



Impactos ambientais decorrentes de um depósito de resíduos sólidos urbanos no município de Russas – CE

Daniela Lima Machado da Silva¹

Livia Cristina Lopes Sousa²

Julya Sousa Oliveira³

Resumo

A disposição final dos resíduos sólidos urbanos deve ser realizada de modo a impedir a proliferação de doenças, contaminação do solo, ar e recursos hídricos. Apesar da proibição de depósitos de resíduos sólidos urbanos a céu aberto (lixões) por meio da Lei nº 12.310/2010, que estabelece a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, a disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos ainda é uma realidade no Brasil. Com o intuito de verificar a magnitude dos impactos ambientais causados por determinada atividade potencialmente poluidora, surge a avaliação de impacto ambiental como ferramenta utilizada para identificar, prever e avaliar possíveis impactos ambientais negativos. Sendo assim, este estudo teve como objetivo investigar os impactos ambientais decorrentes de um depósito irregular de resíduos sólidos urbanos localizado no município de Russas-CE, empregando os métodos checklist e índice de qualidade de aterros sanitários. A área de estudo desta pesquisa foi um depósito de resíduos sólidos urbanos localizado em uma área de aproximadamente 50 mil m², pertencente ao município de Russas-CE, Brasil. Foram realizadas duas visitas *in loco*, no período matutino, onde pôde-se observar as condições sanitárias, ambientais e a presença de catadores. Por meio do método do checklist, verificou-se um maior impacto ambiental no meio físico, com danos severos e necessidade de técnicas avançadas de remediação da área degradada. Já o índice de qualidade de aterros sanitários (IQR = 0,923) apontou para condições inadequadas, destacando a presença de elementos dispersos ao vento e de queimadas. Conclui-se que o depósito de resíduos sólidos urbanos estudado apresenta condições operacionais inadequadas, acarretando impactos ambientais negativos significativos para os meios biótico e abiótico. Desse modo, sugere-se a destinação dos resíduos a um aterro sanitário, concomitantemente à execução de medidas mitigadoras na área degradada.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos; lixão; avaliação de impacto ambiental; índice de qualidade de aterros de resíduos, *check-list*.

¹Doutora pela Universidade Federal de Campina Grande, Brasil, Docente na Universidade Federal do Ceará, danielalms@ufc.br, <https://orcid.org/0000-0001-8994-9631>, <http://lattes.cnpq.br/5802255460003015>.

²Graduada na Universidade Federal do Ceará, Brasil, liacristina2002@alu.ufc.br, <https://orcid.org/0009-0001-3053-0518>, <http://lattes.cnpq.br/6551653389175633>.

³Graduada na Universidade Federal do Ceará, Brasil, julyaass23@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-3239-5074>.



Environmental impacts stemming from an urban solid waste landfill within the municipality of Russas – CE

Abstract

The final disposal of urban solid waste must be carried out in a manner that prevents the proliferation of diseases, soil contamination, air pollution, and water resource contamination. Despite the prohibition of open-air landfills (dumpsites) through Law No. 12.310/2010, which establishes the National Policy on Solid Waste, improper disposal of urban solid waste remains a reality in Brazil. With the aim of assessing the magnitude of environmental impacts caused by a potentially polluting activity, environmental impact assessment emerges as a tool used to identify, predict, and evaluate potential negative environmental impacts. Therefore, this study aimed to investigate the environmental impacts resulting from an irregular urban solid waste landfill located in the municipality of Russas-CE, employing the checklist and sanitary landfill quality index methods. The study area of this research was a landfill for urban solid waste located in an area of approximately 50,000 m², belonging to the municipality of Russas-CE, Brazil. Two on-site visits were conducted, in the morning, where sanitary, environmental conditions, and the presence of scavengers were observed. Through the checklist method, a greater environmental impact was observed in the physical environment, with severe damage and the need for advanced techniques to remediate the degraded area. The sanitary landfill quality index (IQR = 0.923) indicated inadequate conditions, highlighting the presence of wind-dispersed elements and wildfires. It is concluded that the studied urban solid waste landfill presents inadequate operational conditions, resulting in significant negative environmental impacts on both biotic and abiotic environments. Therefore, the disposal of waste to a sanitary landfill is suggested, concurrently with the implementation of mitigating measures in the degraded area.

Keywords: urban solid waste; dumpsite; environmental impact assessment; waste landfill quality index; checklist.

Recebido em: 12/04/2024

Aceito em: 30/05/2024

Publicado em: 31/05/2024

1 Introdução

Em 2010 o Governo Federal promulgou a Lei 12.305, que afirmava que os municípios brasileiros teriam a responsabilidade de exercer o gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em seus territórios, dando uma destinação adequada para eles em um prazo de quatro anos (BRASIL, 2010). Para reforçar, em 2020 foi promulgada a Lei 14.026 que incumbi ao Comitê de Saneamento Básico os planos de manejo e destinação ambiental adequada dos resíduos sólidos.



É notável que a quantidade de resíduos produzidos é desproporcional aos espaços ambientalmente adequados para sua disposição final, resultando em danos ambientais irreversíveis e à saúde pública. O aumento dos estudos na área reafirma uma preocupação da comunidade científica em relação ao progressivo crescimento da produção desenfreada de resíduos, muito influenciada pela intensa urbanização e pelo incremento na produção de resíduos sólidos per capita.

Lima *et al.* (2022) estudaram a estrutura de custos envolvida na implementação e gestão de um sistema integrado de resíduos sólidos urbanos em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, visando identificar oportunidades de otimização, redução de despesas e melhorias na eficiência operacional. Aguiar *et al.* (2021) exploram em seus estudos como a gestão inadequada dos resíduos sólidos urbanos afeta tanto o meio ambiente quanto as comunidades locais na Amazônia brasileira. Ademais, examina questões como poluição do solo, da água e do ar, proliferação de doenças, impactos na biodiversidade e nos ecossistemas locais, além de consequências socioeconômicas para as populações locais.

Costa e Jucá (2022) investigaram os impactos ambientais associados ao ciclo de vida do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (RSU) no município de Paulista, Pernambuco, Brasil. Diante desses diversos impactos ambientais causados pela disposição de RSU, surge a necessidade a realização de estudos de avaliação de impacto ambiental, que tem como função analisar a viabilidade ambiental de uma determinada proposta, antecipando as consequências futuras de uma decisão tomada no presente (SÁNCHEZ, 2013; ALMEIDA *et al.*, 2015).

De acordo com antrópicas Palácio *et al.* (2018), a Avaliação de Impacto Ambiental – AIA é um instrumento que auxilia a tomada de decisão na gestão ambiental de atividades potencialmente poluidoras no que tange ao planejamento e prevenção dos impactos ambientais devidos ações antrópicas.

Existem diversos métodos utilizados para realização de AIA, dentre os principais métodos, Araújo (2015), Moraes e D’Aquino (2016), destacam: o método Delfos ou Espontâneo, conhecido como ad hoc, a listagem de controle (*Check list*), as matrizes de interação, as redes de interação e os modelos de simulação

Oliveira *et al.* (2018) realizaram uma análise comparativa dos dois métodos (*Check-list* e matriz de interação), argumentando que ambos são eficazes na identificação de impactos



ambientais embora a matriz de interação forneça uma compreensão mais detalhada das inter-relações entre os diferentes fatores impactados.

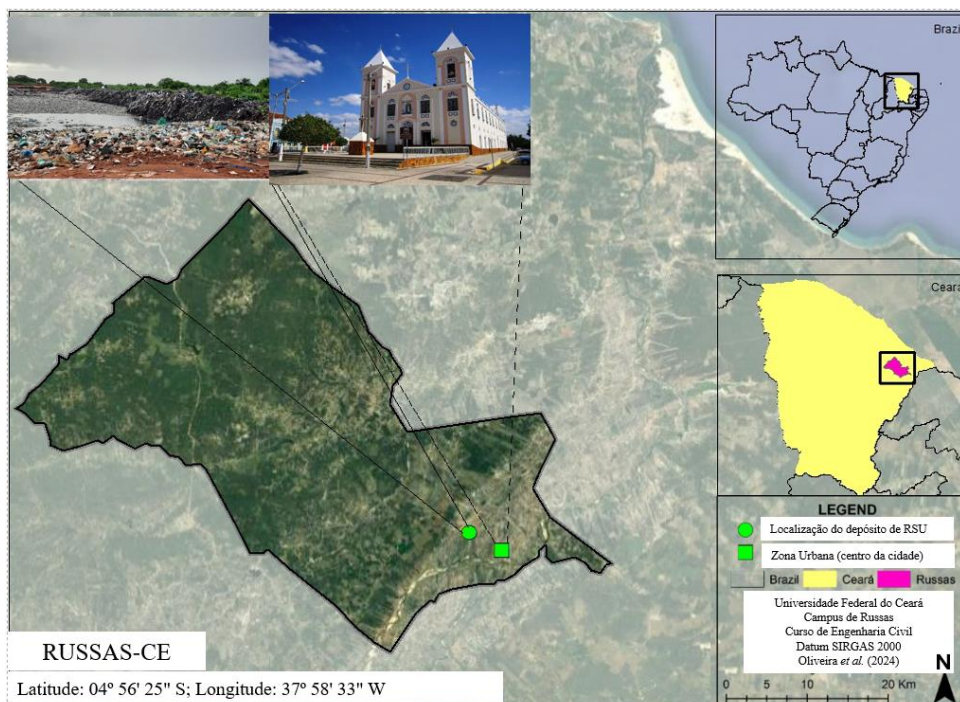
Com o intuito de verificar a magnitude dos impactos ambientais causados por determinada atividade potencialmente poluidora, surge a avaliação de impacto ambiental como ferramenta utilizada para identificar, prever e avaliar possíveis impactos ambientais negativos. Sendo assim, este estudo teve como objetivo investigar os impactos ambientais decorrentes de um depósito de resíduos sólidos urbanos localizado no município de Russas-CE, empregando os métodos *checklist* e índice de qualidade de aterros sanitários.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área de estudo

Essa pesquisa foi realizada em um depósito de RSU localizado no município de Russas-CE, município localizado a 170 km de Fortaleza, se situando na mesorregião do Jaguaribe e na microrregião do Baixo Jaguaribe. Apresenta uma população residente de 72.928 pessoas, IDH de 0,674 (IBGE, 2022).

Figura 1. Localização do objeto de estudo no município de Russas-CE.



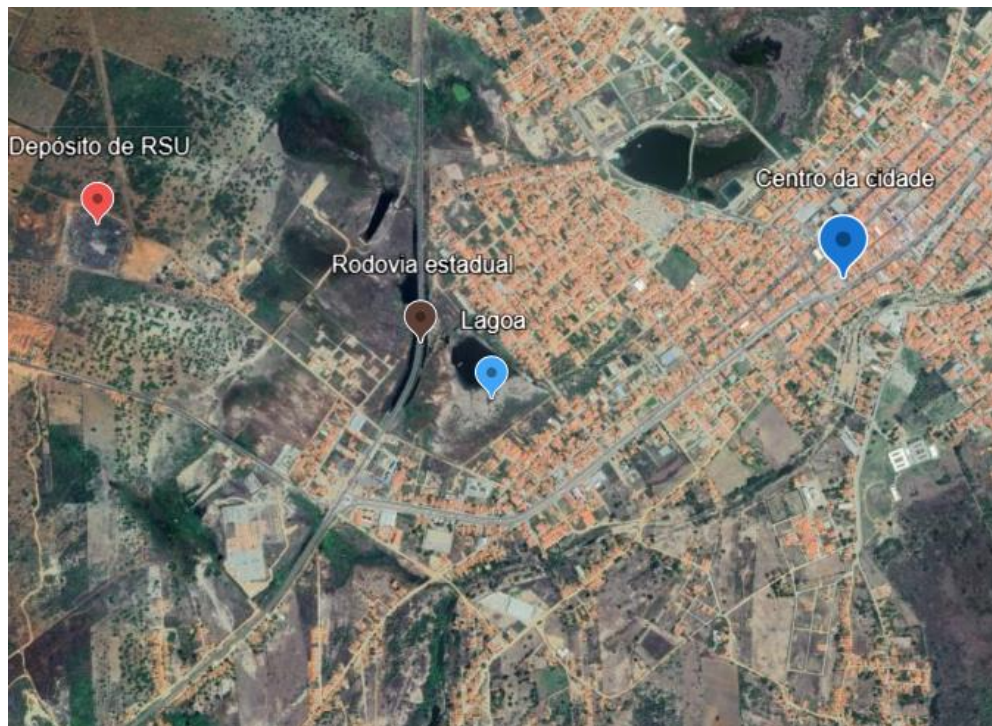
Fonte: Autoria própria (2024).



O município de Russas tem um papel significativo na região do Vale do Jaguaribe diversos aspectos, tais como econômicos, sociais, culturais, educacionais, políticos e administrativos. Segundo o IPECE (2022) Na economia, abriga uma variedade de indústrias, incluindo agricultura, comércio e serviços. A agricultura é especialmente relevante, com cultivos de frutas, legumes e outras culturas agrícolas que contribuem para a economia local e regional. De acordo com as análises macrorregionais realizadas por Oliveira *et al.* (2021), Russas é um dos municípios que possuem maior número de empregos (18% do total de empregos do Vale do Jaguaribe), ao lado do município de Aracati.

A área do depósito de resíduos corresponde a uma área de aproximadamente 50.734,14 m² e abrange um perímetro aproximado de 888,0 metros. O depósito de RSU esse situa a 1149,31 m de uma rodovia estadual, 1467,85 m de uma lagoa e a 32642,4 m do centro da cidade, conforme pode-se observar na Figura 2.

Figura 2. Imagem aérea do depósito de RSU



Fonte: Google Earth (2022).

2.2 Coleta e análise de informações

O estudo foi conduzido como uma pesquisa de campo, realizada por meio de uma visita no período da quadra chuvosa e duas visitas no período de estiagem durante o ano de



2021. Cabe salientar que esse depósito apresenta características de vazadouro à céu aberto, ocupando uma área pública, sem nenhum tipo de restrição de acesso e nem gerência por parte do poder público. Esse fato foi verificado nos estudos de Andrade *et al.* (2018) e Gonçalves *et al.* (2022). Ademais, as condições sanitárias e maléficas causados pela poluição atmosférica nos moradores do entorno foi investigado por Oliveira *et al.* (2018).

Segundo informações da Defensoria Pública do Estado do Ceará (2019) esse depósito existe há vários anos, onde as primeiras audiências públicas sobre os problemas associados a esse depósito remontam a 2010 e 2011, quando a comunidade já enfrentava graves problemas de saúde devido às queimadas frequentes no local. Em 2019 ocorreram iniciativas para reduzir a quantidade de resíduos inflamáveis no local, compromisso este firmado entre a Defensoria Pública e a Prefeitura Municipal.

Utilizou-se o software Google Earth para o mapeamento da área de abrangência do objeto de estudo. Para a realização da Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) utilizou-se o método de *checklist* conforme proposto por Campos (2008) e adaptado por Araújo (2015) e o Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos – IQAR. A escolha desses métodos foi dada em função das preconizações da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB e se baseou nos estudos de Palácio *et al.* (2018), Barros, Dourado e Fagundes (2020), Gomes *et al.* (2020) e Cunha, Ritter e Cunha (2020). No Quadro 1 encontra-se disposto os itens referentes ao método do *check list*.

Quadro 1: Checklist para avaliação dos aspectos e parâmetros

ASPECTOS	PATAMETROS DE AGRAVO	CRITÉRIOS
Solo/subsolo	Apresenta sinais de erosão	Sim
		Não
	Alteração na capacidade de uso de terra	Sim
		Não
	Danos ao relevo	Sim
		Não
	Permeabilidade do solo	Sim
		Não
Ar	Emissão de odores	Intenso
		Moderado
		Fraco
	Presença de dutos de gases	Sim
		Não
	Proximidade ao núcleo habitacional	D < 1000m



		D \geq 1000m
	Queima de resíduos	Sim
		Não
	Mananciais superficiais	
Água	Comprometido	Sim
		Não
	Presença de chorume a céu aberto	Sim
		Não
	Distancia	D < 200m
		D \geq 200m
	Equilíbrio	Sim
	Não	
	Reequilíbrio	Natural
		Intervenção humana
	Utilidades	Consumo hum/anim/irriga
		Não utilizado
Paisagem	Alteração na paisagem (impacto visual)	Sim
		Não
	Alteração na paisagem original	Sim
		Não
	Existe projeto de readequação	Sim
		Não
Outros	Presença de animais	Sim
		Não
	Desvalorização de terrenos vizinhos	Sim
		Não
	Presença de vetores de doenças	Sim
		Não
	Presença de catadores	Sim
	Não	
	Danos á saúde de quem transita	Sim
		Não

Fonte: Sobral *et al.* (2007), adaptado por Oeiras e Bezerra (2022).

Com as informações obtidas na inspeção visual, classificaram-se os seguintes parâmetros abordados: Tipo, Magnitude, Importância e Duração. Os parâmetros utilizados neste estudo encontram-se dispostos no Quadro 2.



Quadro 2: Parâmetros de avaliação utilizados na matriz de interação

ATRIBUTO	SIGNIFICADO DO ATRIBUTO DE AVALIAÇÃO	SÍMBOLO
Tipo A modificação é causada por determinada ação	Positivo Quando o impacto for benéfico.	+
	Negativo	-
	Indefinido Pode ser negativo ou positivo	+/-
Magnitude É a extensão a partir de uma determinada ação do projeto	Pequena Inalterado a característica ambiental considerada.	P
	Média Sem alcance para descaracterizar a área ambiental considerada.	M
	Grande Possa levar à descaracterização da área ambiental considerada.	G
Importância A importância ou significância do impacto com relação a sua interferência no meio	Não significativa: De intensidade não significativa, não implicando em alteração da qualidade de vida.	1
	Moderada: Com dimensões recuperáveis, quando adversa, ou refletindo na melhoria da qualidade de vida.	2
	Significativa: Perda da qualidade de vida, quando adversa, ou ganho, quando benéfica.	3
Duração Corresponde ao período que as consequências persistem.	Curta: Duração breve, possibilidade de reversão as condições anteriores	4
	Média: Tempo médio, após ação	5
	Longa: Tempo grande, de permanência do impacto, após a ação.	6

Fonte: Fonte: Sobral *et al.* (2007) adaptado por Oeiras e Bezerra (2022).

O método do *check list* seguiu a metodologia descrita por Tommasi (1993), a qual preconiza-se que deve ser atribuído um peso de 1 a 5 para cada ação conforme a sua importância. Já as consequências, foram atribuídas notas de -5 a +5, sendo -5 o valor para o impacto negativo mais intenso, 0 (zero) quando o impacto for ausente, e +5 para o impacto positivo mais intenso. [06]

As notas e os pesos foram atribuídos após visitas e análises dos efeitos de cada ação sobre o meio ambiente realizada “in loco”, o índice de impacto (IQR) foi calculado por meio da Equação 1, conforme descrito por Gomes et al., 2015.

$$I_{\text{impacto}} = \frac{\sum(PA \cdot NC)}{\sum PA} \quad \text{Eq. (1)}$$



Onde:

I_{impacto} = Índice de impacto

PA = Peso das ações

NC = Nota das consequências

Para determinar o IQR, utilizou-se o formulário padronizado proposta pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (2007). A partir deste método, foram verificadas as principais características do local, infraestrutura implantada e condições de operação. Com isso, é possível avaliar os valores, atribuir as pontuações e classificá-los, como é mostrado no Quadro 3.

Quadro 3: Faixas de valores para classificação do IQR.

IQR	AVALIAÇÃO
0 a 6	Condições inadequadas
6,1 a 8	Condições controladas
8,1 a 10	Condições Adequadas

Fonte: CETESB (2007).

Após a atribuição de peso e pontos, o IQAR foi obtido pela Equação 2:

$$IQAR = \frac{Carac.Local + Carac.Infra + Carac.Operac}{13} \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde:

Carac. Local. = avaliação das características locais

Carac. Infra. = avaliação das características infraestrutura

Carac. Operac. = avaliação das características operacionais.

3. RESULTADOS

Após as visitas realizadas na área do depósito de RSU analisado, as informações para o cálculo do IQR, foram coletadas de acordo com a metodologia adotada pela CETESB, que consiste, na aplicação do questionário padronizado (*check list*).



Quadro 4: Checklist com os dados da avaliação do depósito de RSU de Russas-CE

ASPECTOS	PARÂMETROS DE AGRAVO	CRITÉRIOS
Solo/subsolo	Apresenta sinais de erosão	Sim
		Não
	Alteração na capacidade de uso de terra	Sim
		Não
	Danos ao relevo	Sim
		Não
Permeabilidade do solo	Sim	
	Não	
Ar	Emissão de odores	Intenso
		Moderado
		Fraco
	Presença de dutos de gases	Sim
		Não
	Proximidade ao núcleo habitacional	$D < 1000m$
		$D \geq 1000m$
	Queima de resíduos	Sim
Não		
Água	Mananciais superficiais	
	Comprometido	Sim
		Não
	Presença de chorume a céu aberto	Sim
		Não
	Distância	$D < 200m$
$D \geq 200m$		
Outros	Equilíbrio	Sim
		Não
		Natural
	Reequilíbrio	Intervenção humana
		Consumo hum/anim/irriga
	Utilidades	Não utilizado
Paisagem		Alteração na paisagem (impacto visual)
	Não	
	Alteração na paisagem original	Sim
		Não
	Existe projeto de readequação	Sim
		Não
Outros	Presença de animais	Sim
		Não
	Desvalorização de terrenos vizinhos	Sim
		Não
	Presença de vetores de doenças	Sim
		Não
	Presença de catadores	Sim
		Não
Danos à saúde de quem transita	Sim	
	Não	

Fonte: Sobral *et al.* (2007), adaptado por Oeiras e Bezerra (2022).



Quadro 5: Matriz de interação da avaliação do depósito de RSU de Russas – CE

Impactos Ambientais	Características											
	Tipo			Magnitude			Importância			Duração		
	+	-	+/-	P	M	G	1	2	3	4	5	6
MEIOS FISICO												
Apresenta sinais de erosão		X				X		X			X	
Alt na capacidade de uso da terra		X				X			X			X
Compactação do solo		X			X			X				X
Dano ao relevo		X				X		X			X	
Permeabilidade do solo		X				X			X			X
Emissões de odores		X				X			X		X	
Queima de resíduo		X				X			X		X	
Alteração na paisagem		X				X		X			X	
Alteração na paisagem original		X				X			X		X	
Manancial superficial comprometido		X				X			X		X	
MEIO ANTRÓPICO												
Alteração na paisagem (impacto visual)		X				X			X		X	
Desvalorização de terrenos vizinhos		X				X		X				X
Presença de vetores de doenças		X				X			X		X	
Presença de chorume a céu aberto		X				X			X			X
Presença de dutos de gases		X				X		X				X
Presença de animais		X			X			X		X		
Proximidade ao núcleo habitacional		X				X			X		X	

Fonte: Sobral *et al.* (2007) adaptado por Oeiras e Bezerra (2022).

Foram observados a ocorrência de 10 impactos negativos, sendo 1 de magnitude média, sem alcance para descaracterizar a área ambiental; 9 de grande magnitude, que podem descaracterizar a área ambiental; 6 de grande importância, onde há perda significativa da qualidade de vida; e 3 de longa duração, com permanência do impacto após a ação. No meio antrópico, foram identificados 10 impactos negativos, sendo 1 de magnitude média, 9 de grande magnitude, 5 de grande importância e 3 de longa duração.



Ainda de acordo com o Quadro 5, pode-se inferir que, dentre os meios analisados, o meio físico apresentou o maior impacto ambiental negativo em comparação com os demais. No meio físico, destaca-se a contaminação do solo por lixiviado produzido a partir dos resíduos descartados, o que poderá tornar a área degradadas por anos, mesmo cessando o recebimento de resíduos.

No Quadro 6, é apresentada a listagem de controle utilizada para avaliar os impactos ambientais causados pelo depósito de RSU analisado.

Quadro 6: Índice de impacto no depósito de RSU de Russas-CE

Peso	Ação	Notas	Peso * notas
5	Alteração do uso do solo	-4	-20
4	Alteração das características do solo	-5	-20
3	Perda de espécies vegetais	-4	-12
4	Perturbação da fauna local	-5	-20
4	Atropelamento e morte de animais silvestres	0	0
5	Alteração na estética da área	-5	-25
3	Alteração na drenagem natural local	-4	-12
3	Aceleração de processos erosivos	-3	-9
3	Morte de animais silvestres	0	0
4	Compactação do solo	-5	-20
5	Aumento do nível de ruídos	-5	-25
3	Assoreamento de corpos hídricos	-2	-6
5	Alteração da qualidade das águas	-5	-25
4	Alteração do relevo local	-4	-16
5	Aumento do risco de doenças infecciosas e respiratórias	-5	-15
5	Contaminação do solo	-5	-25
5	Contaminação do lençol freático	-5	-25
5	Contaminação das águas superficiais	-5	-25
5	Poluição dos corpos d'água superficiais	-5	-25
5	Risco de incêndios	-5	-25
5	Aumento de micro e macro vetores transmissores de doenças	-5	-25
5	Aumento de risco de catadores e moradores que residem prox ao depósito de RSU contrafebre doenças infecciosas e respiratórias	-5	-25
3	Risco de acidentes na BR-116	0	0
5	Poluição do ar	-5	-25
TOTAL: 103		- 4,0	- 425

Fonte: Adaptado de Gomes *et al.*, 2015.



Após o preenchimento do formulário, obteve-se um IQR=4,0, indicando para o depósito de RSU analisado gera diversos danos ambientais no entorno. Esse resultado foi similar ao encontrado em estudos semelhantes (Morello, Cansian e De, 2011; Oliveira, 2016).

Com isso, verifica-se que a disposição final inadequada de RSU causa poluição do ar, devido a degradação do material orgânico existente nos resíduos, do solo e das águas superficiais e subterrâneas (Ismael *et al.*, 2013; Andrade *et al.*, 2015).

O IQAR da área de disposição dos RSU estudada foi calculado por meio da análise das características do local (Quadro 7), estrutura implantada (Quadro 8) e condições operacionais (Quadro 9), conforme a metodologia prescrita em CETESB, 2012.

Quadro 7: Resultados da avaliação das características do local de disposição de resíduos sólidos com seus pontos correspondentes no depósito de RSU de Russas-CE.

CARACTÉRISTICAS DO LOCAL			
Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
Capacidade de suporte do solo	Inadequada	0	0
Permeabilidade do solo	Alta	0	0
Proximidade de núcleos habitacionais	Próximo	0	0
Proximidade de corpos d'água	Próximo	0	0
Profundidade do lençol freático	1m a 3 m	1	1
Disponibilidade do material para recolhimento	Suficiente	4	4
Qualidade do material para recolhimento	Ruim	0	0
Condição de sistema viário transito de acesso	Ruim	0	0
Isolamento visual da vizinhança	Ruim	0	0
Legalização da localização	Proibido	0	0
Sub-total	Máximo	40	5

Fonte: Autoral (2023)

Quadro 8: Resultados da avaliação das características infraestrutura implantada de resíduos sólidos com seus pontos correspondentes no depósito de RSU de Russas-CE

INFRAESTRUTURA IMPLANTADA			
Cercamento da área	Não possui	0	0
Portaria/guarita	Não possui	0	0
Controle de recebimento de cargas	Não possui	0	0
Acesso a frente de trabalho	Ruim	0	0
Trator de esteira ou compatível	Inexistente	0	0
Outros equipamentos	Não	0	0
Impermeabilidade da base do aterro	Não	0	0
Drenagem de chorume	Inexistente	0	0
Drenagem de águas pluviais	Inexistente	0	0



Drenagem de gases	Inexistente	0	0
Sistema de tratamento de chorume	Inexistente	0	0
Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0	0
Monitoramento de águas superficiais, lixiviados e gases	Inexistente	0	0
Monitoramento da estabilidade maciços de solo e de resíduos	Inexistente	0	0
Atendimento a estipulações de projeto	Não	0	0
Subtotal	Máximo	44	0

Fonte: Autoral (2023)

Quadro 9: Resultados da avaliação das condições operacionais de resíduos sólidos com seus pontos correspondentes no depósito de RSU de Russas-CE

CONDIÇÕES OPERACIONAIS			
Presença de elementos dispersos vento	Sim	0	0
Recobrimento diário dos resíduos	Não	0	0
Compactação dos resíduos	Inadequada	1	1
Presença de urubus	Sim	0	0
Presença de moscas em grandes quantidades	Sim	0	0
Presença de queimadas	Sim	0	0
Presença de catadores	Sim	0	0
Criações de animais (bois)	Não	3	3
Descarga de resíduos de saúde	Não	3	3
Descarga de resíduos industriais	Sim	0	0
Funcionamento da drenagem de chorume	Não	0	0
Funcionamento da drenagem pluvial definitiva	Não	0	0
Funcionamento da drenagem pluvial provisória	Inexistente	0	0
Funcionamento da drenagem de gases	Inexistente	0	0
Funcionamento do sistema de tratamento de chorume	Inexistente	0	0
Funcionamento do sistema de monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0	0
Funcionamento do sistema de monitoramento das águas sup., lix. E gás.	Inexistente	0	0
Funcionamento do sistema de monitoramento da estabilidade dos maciços	Inexistente	0	0
Medidas corretivas	Não	0	0
Dados gerais sobre o aterro	Não	0	0
Manutenção dos acessos internos	Péssimas	0	0
Plano de fechamento de aterro	Não	0	0
Subtotal	Máximo	52	7

Fonte: Autoral (2023)

Após o cálculo do IQAR ($\text{IQAR} = 5 + 0 + 7 / 13 = 0,923$), constatou-se que a disposição de RSU no município de Russas-CE é inadequado e ineficiente, seguindo a



classificação detalhada no Quadro 3, na qual $0 < IQAR < 6$ aponta para condições inadequadas. Com isso, ratificou-se que a área não atende de forma satisfatória diversos itens pertencentes às características locais, de infraestrutura e de condições operacionais.

3.1. Poluição do solo

A área que se situa o depósito de RSU de Russas-CE apresentou ausência da cobertura vegetal do solo, percolação do chorume e compactação do solo devido ao trânsito de veículos pesados, conforme pode ser observado na Figura 3. Esses fatos também foram observados Silva *et al.* (2010), que analisaram os impactos ambientais de um lixão em Campina Grande, PB.

Figura 3: Imagem do depósito de RSU



Fonte: Autoral (2021).

Diversas pesquisas estudaram o impacto ambiental negativo causado pela disposição final inadequada de RSU, as quais comprovam a relação direta dessa atividade com poluição do solo e águas subterrâneas. A disposição final inadequada de RSU pode acarretar na poluição do solo, impactando negativamente a qualidade ambiental e a saúde pública. A contaminação do solo pode ser dada através mecanismos químicos, tais como como a lixiviação de metais pesados (Ferreira e Vicente, 2004; Santos e Silva, 2010) e compostos orgânicos (Almeida *et al.*, 2008), bem como de mecanismos físicos, tais como erosão da área.

Porto *et al.* (2004) verificaram a contaminação do solo e das águas subterrâneas pelo lixiviado do antigo Aterro Sanitário de Gramacho, na Baixada Fluminense, Rio de Janeiro. Nesse estudo, constatou-se a presença de concentrações elevadas de metais pesados, como



chumbo e cádmio, e compostos orgânicos voláteis no solo e na água subterrânea próxima ao aterro.

Khan *et al.* (2012) relacionaram a disposição final inadequada de RSU em Karachi (Paquistão) com a redução da fertilidade do solo, com pH alterado e níveis de nutrientes desequilibrados. Além dos danos físicos citados, a disposição inadequada dos resíduos pode contribuir na propagação de vetores de doenças que atacam diretamente a saúde pública por meio de organismos patogênicos, conforme observado por Ogundiran e Afolabi (2008). Estes autores investigaram a microbiota do solo em áreas próximas ao lixão de Lagos (Nigéria) e descobriram um aumento significativo de bactérias patogênicas, como *E. coli*, indicando um risco de saúde pública e ambiental.

De acordo com Oliveira *et al.* (2016), as consequências decorrem do intenso tráfego de máquinas durante a descarga dos resíduos sólidos, o que reduz a aeração do solo, resultando em lixiviação e aumento do escoamento superficial.

3.2. Poluição do ar

Com base nos dados da visita *in loco*, se observou a presença de fumaça (Figura 4), principalmente nos meses de estiagem. Essa fumaça é gerada a partir das queimas de resíduos que são realizadas diariamente.

Figura 4: Presença de fumaça no depósito de RSU



Fonte: Autoral (2022)

De acordo com Costa *et al.* (2016), a queima de resíduos sólidos contribui para o impacto no meio ambiente, devido à emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), poluindo o ar



do município e causando a redução da biodiversidade, o que pode afetar alguns animais e a vegetação local de forma direta.

Essas conclusões corroboram com o trabalho de Oliveira (2015), que também abordava a prática de queimadas com o objetivo de reduzir o volume dos resíduos, sem uma preocupação maior com a poluição do ar.

De modo geral, a disposição final dos RSU quando realizada de modo ambientalmente inadequado pode causar poluição atmosférica, através da emissão de GEE, compostos orgânicos voláteis (VOCs), odores, gases tóxicos, partículas em suspensão, dioxinas e furanos.

Kumar et al., (2004) monitoraram a emissão de metano e dióxido de carbono de vários aterros sanitários irregulares na Índia. Os resultados mostraram que a disposição final inadequada dos RSU causa significativas emissões de metano na atmosfera, contribuindo para as emissões de GEE e mudanças climáticas.

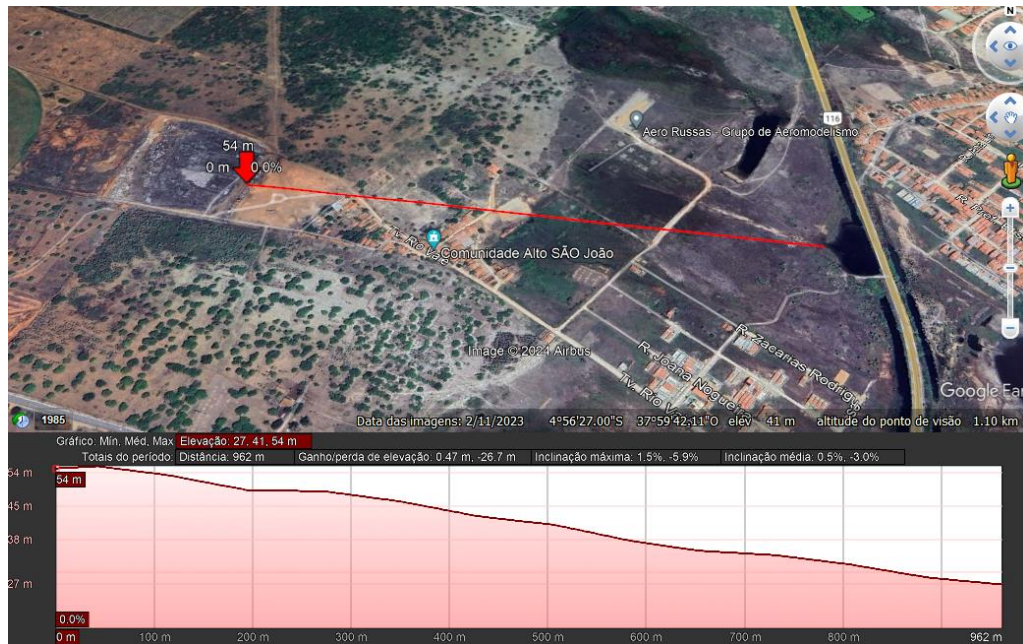
Além da emissão dos GEE, durante a decomposição dos RSU podem ser liberados alguns VOCs, tais como benzeno, tolueno, e xileno, os quais podem ter efeitos tóxicos e carcinogênicos. Scheutz *et al.*, (2003) analisaram a emissão de VOCs de aterros sanitários nos Estados Unidos, identificando a presença de compostos como benzeno e tolueno. A pesquisa destacou os riscos à saúde associados à exposição a esses compostos.

3.3. Poluição de recursos hídricos

Na Figura 4 é possível observar o perfil de elevação e a localização do corpo hídrico mais próximo. Identificou-se um risco de contaminação dos corpos hídricos do entorno em virtude do declive acentuado do terreno, o que facilita a migração dos poluentes por meio do fluxo subterrâneo. Ademais 962 metros, o que não contraria nenhuma das regulamentações, caso se tratasse de um aterro sanitário.



Figura 4. Detalhamento do trecho entre o depósito de RSU e os corpos hídricos do entorno.



A distância mínima entre aterros sanitários e corpos hídricos é fundamental para proteger a qualidade da água e evitar contaminações por lixiviado e outros poluentes. A resolução CONAMA nº404/2008 recomenda uma distância mínima de 200 m.

Embora não terem sido realizadas análises de qualidade das águas, é provável que ocorra contaminação dos corpos hídricos superficiais. Essa constatação está de acordo com o trabalho desenvolvido por Pereira e Melo (2009), que aponta que, do ponto de vista ambiental, os “lixões” podem causar poluição das águas superficiais e subterrâneas devido à percolação do lixiviado, formado pela degradação da matéria orgânica não controlada, o que pode resultar em poluição do solo.

4 Considerações finais

Diante do estudo apresentado, é notável os impactos ambientais negativos advindo da disposição final RSU inadequada no município de Russas-CE, os quais abrangem os meios físicos e antrópicos. O índice de qualidade de aterro encontrado foi considerado muito baixo, o que constata o fato de que os resíduos ainda estão sendo dispostos de forma inadequada, provocando a poluição do solo, ar e recursos hídricos.



Recomenda-se que os RSU sejam destinados a um aterro sanitário e que sejam adotadas técnicas de remediação da área degradada, de modo que sejam reduzidos o máximo possível dos impactos causados pela disposição inadequada.

Referências bibliográficas

AGUIAR, E. S. *et al.* Panorama da disposição de resíduos sólidos urbanos e sua relação com os impactos socioambientais em estados da Amazônia brasileira. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 13, p. e20190263, 2021

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004: resíduos sólidos: classificação**. ABNT 2004. Disponível em: <https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 05 de jun. de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. ABNT, 1992. Disponível em: <http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/NBR-8419-92-Apresentacao-de-Projetos-de-Aterros-Sanitarios-de-Residuos-Solidos-Urbanos.pdf>. Acesso em: 15 de mai. de 2023.

ANDRADE, R. C. *et al.* **Impacto ambiental de lixões e aterros sanitários em recursos hídricos**. 2022. Disponível em: https://www.btdt.ueg.br/bitstream/tede/1070/2/DISSERTAC%CC%A7A%CC%83O_RODRIGO_DA_COSTA_ANDRADE%20Rodrigo%20Andrade.pdf. Acesso: 05 jun. de 2023.

ARAÚJO, T. B. **Avaliação De Impactos Ambientais Em Um Depósito de RSU Inativo No Município De Itaporanga** – PG. 2015. 47 f. Monografia (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Centro de Ciências e Tecnologia. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/8174/1/PDF%20%20Tiago%20Batista%20de%20Ara%20C3%20BAjo.pdf>. Acesso em 27 de abr. de 2023.

BELLON, T. **Lei nº 9.974, de 06 de junho de 2000**. Altera a Lei, n. 7.802. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19974.htm. Acesso em 28 de abr. de 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000; e dá outras providências. Brasília, DF: Casa Civil, 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/14026.htm#:~:text=%E2%80%9CEstabelece%20as%20diretrizes%20nacionais%20para,11%20de%20maio%20de%20201978.%E2%80%9D. Acesso em: 05 jun. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010**. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm, 2010. Acesso em: 29 de abr. de 2023.



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: Casa Civil, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 07 de jun. de 2023.

CAMPOS, L. R. **Aterro sanitário simplificado: instrumento de análise de viabilidade econômico-financeira, considerando aspectos ambientais.** 122f. Dissertação de Mestrado (Escola Politécnica) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008. Disponível em: <https://ppec.ufba.br/files/cp084140.pdf>. Acesso em: 27 de abr. de 2023.

CIVIL, C. *et al.* **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em: 28 de abr. de 2023.

CONAMA, **Resolução Nº 302, de 23 de janeiro de 1986.** Dispões sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente, 1. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8902>. Acesso em: 05 de jun. de 2023.

CORREIA, S. A. *et al.* **Impactos ambientais causados pelo lixão desativado da cidade de Delmiro Gouveia-AL.** 2020. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/7581/1/Impactos%20ambientais%20causados%20pelo%20lix%C3%A3o%20desativado%20da%20cidade%20de%20Delmiro%20Gouveia%20-%20AL.pdf>. Acesso em: 24 de jun. de 2023.

COSTA, A. R. S; JUCÁ, J. F. T. Impactos Ambientais Do Ciclo De Vida Do Sistema De Gerenciamento De Resíduos Sólidos Urbanos Do Município De Paulista/Pe-brasil. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica**, p. 966-980.

COSTA, T. G. A. *et al.* Impactos ambientais de lixão a céu aberto no Município de Cristalândia, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. **Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent.** [online]. 2016, vol. 3, n.4, p. 79-86. ISSN 2359-1412. Disponível em: DOI: 10.21438/rbgas.030408 . Acesso em: 15 mai. 2023.

DA INSTALAÇÃO, **Gerenciamento de Rejeitos. GERÊNCIA DE REJEITOS RADIOATIVOS.** Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm606.pdf>. Acesso em 19 de jun. de 2023.

DE OLIVEIRA GONÇALVES, E. *et al.* Mapeamento da vulnerabilidade socioambiental no espaço urbano de Russas, Ceará, Brasil: Uma integração de dados sociodemográficos e ambientais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 04, p. 1800-1814, 2022.

DA SILVA, D. D. S. *et al.* Avaliação de impactos ambientais do lixão do Iguaiá, Paço do Lumiar/MA. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica**, v. 15, n. 1, p. 172-184. Disponível em: <https://doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2022.15.1.77102> . Acesso em 21 jun. 2023.



DA SILVA, J. M. N. *et al.* **O Uso Do Método Da Listagem De Controle Na Identificação De Impactos Ambientais Negativos: O Caso Do Lixão De Uma Cidade De Médio Porte.** Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_stp_121_785_15703.pdf. Acesso em 21 de jun. de 2023.

DE CASTRO BEZERRA, C. V. *et al.* **Avaliação De Impactos Ambientais No Lixão Do Município De Tocantinópolis –To.** Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2022/TRABALHO_COMPLETO_EV177_MD4_ID159_TB632_30062022195449.pdf. Acesso em: 27 deabr. de 2023.

GODECKE, M. V; NAIME, R. H; FIGUEIREDO, J. A. S. O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil, v(8), nº 8, p. 1700-1712, SET-DEZ, 2012. **Rev. Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental.** ISSN: 2236-1170. Disponível em: doi.org/10.5902/223611706380. Acesso em: 05 de jun. de 2023.

GOMES, P. N. *et al.* 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**, v. 6, n. 13, p. 469-480, 2019. Disponível em: <http://revista.ecogestaobrasil.net/v6n13/v06n13a15a.htm>. Acesso em: 05 de jun. de 2023.

IBAM. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. **Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2001.** Disponível em: <http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>. Acesso em: 21 de jun. de 2023.

JUCÁ, J. F. T. Disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. In: **Congresso Brasileiro De Geotecnia Ambiental-REGEO.** 2003. p. 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Fernando-Juca/publication/260084353_Destinacao_Final_de_Residuos_Solidos_Urbanos_no_Brasil/links/543bc26b0cf2d6698be325cf/Destinacao-Final-de-Residuos-Solidos-Urbanos-no-Brasil.pdf. Acesso em: 21 jun. de 2023.

Instituto de Pesquisas e Estratégia do Ceará (IPECE). **Sistema de Informações Geossocioeconômicas.** Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/> Acessado em 24 de maio de 2024.

LIMA, P. M. *et al.* **Análise de custos do planejamento estratégico do sistema integrado de resíduos sólidos urbanos em Campo Grande/MS.** Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 27, n. 4, p. 749-759, 2022.

MONTEIRO, J. H. P. M. *et al.* **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: <http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf> . Acesso em: 21 jun. 2023.

OLIVEIRA, A. *et al.* Análise qualitativa dos impactos ambientais no meio abiótico em um depósito de resíduos sólidos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, 2015. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2015c/agrarias/analise%20qualitativa%20dos%20impactos.pdf>. Acesso em: 05 de jun. 2023.



Plano Nacional de Saneamento Básico. Disponível em:

<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab> Acesso em: 24 de abr. de 2023.

Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Disponível em:

<https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/politica-nacional-de-residuos-solidos-pnrs>. Acesso em: 27 de abr. de 2023.

PHILIPPI, J. A. ROMERO, M. A. BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental.** São Paulo: Manole, 2004, 1045. Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3480964/mod_resource/content/1/as_gestao_ambiental_tfm.pdf. Acesso em: 21 de jun. de 2023.

Russas (CE). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/russas.html> Acesso em: 27 de abr. de 2023.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos.** 2ª Edição.

São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 495p. Disponível em:

<http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Avaliacao-de-impacto-ambiental-2ed-DEG.pdf>. Acesso em: 21 de jun. de 2023.

SANTOS, V. A. *et al.* **Avaliação dos impactos ambientais do lixão no município de Belém de São Francisco-PE.** 2022. Disponível em:

<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/26579/VICTOR%20ALVES%20SANTOS%20%20TCC%20ENGENHARIA%20CIVIL%202022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 de jun. de 2023.

SILVA, C.; SHOENHALS, M.; CORNELI, V. M.; ARANTES, E. J. **Diagnóstico da Contaminação do solo e aplicação do Índice de Qualidade de Aterros De Resíduos da Cetesb na área de disposição de resíduos sólidos urbanos de Peabirú-Pr.** Engenharia Ambiental, Espírito Santo do PinhalSP, v.9, n.2, p.252-270, 2012. Disponível em:

<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=737>. Acesso em: 27 de abr. de 2023.

TOMMASI, L. R. **Estudo de Impacto Ambiental.** CETESB: Terragraph Artes e Informática, 1993. 354p. Disponível em:

https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/wp-content/uploads/sites/32/2019/12/Manual_EIA_RAP_v_02.pdf. Acesso em: 28 de abr. de 2023.

DE OLIVEIRA, J. A. M; MEDEIROS, P. C; DE OLIVEIRA, C. M. M. Diagnóstico Do Vazadouro A Céu Aberto No Município De Januária-Mg, Por Meio De Dois Métodos De Avaliação De Impacto Ambiental. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 363-374, 2018.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** Oficina de textos, 2020.

PALÁCIO, F. M. L. *et al.* Construção de índice da qualidade de aterros de resíduos através da avaliação de impacto ambiental. **Anais 9º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos.** Porto Alegre: Instituto Venturi, 2018.



DE ALMEIDA, A. N. *et al.* Deficiências no diagnóstico ambiental dos estudos de impacto ambiental (EIA). **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n. 2, p. 33-48, 2015.

ARAUJO, T. B. **Avaliação de impactos ambientais em um lixão inativo no município de Itaporanga-PB**. 2015 48f. Monografia (Bacharelado de Engenharia Sanitária e Ambiental) Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

MORAES, C. D; D´AQUINO, C. A. Avaliação de impacto ambiental: uma revisão da literatura sobre as principais metodologias. In: SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO SUL CATARINENSE – SICT-SUL, 5., 2016 Santa Catarina. Anais... Santa Catarina: IFSC. 7 p, 2016.

BARROS, R. G; DOURADO, B. R; BÁRBARA, V. F. Determinação do índice da qualidade do aterro de resíduos do município de Goiânia/GO. **Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 3, p. 155-166, 2020.

GOMES, P. N *et al.* Uma aplicação do índice de qualidade do aterro (IQR) na área de disposição dos resíduos sólidos urbanos do município de Corrente-PI. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 445-459, 2020.

CUNHA, C. E. S. *et al.* O uso de indicadores de desempenho na avaliação da qualidade operacional dos aterros sanitários do estado do Rio de Janeiro no triênio 2013-2015. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 25, p. 345-360, 2020.

DE OLIVEIRA GONÇALVES¹, E. *et al.* Mapeamento da vulnerabilidade socioambiental no espaço urbano de Russas, Ceará, Brasil: Uma integração de dados sociodemográficos e ambientais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 04, p. 1800-1814, 2022.

ANDRADE, J. H. R; ALVES, T. R. M. A problemática da disposição final dos resíduos sólidos na região do Vale Do Jaguaribe: um olhar sobre o CGIRS-VJ. In: **II Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: IBEAS**. 2019.

DE OLIVEIRA, M. R. M. *et al.* Insegurança alimentar e nutricional e fatores de risco para doenças crônicas não transmissíveis em catadores de resíduos sólidos. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 13, n. 3, p. 635-647, 2018.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos**. São Paulo, 2017. 126 p.

SOBRAL, I. S.*et al.* Avaliação dos impactos ambientais no Parque Nacional Serra de Itabaiana-SE. **Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 24, p. 102-110, 2007.