos sólidos de Paçandu (PR) e proposição de melhorias. *Estrabão* 2:85-103.

Borba WF, Silva JLS, Kemerich PDC, Souza EEB, Fernandes GD, Silva MG 2021. Aplicação do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR): Estudo em área no sul do Brasil. *Meio Ambiente (Brasil)* 3:86-99.

Brasil 1998. *Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998*. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev.

Brasil 2010. *Lei nº 12.305, de 02 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. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 ago.

Carim MJV, Torres AM, Takyiama LR, Silva Junior OM, Souza MO, Souto FAF, Baia MM, Barata JB, Souza AJB, Correa PRS 2022. Impactos da disposição de resíduos sólidos urbanos no solo e água nos municípios de Macapá e Santana – Amapá. *Res. Soc. Dev.* 11 (5):e37111528211.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB 2022. *Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos de 2021*. CETESB, São Paulo.



García-Guaita F, Gorzález-García S, Villanueva-Rey P, Moreira MT, Feijoo G 2018. Integrating urban metabolism, material flow analysis and life cycle assessment in the environmental evaluation of Santiago de Compostela. *Sustain. Cities Soc.* 40:569-580.

Georges LH, Gomes ER 2021. Diagnóstico ambiental do lixão do município de Pedro II – Piauí como ferramenta para a gestão de resíduos. *Revista da Academia de Ciências do Piauí* 2:74-86.

Gomes PN, Silva MM, Pereira LC, Lopes LS, Carvalho CS, Souza RO, Maciel EB 2019. Levantamento dos impactos socioambientais na área do lixão a céu aberto no Município de Corrente, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade* 6(13):469-480.

Gomes PN, Carvalho CS, Lopes LS, Pereira LC, Silva MM, Rocha IL, Batista AN 2020. Uma aplicação do índice de qualidade do aterro (IQR) na área de disposição dos resíduos sólidos urbanos do município de Corrente-PI. *Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental* 9:445-459.

Guimarães GA, Batista MM 2021. Avaliação do potencial de reciclagem dos resíduos sólidos urbanos na região central do município de Itacoatiara/AM. *Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental* 10(3):260-276.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE 2022. *Censo 2010*. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/itacoatiara.html>>.

Komatsu RK, Santos CHP, Souza JC 2019. Gestão de Resíduos: hábitos de descarte de resíduos derivados da produção agrícola das propriedades em assentamentos rurais/Waste Management: Waste Disposal Habits from Agricultural Production of Properties in Rural Settlements. *Revista de Psicologia* 13:700-722.

Madeira GR, Gonçalves JAC, Almeida MSL 2022. A contaminação das águas subterrâneas do aterro sanitário de Itabira (MG). *Revista Brasileira de Geografia Física* 15(4):1902-1925.

Mariano Neto M, Gonçalves GL, Mendonça SSC 2021. Proposta para Recuperação de Lixão Situado na Porção Semiárida do Brasil – Município de Paulista, Paraíba. *Espaço Aberto* 11:9-23.

Martins JD, Ribeiro MF 2021. O consumismo como fator preponderante para o aumento da geração de resíduos sólidos e os impactos ambientais e na saúde pública. *Revista de Direito Econômico e Socioambiental* 12:123-152.

Morales BF, Costa AL, Nogueira RB, Arraes CL 2020. Definição de alternativa locacional para implantação de aterro sanitário em Itacoatiara–AM pela integração de critérios restritivos e técnicas de geoprocessamento. *Brazilian Journal of Development* 6(12):99709-99729.

Moreira AJG, Gomes JC, Castilhos Junior AB, Mendonça JB 2018. Aplicação de ferramenta de apoio à decisão para diagnóstico e recuperação dos lixões de RSU na Ilha de Santiago – Cabo Verde. *Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento* 7:365-378.

Nascentes AL, Nascimento MMP, Brasil FC, Campos JC, Ferreira JA 2015. Tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico - Aspectos operacionais e microbiológicos. *Revista Teccen* 8(1):5-12.



Nascimento WP, Rodrigues EA, Billacrês MAR, Rabelo FDB 2022. Educação ambiental: uma análise geográfica do lixo a céu aberto na cidade de Itamarati (AM). *Revista Brasileira de Educação Ambiental* 17:133-152.

Nepomoceno TAR, Pontarolo EL 2022. Panorama brasileiro do aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos para a geração de biogás em áreas de aterro sanitário. *International Journal of Environmental Resilience Research and Science-IJERRS* 4:1-12.

Prado RCA, Dalmas FB 2020. Análise da influência da lei nº 12.305/2010 e do decreto nº 57.817/2012 no índice de qualidade de aterro de resíduos (IQR) dos municípios da bacia hidrográfica do alto Tietê Cabeceiras, de 1997 a 2017. *Revista Geociências* 19(2):5-23.

Santos ALF, Haraguchi MT, Leitão GC 2012. Índice de qualidade de aterro de resíduos (IQR) como subsídio para avaliar o sistema de disposição final do município de Anápolis-GO. *Scientia Plena* 8(10):1-12.

Santos CO, Carelli MMN 2021. Aplicação do índice de qualidade de aterros nos locais de disposição final dos resíduos sólidos urbanos na bacia do alto Taquari. *Holos Environment* 21:264-281.

Sousa EF, Bezerra JM, Lopes JRA 2021. Avaliação do índice de qualidade do vazadouro a céu aberto de Bom Sucesso-PB. *Revista de Geografia (Recife)* 38(2): 284-304.

Souza DES, Mendes AC, Franco LN, Araújo AS, Ishihara JH 2021. Qualidade da água subterrânea para consumo humano em área de influência de lixo desativado. *REVISTA AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica* 14:747-766.

Tang Z, Li W, Tam VWY, Xue C 2020. Advanced progress in recycling municipal and construction solid wastes for manufacturing sustainable construction materials. *Resources, Conservation & Recycling: X* 6:100036