



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE CENTRO DE CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA AGROALIMENTAR UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA AMBIENTAL CAMPUS POMBAL – PB

Victor Alves Santos

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DO LIXÃO NO MUNICÍPIO DE
BELÉM DE SÃO FRANCISCO – PE**

Pombal – PB, 2022

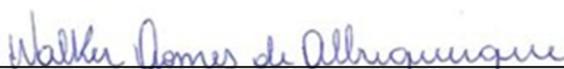
Victor Alves Santos

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DO LIXÃO NO MUNICÍPIO DE
BELÉM DE SÃO FRANCISCO – PE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de engenharia civil, da universidade federal de Campina Grande - UFCG, como requisito para obtenção do título de Bacharel em engenharia civil.

Defendido e aprovado em: 11/03/2022

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Walker Gomes de Albuquerque
UACTA/CCTA/UFCG- Campus Pombal-PB



Profa. Mcs. Elis Gean Rocha (Examinadora Interna)
UACTA/CCTA/UFCG- Campus Pombal-PB



Profa. Dr. Viviane Farias Silva (Examinadora Externa)
UAEF/CSTR/ UFCG-Campus Patos-PB

Pombal – PB, 11 de março de 2022

V658a Santos, Victor Alves.

Avaliação dos impactos ambientais do lixo no município de Belém de São Francisco - PE / Victor Alves Santos. – Pombal, 2022. 69 f. il. color

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2022.

“Orientação: Prof. Dr. Walker Gomes de Albuquerque.”.

Referências.

1. Resíduos sólidos. 2. Diagnóstico ambiental. 3. Aterros sanitários. 4. Mitigação. I. Albuquerque, Walker Gomes. II. Título.

CDU 628.4(043)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por ter abençoado toda a minha trajetória até aqui bem como por me dar força para superar os desafios da vida.

Aos meus pais, Jocélia Alves da Silva Santos e Vitor Alves dos Santos Sobrinho, por todo apoio, amor e incentivo que sempre me deram não só nos estudos, mas também na vida. Aos meus irmãos Vinícius Alves Santos e Sebastião Conceição Alves por todo incentivo, apoio e por sempre acreditarem no meu potencial.

À minha noiva Jolinda Mércia de Sá, em especial, por sempre acreditar em mim e me apoiar em todos os momentos de dificuldades, tristezas, alegrias, conquistas e superação dos obstáculos. Ao meu amigo Thales Andrade da Costa e meu primo Rafael Alves de Souza pelo apoio e incentivo. À toda a minha família que direta ou indiretamente contribuíram para a minha conquista.

Aos meus professores do CCTA que fizeram parte da minha formação acadêmica, em Especial Walker Albuquerque, Cibele Maia, Rodrigo Chagas e Michel Barros pela inspiração. Obrigado por todos os conhecimentos compartilhados.

Ao meu orientador Prof. Dr. Walker Albuquerque pelo incentivo, apoio e dedicação durante todo o período de orientação.

A todos o meu muito obrigado.

“Quando pedimos forças à Deus, ele nos dá momentos desafiadores para que aprendamos a ser fortes”

Morgan Freeman

RESUMO

Durante séculos o descarte de resíduos sólidos foi feito em lixões. E mesmo existindo atualmente formas de descarte menos agressivas ao meio ambiente, diversos municípios do Brasil ainda utilizam essa forma de destinação arcaica, sendo esse o caso do município de Belém de São Francisco - PE. O trabalho em questão tem como objetivo realizar a avaliação dos impactos ambientais do lixão no município e propor medidas mitigadoras e compensatórias. A metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho baseou-se em pesquisas bibliográficas, visitas de campo, registros fotográficos, imagens de satélite bem como na utilização de metodologias fundamentais na avaliação de impactos ambientais: método de check list, método ad hoc e matriz de interação. O georreferenciamento da área de estudo foi realizado por meio do software Qgis. Com a utilização desse programa foi possível delimitar as áreas de influência de estudo em: área diretamente afetada, área de influência direta e área de influência indireta; cada qual afetada pelas atividades do lixão, com grau e características diferentes. Para descrever as condições da área de estudo foi desenvolvido um diagnóstico ambiental simplificado, levando-se em consideração os meios físico, biótico e antrópico do município. Em seguida realizou-se a avaliação dos impactos ambientais adversos e propôs-se medidas de controle ambiental para redução dos mesmos. Através da matriz de interação entre as atividades antrópicas e os componentes ambientais foi possível determinar que os meios físico, biótico e antrópico sofrem impactos significativos, com cada meio contendo, respectivamente, 19, 8 e 8 interações. Os impactos mais significativos foram: a contaminação do solo, a poluição visual, a Proliferação de micro e macro vetores patogênicos, o risco de contração de doenças infecciosas, a poluição do ar e o estresse da biota circunvizinha. As medidas de controle ambiental propostas foram: a construção de um aterro sanitário adequado às características socioeconômicas do município; a adoção de medidas de reflorestamento das áreas desmatadas; e a aplicação de medidas alternativas de atenuação dos impactos ambientais. Planos e programas de controle ambiental foram sugeridos para monitorar a eficácia da implementação das medidas de controle ambiental e educar a população acerca de práticas solidárias e sustentáveis.

Palavras-chaves: Resíduos sólidos. Diagnóstico Ambiental. Aterros Sanitários. Mitigação

ABSTRACT

For centuries the disposal of solid waste was done in dumps. And even though there are currently less aggressive forms of disposal to the environment, several municipalities in Brazil still use this form of archaic disposal, which is the case of the municipality of Belém de São Francisco - PE. The work in question aims to carry out an assessment of the environmental impacts of the dump in the municipality and propose mitigating and compensatory measures. The methodology used for the development of the work was based on bibliographic research, field visits, photographic records, satellite images as well as the use of fundamental methodologies in the assessment of environmental impacts: checklist method, ad hoc method and interaction matrix. The georeferencing of the study area was carried out using the Qgis software. With the use of this program, it was possible to delimit the study areas of influence in: directly affected area, direct influence area and indirect influence area; each one affected by the activities of the dump, with different degrees and characteristics. To describe the conditions of the study area, a simplified environmental diagnosis was developed, taking into account the physical, biotic and anthropic environment of the municipality. Then, the adverse environmental impacts were evaluated and environmental control measures were proposed to reduce them. Through the interaction matrix between anthropic activities and environmental components, it was possible to determine that the physical, biotic and anthropic environments suffer significant impacts, with each environment containing, respectively, 19, 8 and 8 interactions. The most significant impacts were: soil contamination, visual pollution, the proliferation of micro and macro pathogenic vectors, the risk of contracting infectious diseases, air pollution and the stress of the surrounding biota. The proposed environmental control measures were: the construction of a sanitary landfill suited to the socioeconomic characteristics of the municipality; the adoption of reforestation measures in deforested areas; and the application of alternative measures to mitigate environmental impacts. Environmental control plans and programs were suggested to monitor the effectiveness of the implementation of environmental control measures and educate the population about solidary and sustainable practices.

Keywords: Solid waste. Environmental Diagnosis. Landfills. Mitigation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma das etapas metodológicas.	22
Figura 2 – Localização do município de Belém de São Francisco – PE.....	23
Figura 3 – Mapa de localização da área do lixão.	23
Figura 4 – Área diretamente afetada.	28
Figura 5 – Área de influência direta (AID).	30
Figura 6 – Área de influência indireta (AII).....	31
Figura 7 – Paisagem da Área diretamente afetada (ADA).....	32
Figura 8 – Paisagem do trecho da estrada que leva até a ADA.....	32
Figura 9 – Paisagem das margens da BR-316 na entrada da cidade.	33
Figura 10 -Tipos de pontos de água cadastrados no município.	34
Figura 11 - Corpo d’água mais próximo do lixão.	33
Figura 12 - Geodiversidade do município de Belém de São Francisco – PE.....	34
Figura 13 – Legenda do Mapa de Geodiversidade dos litotipos do município.....	35
Figura 14 – Classes de solos do município.	36
Figura 15 – Topografia do município.....	36
Figura 16 – Incineração de Resíduos na área diretamente afetada do lixão.....	37
Figura 17 – Resíduos da construção civil na área do lixão.	42
Figura 18 – Gráfico de interações com os meios Físico, Biótico e Antrópico.....	46
Figura 19 – Classificação dos impactos ambientais.	49
Figura 20 – Gráfico de impactos ambientais de acordo com a significância.	50
Figura 21 – Etapas para execução do aterro sanitário de pequeno porte simplificado em trincheiras	54
Figura 22 – Materiais recicláveis recolhidos pelos catadores	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Componentes ambientais descritos da área de estudo.....	25
Quadro 2 – Classificação dos impactos ambientais.	26
Quadro 3 - Classificação dos impactos quanto a magnitude e importância.....	26
Quadro 4 - Escala dos impactos ambientais quanto a magnitude e importância.	27
Quadro 5 - Escala dos impactos quanto ao grau de significância.	27
Quadro 6 - Espécies da fauna do município Belém de São Francisco – PE.	38
Quadro 7 - Espécies vegetais nas áreas de influência direta e indireta do estudo.....	39
Quadro 8 - Identificação dos impactos ambientais.	44
Quadro 9 - Matriz de interação das atividades antrópicas com os componentes ambientais..	46
Quadro 10 - Classificação dos impactos ambientais das atividades desenvolvidas no lixão de Belém de São Francisco -PE.	47
Quadro 11 - Classificação dos impactos ambientais em termos de significância em decorrência das atividades desenvolvidas no lixão.	51
Quadro 12 - Características dos sistemas em valas e trincheiras.	53
Quadro 13 - Medidas de atenuação dos impactos ambientais.....	57
Quadro 14 - Sugestão de Espécies arbóreas para implantação da cortina vegetal.....	58

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

- ABRELPE** - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
- ABNT** - Associação Brasileira de Normas e Técnicas
- ADA** - Área Diretamente Afetada
- AIA** - Avaliação de Impactos Ambientais
- AID** - Área de Influência Direta
- AII** - Área de Influência Indireta
- BDE** - Banco de Dados estadual
- CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- EIA** - Estudo de Impacto Ambiental
- EMBRAPA** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- FGV** – Fundação Getúlio Vargas
- FIRJAN** - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
- IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IDHM** - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
- IFDM** - Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal
- IPEA** - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
- NBR** - Norma Brasileira
- PNRS** - Política Nacional de Resíduo Sólido
- RECESA** - Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	13
2.1. Geral	13
2.2. Específicos	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1. Aspectos gerais do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos na cidade de Belém do São Francisco- PE	13
3.2. Impactos ambientais e sociais provenientes do descarte inadequado dos resíduos sólidos urbanos (RSU).....	14
3.3. O adequado gerenciamento do lixo urbano como estratégia para prevenção e mitigação dos impactos ambientais.....	17
3.4. Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais	20
<i>3.4.1 Método da Matriz de interação</i>	<i>20</i>
<i>3.4.2 Método de Check-list</i>	<i>21</i>
<i>3.4.3 Método de ad-hoc</i>	<i>21</i>
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1. Metodologia.....	22
4.2. Localização da área de estudo	22
4.3. Delimitação da área de influência de estudo	24
4.4. Diagnóstico ambiental simplificado:.....	24
4.5. Identificação e avaliação dos impactos ambientais	25
4.6. Classificação dos impactos ambientais significativos.....	26
4.7. Medidas de controle ambiental	27
4.8. Planos e programas ambientais.....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1. Área diretamente afetada	28
5.2. Área de influência direta.....	29
5.3. Área de influência indireta	30
5.4. Diagnóstico Ambiental Simplificado.....	31
5.5.1 Meio Físico.....	32

5.5.2 Meio Biótico	37
5.5.3 Meio Antrópico:	41
5.5. Identificação e análise dos impactos ambientais.....	43
5.5.1 Identificação dos impactos:	43
5.6. Matriz de interação:	46
5.7. Classificação dos impactos ambientais:.....	47
5.8. Classificação dos impactos ambientais em termos de significância:.....	50
5.9. Medidas de controle ambiental	52
5.10.1 Construção de um aterro sanitário	52
5.10.2 Medidas de atenuação dos impactos.....	55
5.10. Sugestão de Planos e Programas ambientais	59
5.11.1 Programa de educação ambiental para a população de Belém de São Francisco – PE.....	59
5.10.2. Programa de monitoramento da implantação do aterro e desativação do lixão	59
5.11.3 Programa de reflorestamento das áreas de influência do lixão	59
5.11.4 Programa de Reciclagem solidária	59
5.11.5 Programa de incentivo a utilização de EPIs pelos catadores de recicláveis.....	60
6. CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS	61

1. INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos se intensificou a partir do momento em que o homem começou a viver em sociedade, por volta de 10 mil anos A.C. Com o advento da revolução industrial, a produção de resíduos sólidos tomou grandes proporções, trazendo prejuízos, principalmente à saúde pública (WORRELL; VESILIND; LUDWIG, 2015).

A Revolução Industrial que se iniciou na Inglaterra, a partir da segunda metade do século XVIII, e rapidamente se expandiu para o resto do mundo ocidental e, no século XX, para o mundo oriental, veio a causar diversos problemas sociais e ambientais através da exploração excessiva dos recursos naturais, desencadeando em uma enorme geração de resíduos diversos. Combinado à massiva emissão de gases poluentes, o descarte dos resíduos era feito sem nenhuma preocupação ambiental e social, sendo despejados nos esgotos e locais a céu aberto (FRANCO & DRUCK, 1998).

Apenas em 1970 os impactos ambientais causados pela geração de resíduos sólidos começaram a despertar a atenção dos governos, principalmente devido a pressões sociais promovidas por ambientalistas e cientistas que, com o apoio dos maiores governos mundiais, começaram a articular reuniões para discutir metas ambientais, como por exemplo: a Conferências de Estocolmo, a ECO 92, e a Conferência de Tibilisi (VELLOSO, 2008; WILSON, 2007).

Segundo a ABNT NBR 10.004/2004, os resíduos sólidos são resultado das diversas atividades desenvolvidas pelo homem, como as atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas, de serviços e de varrição. No Brasil, a disposição irregular de resíduos sólidos urbanos tem causado a contaminação de solos, cursos d'água e lençóis freáticos, bem como também a disseminação de doenças cujos vetores encontram nos lixões um ambiente propício, como é o caso da dengue, leishmaniose, leptospirose e esquistossomose (IPEA, 2020).

Diante desses problemas sociais e ambientais, e após uma discussão de cerca de 20 anos, o governo federal promulgou em 2010 a lei 12.305. Tal lei determinou que os municípios brasileiros teriam a responsabilidade de exercer o gerenciamento dos resíduos sólidos em seus territórios, dando uma destinação adequada para os mesmos em um prazo de quatro anos (BRASIL, 2010). Para reforçar, em 2020 foi promulgada a Lei 14026 que incumbi ao comitê de saneamento básico os planos de manejo e destinação ambiental adequada dos resíduos sólidos.

Expirado o prazo em 2014, dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) mostram que cerca de 53,0% dos municípios

brasileiros ainda não conseguiram cumprir a determinação legal da lei 12.305. O município de Belém de São Francisco, encontra-se entre esses 53,0% dos municípios brasileiros que ainda dispõem os resíduos sólidos urbanos em lixões, causando diversos problemas como por exemplo a poluição visual, poluição do ar através das frequentes queimadas dos entulhos de lixo, e a possível transmissão de doenças às comunidades dos bairros circunvizinhos ao lixão (ABRELPE, 2020).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Realizar a avaliação dos impactos ambientais causados pelo descarte irregular dos resíduos sólidos urbanos em área de lixão no município de Belém de São Francisco – PE.

2.2. Específicos

Delimitação das áreas de influência do lixão;

Elaborar um diagnóstico ambiental simplificado;

Identificar e classificar os impactos ambientais causados pela existência do lixão no município;

Propor medidas de controle ambiental bem como indicar planos e programas ambientais adequados à realidade do município.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Aspectos gerais do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos na cidade de Belém do São Francisco- PE

O município de Belém do São Francisco, localizado no alto sertão de Pernambuco, é banhado pelas águas do Rio São Francisco, principal afluente, que também percorre os estados de Minas Gerais (nascente), Goiás, Bahia, Sergipe, Alagoas e o Distrito Federal. Com uma população estimada de 20.730 habitantes em uma área de 1.830,797 Km², a taxa de urbanização é de 62,12%.

De acordo com dados do ministério das cidades, a vegetação predominante no território de Belém de São Francisco é o bioma Caatinga. Segundo o serviço Geológico do Brasil (2005),

a vegetação é basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia e o clima é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão. O clima do município é predominantemente Tropical Semi-Árido, com chuvas de verão. O período de chuva tem início em novembro e término em abril. A precipitação anual média é de aproximadamente 432mm (CPRM, 2005).

A economia local é agrícola, destacando-se a fruticultura irrigada, a caprinocultura e a ovinocultura. Apesar da economia local ser bem desenvolvida, a renda familiar média é de R\$ 740,00 a R\$ 1.879,00, com mais da metade da população de baixa renda e 26,0% em situação de indigência e pobreza (IBGE, 2021).

O sistema de abastecimento e esgotamento sanitário abrange aproximadamente 97,0% e 57,0% da área urbana, respectivamente (INFOSANBAS, 2010). Não existem dados disponíveis sobre o sistema de tratamentos de resíduos sólidos, assim como também não existe em médio prazo nenhum projeto em andamento. O sistema de coleta é realizado semanalmente de forma tradicional, sendo o resíduo recolhido por garis e transportados até o local de descarte em caminhão tipo caçamba.

Os resíduos sólidos urbanos são coletados através de serviço de coleta em caçamba (INFOSANBAS, 2010) e descartados em área de lixão, situado no intermédio dos bairros periféricos da cidade. O município não conta com o sistema de coleta seletiva ou reciclagem, e o lixo não passa por nenhum tratamento prévio antes de ser despejado na área. O estado obriga a população e o poder municipal a fazer a separação dos resíduos, mas a Lei nº 13.047 de 26 de junho de 2006 prevê o fomento à “implantação do sistema de coleta seletiva nos municípios”.

A Lei nº 13.047/2006 propõe ainda apoio aos catadores de material reciclável, visando incentivar a economia solidária, incentivar a coleta seletiva, a reutilização e a reciclagem; proteger a saúde pública e a qualidade do meio ambiente; reduzir a geração de resíduos sólidos, incentivar o consumo sustentável, e dá outras providências. Apesar da existência da Lei, operações dessa natureza no município são inexistentes.

3.2. Impactos ambientais e sociais provenientes do descarte inadequado dos resíduos sólidos urbanos (RSU)

A vida em sociedade surgiu de forma natural a partir do momento em que o homem deixou de ser nômade para exercer relações comerciais, e em consequência dessa mudança, devido a fixação do homem em um determinado local, a geração de lixo também aumentou gradativamente. De acordo com o Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas-RS (SANEP,

2020) uma das maiores preocupações na área ambiental, atualmente, é a evolução exponencial da geração de resíduos sólidos urbanos, ou seja, a quantidade de lixo que cada pessoa no planeta produz todos os dias. Estudos recentes realizados pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais-ABRELPE (2021) demonstram que a geração de resíduos sólidos no Brasil como um todo é de 1,067 kg por habitante/dia.

A geração de um grande volume de resíduo associado ao descarte inadequado pode gerar uma série de impactos ambientais ao longo dos anos, com danos sociais e perdas ecológicas incalculáveis. Segundo a Resolução do CONAMA nº 01 de 23/01/86, impacto ambiental é definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente resultante de atividades antrópicas que, direta ou indiretamente, afetem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

Mesmo sendo um problema mundial, os impactos ambientais são mais perceptíveis nos países em desenvolvimento que apresentam o processo de urbanização acelerada e um elevado déficit na capacidade financeira e administrativa em prover infraestrutura e serviços essenciais como água, saneamento, coleta e destinação adequada do lixo e moradia, e em assegurar segurança e controle da qualidade ambiental para a população (JACOBI; BESEN, 2011).

No Brasil a coleta e destinação de resíduos sólidos é um dos fatores de maior contribuição na geração de impactos ambientais colocando em risco, também, a saúde pública. A ausência de locais adequados para disposição final do lixo ainda é um problema enfrentado pela maioria dos municípios brasileiros. Segundo a Abrelpe (2020) em 2018 foram gerados no país cerca de 79,0 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, dos quais 29,5 milhões de toneladas foram descartados de forma inadequada em lixões ou aterros controlados.

De acordo com Lima e Silva (1999), o lixão é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, sem nenhum critério técnico, caracterizado pela descarga do lixo diretamente sobre o solo, sem qualquer tratamento prévio, e não conta com um conjunto de sistemas e medidas necessários para proteger a saúde das pessoas e o meio ambiente contra danos e degradações. São geralmente terrenos baldios, quintais e córregos que, em face do acúmulo progressivo de resíduos, constituem o embrião dos futuros lixões (FADINI; FADINI, 2001).

Materiais de diferentes composições orgânicas e com resíduos de produtos químicos são depositados diariamente no meio ambiente através dos lixões, expondo a saúde humana e o meio ambiente a ação desses agentes danosos de duas formas: pelo modo direto, quando há um contato estreito do organismo humano com agentes patogênicos presentes no lixão, e pelo modo

indireto, por meio da amplificação de algum fator de risco, que age de forma descontrolada sobre o entorno e por três vias principais, a saber: a ocupacional, a ambiental e a alimentar (CAVALCANTE; FRANCO, 2007).

A via ocupacional ocorre pela contaminação dos catadores, que manipulam substâncias consideradas perigosas sem nenhuma proteção. Embora atinja uma parcela reduzida da população, esta via manifesta a forma mais agressiva de contaminação (GONÇALVES, 2005). Gouveia (2012) diz que a maior parte dos catadores realiza seu trabalho em condições muito insalubres, sem equipamentos de proteção, resultando em alta probabilidade de adquirir doenças, e dentre os problemas relacionados à atividade realizada pelos catadores estão o desenvolvimento de doenças respiratórias e osteomusculares, lesões por acidente, além de exposição a agentes infecciosos, metais pesados e substâncias químicas.

O contato e a inalação de produtos tóxicos como pesticidas, baterias e componentes eletroeletrônicos podem provocar alergias, infecções, doenças respiratórias, dermatoses e intoxicações (PORTO et. al., 2004; FERRON, 2010), considerando a alta reatividade de muitos materiais utilizados na confecção de aparelhos eletrônicos. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) em 2030 a geração de resíduos sólidos eletrônicos alcançará valores de 92.500 toneladas/ano, considerando apenas telefones celulares e fixos, televisão e computadores. A maior parte deste material não recebe o destino e tratamento adequados (DEL GROSSI, 2011). Estes produtos podem possuir em sua composição química metais pesados como chumbo, níquel, cádmio, mercúrio, cobre, zinco, manganês, prata, entre outros, o que lhes garante as características de corrosividade, reatividade, toxicidade e bioacumulação. Como já se sabe, com o descarte indevido destes materiais, os metais pesados podem ser lixiviados infiltrando-se e contaminando o solo, o lençol freático, a fauna e a flora das regiões próximas e também pode prejudicar a saúde humana (KEMERICH et al., 2013).

A via ambiental caracteriza-se pela dispersão dos agentes contaminadores pelo ar, advindos da putrefação de restos alimentares e de animais mortos, queima dos resíduos, infestação do chorume nos corpos d'água superficiais ou infiltração no lençol freático em solos permeáveis e pela produção de gás metano em virtude da decomposição dos resíduos ou proliferação de bactérias anaeróbias, aumentando os riscos de incêndios (LIMA; RIBEIRO, 2000).

A prática comum de reduzir o volume de resíduos na área do lixão através da queima, lança no ar parte das substâncias tóxicas presente nos diferentes tipos de resíduos que, dependendo do seu peso específico, poderão se depositar nas camadas mais superficiais do solo, além do material particulado que também se precipita, contaminando a área e provocando

problemas respiratórios. Outro ponto importante é a emissão de CO e CO₂ na atmosfera, contribuindo de forma inegável com o aumento da temperatura e mudança do microclima da região (ALMEIDA; CUNHA, 2012).

Por fim, há a via alimentar, caracterizada pela contaminação dos catadores ou residentes próximos aos lixões em virtude da ingestão de restos de comida e de animais que frequentam este espaço e se alimentam dos resíduos *in natura* em disputa com as pessoas. Ao interagirem com a cadeia alimentar, esses animais poderão transmitir doenças, tanto àqueles de sua espécie como ao homem, elo final dessa cadeia (NUNESMAIA, 2002).

3.3. O adequado gerenciamento do lixo urbano como estratégia para prevenção e mitigação dos impactos ambientais

O consumo de bens e serviços associado com a cultura do descarte tem gerado um grande volume de resíduos que são depositados no meio ambiente em locais inadequados, provocando uma série de problemas ambientais e sociais. A natureza tem uma grande capacidade de recuperação, porém essa capacidade é limitada e, muitas vezes, não se pode devolver ao processo natural as suas características originais, surgindo então os inúmeros problemas (MOTA, 2010).

Atualmente, a preocupação constante com o meio ambiente vem gerando diversas ações para preservar e conservar a natureza, e um dos principais temas abordados sobre a questão ambiental é o destino da grande quantidade de lixo produzido pelo homem. Para enfrentar essas questões os governos têm formulado estratégias e adotado práticas de gestão com vistas à prevenção e ao controle da poluição, à proteção e à recuperação da qualidade ambiental e à manutenção da saúde pública.

Diante disso, uma das medidas elaboradas pelo governo brasileiro, destaca-se atualmente a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), promulgada na Lei Federal nº 12.305 de 02 de Agosto de 2010 (BRASIL, 2010). A PNRS tem como ordem de prioridade a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e finalmente a disposição final dos rejeitos. Estes últimos são os resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentam outra possibilidade que não a disposição final adequada.

Todas essas medidas tem início com o sistema de coleta de resíduos sólidos urbanos, que deve ser cada mais eficiente para atender a quantidade exponencial do volume produzido a

cada ano em função do aumento populacional. Nos últimos anos, no Brasil, o volume de resíduos coletados cresceu mais do que a quantidade de lixo gerado em um ano por cada habitante, atingindo 199.311 toneladas por dia (ABRELPE, 2019). A PNRS tem suas medidas instituídas e centradas em coletar e tratar a maior quantidade de resíduo, ao passo que busca reduzir o volume lançados no aterro sanitário.

No Brasil, de acordo com estudo realizado pela ABRELPE em 2020, os resíduos orgânicos constituem cerca de 45,0% do lixo coletado, os materiais recicláveis secos somam 35%, fracionado pelo plástico (16,8%), papel e papelão (10,4%), vidros (2,7%), metais (2,3%), e embalagens multicamadas (1,4%). Os rejeitos correspondem a 14,1% principalmente dos materiais sanitários. Quanto às demais frações, os resíduos têxteis, couros e borrachas, com 5,6%, e outros resíduos, com 1,4%, são os materiais e objetos de logística reversa descartados incorretamente como RSU.

Os resíduos sólidos urbanos podem ser tratados por meio de técnicas como gaseificação, pirólise, incineração, plasma, compostagem, reciclagem e digestão anaeróbica (MARCHEZETTI; KAVISKI; BRAGA, 2011). Estes tratamentos apresentam algumas vantagens e desvantagens e devem ser utilizados de forma integrada (IPCC, 2006), visando a redução dos impactos negativos que essas técnicas podem gerar.

Segundo Andrade e Ferreira (2011), independente do tratamento ou técnica a ser utilizada, é necessário realizar a caracterização da composição gravimétrica dos resíduos, com o objetivo de conhecer a composição do volume final dos resíduos coletados, e assim empregar o método adequado.

O tratamento e a gestão de resíduos sólidos urbanos devem ser observados com cautela e planejamento, principalmente devido ao impacto sobre o meio ambiente (SANTIBÁÑEZ-AGUILAR et al., 2013). Dois processos importantes para o tratamento de resíduos sólidos, reciclagem e compostagem, são salientados na literatura técnico-científica e na PNRS (BRASIL, 2010). Ambos os processos envolvem a alteração de algumas propriedades físicas, químicas ou biológicas dos resíduos, com o objetivo de transformá-los em insumos ou novos produtos.

A coleta seletiva exerce um papel significativo na destinação correta dos resíduos sólidos, pois permite separar os materiais de acordo com a sua composição e evita que materiais tóxicos, cortantes e inflamáveis sejam depositados diretamente no meio ambiente. Essa prática tem apresentado aumento nas regiões brasileiras, no entanto é ainda incipiente e não abrange todos os municípios e bairros. A quantidade de cidades que dispõem de tais serviços elevou-se

em todas as regiões brasileiras, com destaque para o Nordeste e o Centro-Oeste, com aumento de 8,0% e 9,0%, respectivamente, em relação aos anos de 2017 e 2018 (ABRELPE, 2019).

A PNRS (BRASIL, 2010) orienta a hierarquia de ações a serem seguidas na gestão e no gerenciamento dos resíduos sólidos. Nesse sentido, a coleta seletiva é uma ação importante sendo o primeiro passo para a reciclagem do lixo não orgânico, aumentando a vida útil de aterros sanitários e incentivando a extinção de lixões, que representam o sistema de descarte predominante dos resíduos no Brasil. Além disso, a coleta seletiva e a reciclagem apresentam-se como instrumento de inclusão social dos catadores de resíduos sólidos urbanos.

Historicamente, os catadores de resíduos sólidos ocupam lugar central na coleta seletiva e na indústria de reciclagem brasileira, antes mesmo da promulgação da Política da PNRS, que os coloca como atores fundamentais nesse processo (SANTOS et al., 2011). Afinal, a reciclagem em níveis elevados e com inclusão social não é uma característica dos países centrais, mas é assunto e competência de territórios periféricos (TEODOSIO et al., 2014).

A PNRS preza pela disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, e nesse contexto, estabeleceu um prazo de quatro anos, a contar da data de publicação da Lei, para a erradicação dos lixões nas cidades (PEREIRA, 2020). No entanto, de acordo com dados divulgados em 2020, cerca de 60,0% das cidades brasileiras ainda realizam o descarte dos resíduos sólidos em lixões de forma irregular (ABRELPE, 2020).

O aterro sanitário é a destinação mais adequada para os resíduos sólidos urbanos, sendo este construído a partir de um projeto de engenharia desenvolvido antes de se iniciar a disposição do lixo, onde tudo é pensado de modo a causar o menor impacto socioambiental possível. A disposição final dos resíduos em aterros sanitários é obrigatória desde 2012 com a publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos que estabeleceu aos municípios o prazo de quatro anos para erradicação dos lixões (BRASIL, 2010) sendo este prazo estendido para o ano de 2021 (CARPEGIANI, 2021).

Para efetividade da ação que se destina, o aterro sanitário deve atender critérios técnicos e as atividades de rotina devem ser feitas visando evitar problemas com poluição do solo, corpos hídricos e do ar. Assim deve existir área de triagem e de separação dos resíduos, de tratamento e deposição final. Devido à complexidade do empreendimento, demanda um considerável investimento financeiro por parte dos municípios brasileiros (IPEA, 2020).

Para superação do obstáculo financeiro, a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) propõe, no artigo 7º, VIII, como um objetivo a ser alcançado, a articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos. Essa

medida orienta a integração dos diferentes setores geradores de resíduos a articular a melhor forma de descarte, integrando outras medidas de tratamento de resíduos defendidas na Lei como ambiental e socialmente segura.

3.4. Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais

A avaliação dos impactos ambientais constitui-se como uma etapa fundamental na análise das possíveis consequências ambientais geradas pela implementação e operação de um empreendimento antrópico (PHILLIP JÚNIOR. et al., 2004). De acordo com a resolução do CONAMA n. 001/86 duas ferramentas foram criadas, o EIA (estudo de impacto ambiental) e o RIMA (relatório de impacto ao meio ambiente), com os objetivos de nortear a forma como uma avaliação de impacto ambiental deve ser conduzida e para quais sua exigência é obrigatória (BRAGA et al., 2005).

De acordo com Sánchez (2008) essas ferramentas de AIA (Avaliação de Impactos ambientais) são procedimentos organizados de forma lógica, com o objetivo de analisar os impactos ambientais gerados por um empreendimento em operação ou a viabilidade ambiental de implantação dos mesmos, a exemplo dos métodos: matriz de interação, método de *check list* e método de ad-hoc.

3.4.1 Método da Matriz de interação

O método da matriz de interação possui a vantagem de ser compreensivo para comunicação de resultados, cobrindo fatores ambientais naturais e sociais bem como apresenta um baixo custo. Esse método, mais conhecido como matriz de Leopold, consiste em relacionar as diversas ações do projeto aos fatores ambientais. As interseções entre as linhas e colunas representam o impacto de cada ação sobre cada fator ambiental, sendo associados aos impactos julgamentos de valor (magnitude e importância) numa escala de 0 a 10 (PIMENTEL; PIRES, 1992).

A matriz de interação permite identificar as relações que existem entre as ações que geram os impactos com as consequências observadas. Ferreira (2017) utilizando o método de matriz de interação constatou que a deposição de resíduos em área de lixão na cidade de Condado, PB, causou redução na biota do solo, aceleração de processos erosivos, poluição atmosférica, redução na capacidade de sustentação da fauna entre outros. Dessa forma é possível inferir que

a matriz de interação também indica que os impactos ambientais ocorrem de forma gradativa, na medida que os agentes poluidores agem sobre o meio.

3.4.2 Método de *Check-list*

O método de *check-list* consiste na elaboração de listas nas fases de diagnóstico ambiental onde se enumeram os fatores ambientais de um projeto específico e seus impactos. Através desse método são identificados, por especialistas, os impactos aos meios físico, biótico e socioeconômico. Essas listagens devem, então, conter os componentes ambientais potencialmente afetados pelas ações antrópicas ou até mesmo a descrição dos impactos, podendo-se incorporar escalas de valor e índices de ponderação dos fatores. Esse método é adequado para análises preliminares, indicando a priori os impactos mais relevantes. (CUNHA; GUERRA, 2010).

O método de *check-list* é bastante aceito e praticamente o seu uso é indispensável, principalmente porque ele fornece informações relevantes para tomada de decisão. Segundo Valdetaro et al. (2015) geralmente esse método é utilizado de forma integrada com o método da matriz de interação, que indica qual área está mais susceptível a degradação, devido a observância dos atributos essenciais de avaliação dos impactos ambientais.

Almeida e Silva (2018), realizando uma avaliação multissistêmica dos impactos ambientais negativos do lixão do município de Ingá-PB, utilizando o método de *check-list* observaram que todos os sistemas físicos, biótico e antrópico, estavam sendo afetados pela presença do lixão na área. Entretanto, através da metodologia da matriz de interação, foi possível observar que esses impactos causaram redução acentuada na capacidade de uso da terra, poluição do solo, redução da biota do solo, e impacto visual.

3.4.3 Método de *ad-hoc*

O método *ad-hoc* se utiliza da elaboração de tabelas para caracterização e sumarização dos impactos. Nesse método os especialistas analisam, através do conhecimento empírico, os possíveis impactos ambientais que um empreendimento pode gerar e suas medidas mitigadoras. Para se garantir a eficácia da avaliação recomenda-se a análise dos impactos por diferentes pontos de vista de profissionais pertencentes a diferentes áreas de conhecimento. Esse método é mais adequado para casos em que há escassez de dados e possui a vantagem de fornecer uma estimativa rápida de AIA (PIMENTEL; PIRES, 1992).

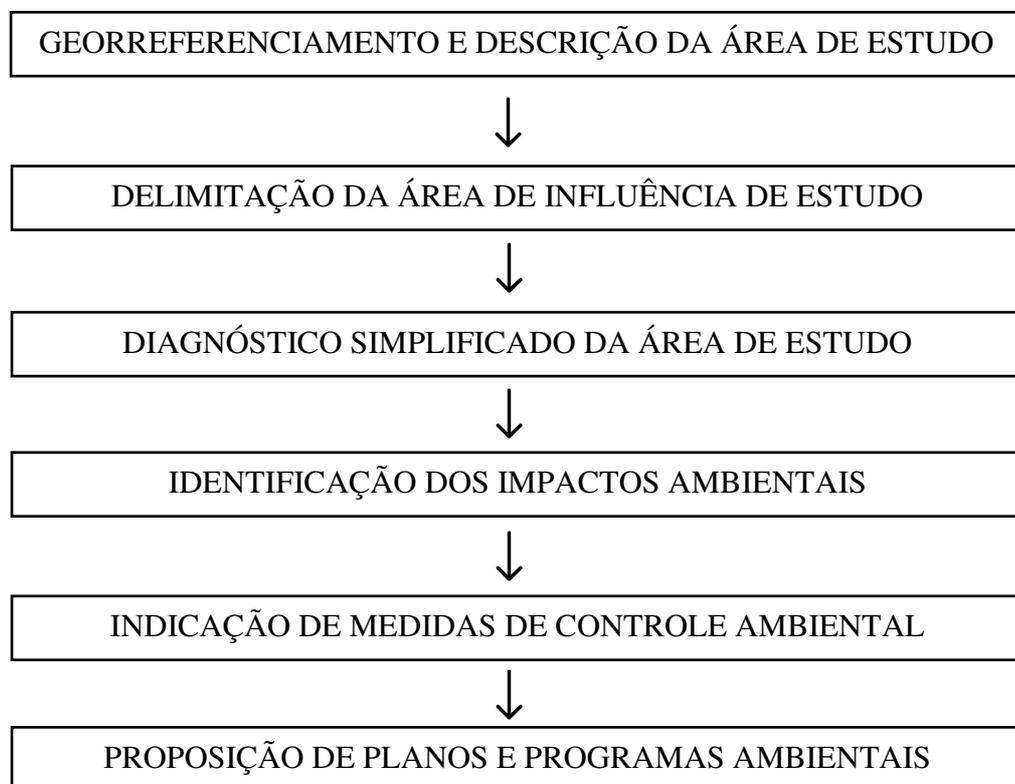
4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Metodologia

A metodologia do trabalho fundamentou-se principalmente em revisões bibliográficas, imagens de satélites, registros fotográficos e visitas de campo. Utilizou-se também de metodologias de avaliação de impactos ambientais: ad hoc, *check lists* e matriz de interação.

As etapas metodológicas para o desenvolvimento do trabalho em estudo estão apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma das etapas metodológicas.

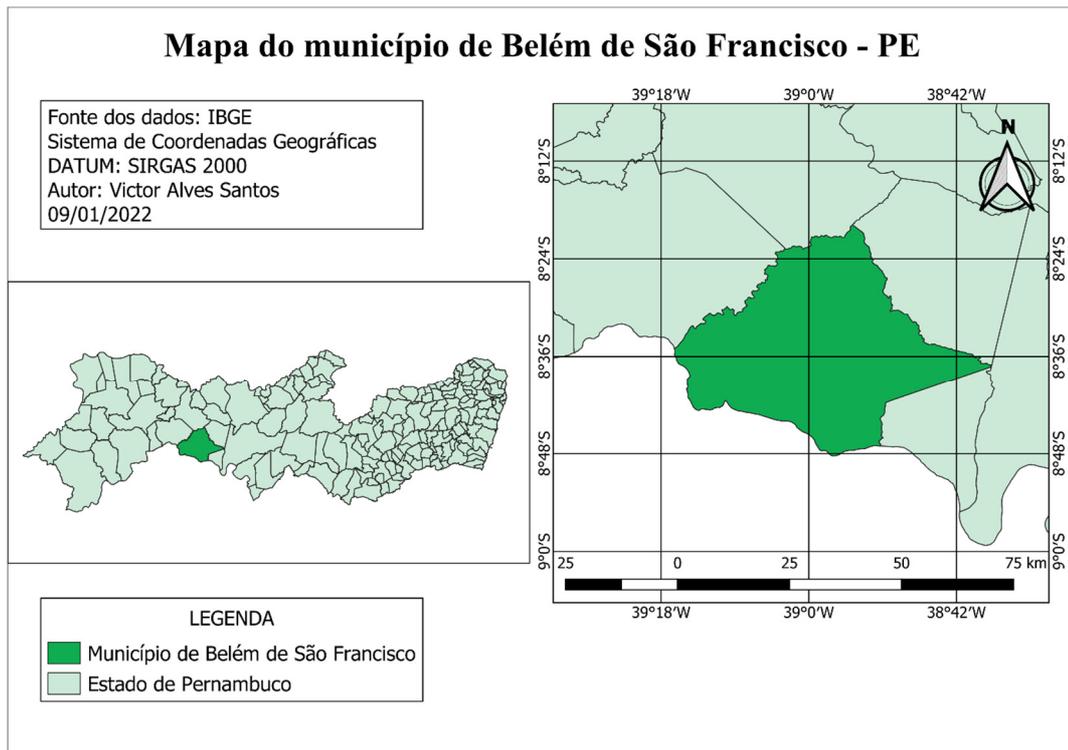


Fonte: Próprio autor, 2022.

4.2. Localização da área de estudo

A área de estudo corresponde ao lixão situado no município de Belém de São Francisco – PE (Figura 2). A área do lixão (Figura 3) está localizada na zona rural do município, a cerca de 1,25 Km do Bairro IPSEP, um dos bairros de entrada da cidade.

Figura 2– Localização do município de Belém de São Francisco – PE.



Fonte: Próprio autor, (2022)

Figura 3– Mapa de localização da área do lixão.



Fonte: Próprio autor, 2022.

4.3. Delimitação da área de influência de estudo

As áreas de influência são aquelas afetadas direta ou indiretamente pelos impactos ambientais gerados pela área em estudo. As áreas de influência do estudo que estão inseridas no município de Belém de São Francisco diferenciaram-se em três áreas de influência distintas: Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII), descritas abaixo:

- Área Diretamente Afetada (ADA): Diz respeito à área que sofre a ação direta das atividades do lixão, área de disposição final dos resíduos.

Na ADA é possível estimar a quantidade de resíduos depositados por habitante/dia, utilizando –se a Equação 1 e 2:

$$\frac{\text{Toneladas}}{\text{mês}} = \text{quantidade lixo por habitante} \times 30 \text{ dias} \times \text{população urbana} \quad (1)$$

$$\frac{\text{toneladas}}{\text{dia}} = \frac{\text{toneladas/mês}}{\text{dias de coleta}} \quad (2)$$

- Área de Influência Direta (AID): Corresponde a área que está sujeita aos impactos diretos das atividades do lixão. A delimitação desta área foi desenvolvida em função das características físicas e biológicas das áreas circunvizinhas à área diretamente afetada.

- Área de Influência Indireta (AII): corresponde a área ameaçada pelos impactos indiretos das atividades do empreendimento, abrange os ecossistemas e os meios físicos e socioeconômicos que são impactados por alterações ocorridas na área de influência direta

4.3.1 Georreferenciamento:

As áreas de influência georreferenciadas em estudo correspondem às áreas diretamente afetadas, e de influência direta e indireta. Essas áreas foram definidas por meio de visitas de campo e com o auxílio do software QGIS 3.16.15. para definir as extensões das áreas afetadas. O somatório dessas áreas de influência corresponde à área de influência total.

4.4. Diagnóstico ambiental simplificado:

O diagnóstico ambiental simplificado foi realizado para descrever elementos ambientais dos meios biótico, abiótico e antrópicos existentes nas áreas de influência do lixão. Essa descrição abrangeu as áreas de influência direta, indireta e a diretamente afetada.

A elaboração do diagnóstico ambiental simplificado foi realizada por meio de visitas de campo, pesquisas bibliográficas, foto documentação, dados do instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE) e ferramenta de geoprocessamento QGIS.

Apresenta-se no quadro 1 os componentes e fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico que foram descritos no diagnóstico ambiental simplificado.

Quadro 1– Componentes ambientais descritos da área de estudo.

Meio Físico	Meio Biótico	Meio Antrópico
Água		
Solo		
Clima	Fauna	Fator Socioeconômico
Paisagem	Flora	Uso e Ocupação do Solo
Ar atmosférico		
Geologia		

Fonte: Próprio autor, 2022.

4.5. Identificação e avaliação dos impactos ambientais

A avaliação dos impactos ambientais na área do lixão foi realizada por meio de visitas de campo de caráter exploratório. Foram realizados registros fotográficos e análise visual. A avaliação de impactos ambientais foi realizada através da utilização das metodologias de avaliação dos impactos ambientais, tais como método ad hoc, matriz de interação e check-list.

O método ad hoc ou espontâneo, consiste na avaliação dos impactos através do conhecimento empírico e tem como objetivo realizar o levantamento dos possíveis impactos ambientais para em seguida propor medidas mitigadoras.

O método de matriz de interação foi feito relacionando-se as atividades do lixão aos fatores ambientais dos meios natural e social. Essas interações geram dezenas de possíveis interseções. Nesse método, associam-se aos impactos ambientais uma escala de 0 a 10 para os critérios de magnitude e importância. Os parâmetros qualitativos abordados foram: tipo, magnitude, importância e duração.

O Método de Check-list foi feito a partir da identificação e enumeração dos impactos por meio de diagnóstico ambiental.

4.6. Classificação dos impactos ambientais significativos

Os impactos ambientais foram classificados de acordo com alguns dos critérios estabelecidos por Pereira e Travassos (2017), conforme o Quadro 2. O estudo também levou em consideração o grau de significância dos impactos ambientais, em que são analisados dois fatores: magnitude e importância dos impactos. De acordo com Pereira e Travassos (2017), esses fatores podem ser classificados em: muito significativos (MS), significativos (S) e pouco significativos (PS).

A classificação da magnitude determina se o impacto ambiental é grande, médio ou pequeno, referindo-se ao grau de incidência que os impactos podem exercer sobre os fatores ambientais.

Por outro lado, a importância diz respeito ao grau de interferência do impacto sobre diferentes fatores ambientais e assim como a magnitude pode ser classificado em grande, médio ou pequeno. O Quadro 3 representa a classificação dos conceitos magnitude e importância.

Quadro 2 – Classificação dos impactos ambientais.

Critério	Classificação	Abreviatura
Espaço de ocorrência	Regional	R
	Estratégico	E
Reversibilidade	Reversível	RE
	Irreversível	IR
Incidência	Direta	DI
	Indireta	IN
Potencial de mitigação	Mitigável	M
	Não mitigável	NM

Fonte: adaptado de Pereira e Travassos (2017)

Quadro 3 - Classificação dos impactos quanto a magnitude e importância.

Critério	Classificação	Abreviatura
Magnitude	Pequena	MP
	Média	MM
	Grande	MG
Importância	Pequena	IP
	Média	IM
	Grande	IG

Fonte: Adaptado de Pereira e Travassos (2017)

O critério para a definição dos impactos ambientais nos termos de magnitude e importância foram analisados em uma escala de 0 a 10. A atribuição dos impactos para os valores dessa escala foi representada no Quadro 4.

Quadro 4 - Escala dos impactos ambientais quanto a magnitude e importância.

Magnitude e Importância	Escala individual
Grande/Alta]7 – 10]
Média]4 – 7]
Baixa/Pequena	[1 – 4]

Fonte: Adaptada, Sá (2016)

Os níveis de significância dos impactos foram classificados numa escala que varia de 0 a 100, através da multiplicação dos critérios do Quadro 4, definindo dessa forma o grau de significância de cada impacto em três intervalos distintos, conforme o Quadro 5.

Quadro 5 - Escala dos impactos quanto ao grau de significância.

Magnitude e Importância	Escala individual
Muito significativo (MS)]70 – 100]
Sgnificativo(S)]40 – 70]
Não significativo (NS)	[1 – 40]

Fonte: Adaptada, Sá (2016).

4.7. Medidas de controle ambiental

As medidas de controle ambiental podem ser: preventivas, compensatórias ou mitigadoras ou maximizadoras, e ambas devem ser orientadas com o objetivo de eliminar ou reduzir os impactos ambientais em decorrência das atividades do empreendimento em estudo. A adoção dessas medidas serão recomendadas de acordo com o grau de impacto sofrido na área.

4.8. Planos e programas ambientais

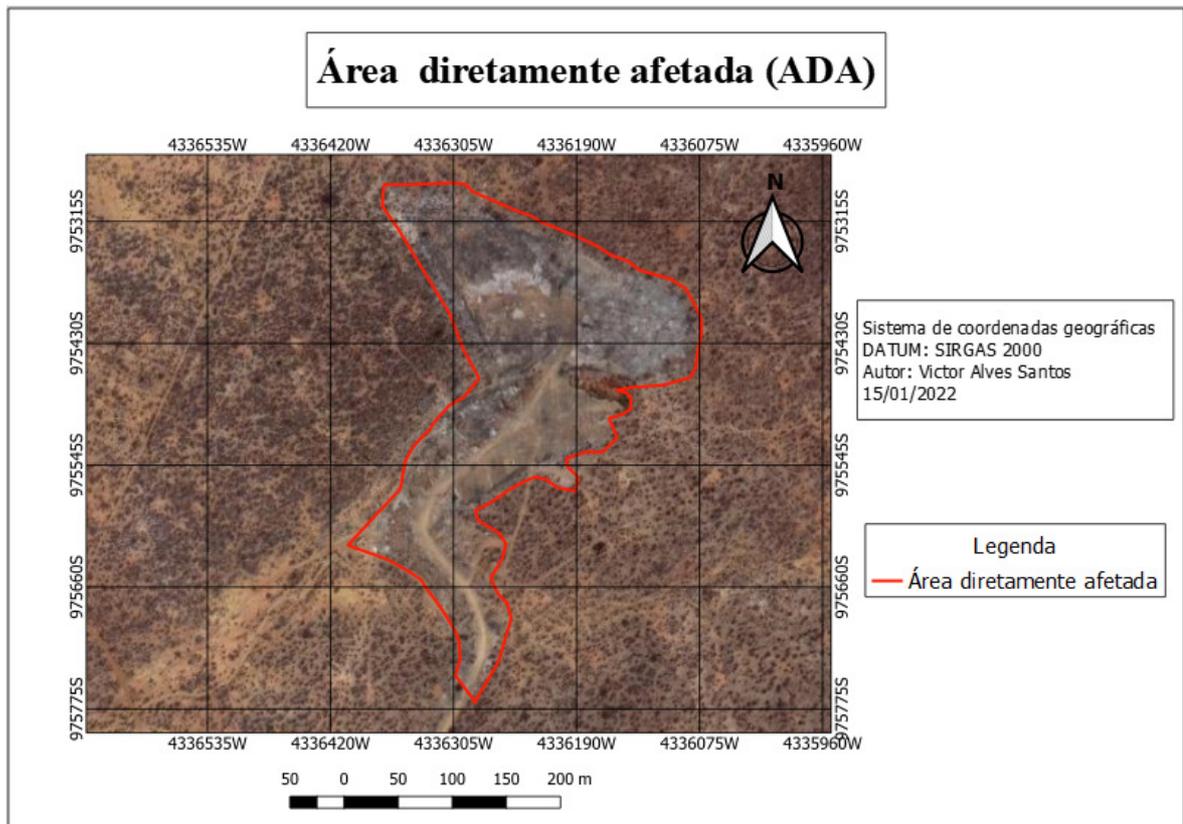
No presente estudo, propôs-se planos e programas ambientais para os impactos gerados pelas atividades do lixão, baseando-se em pesquisas bibliográficos e em EIA/RIMA, com o objetivo de monitorar, avaliar e incentivar a adoção das medidas de controle ambiental.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Área diretamente afetada

Corresponde à área que recebe diretamente o descarte final dos resíduos sólidos. Essa área está representada na Figura 4 abaixo e possui aproximadamente 63.961 m².

Figura 4 - Área diretamente afetada.



Fonte: Próprio autor, 2022.

De acordo com a Secretaria de Agricultura, que no município também possui a competência de Secretaria do Meio Ambiente, o lixão atual foi implantado em 2015, estando dessa forma há 7 anos em operação. Inicialmente o descarte dos resíduos sólidos era realizado em uma área mais próxima ainda do perímetro urbano. Contudo por se tratar de uma distância muito próxima das comunidades circunvizinhas decidiu-se por afastar o local de descarte final para a área atual.

Segundo dados da ABRELPE (2021) a região nordeste produziu em média 0,971 kg/hab/dia. Assim, considerando uma população urbana de 12.582 para o município (IBGE, 2021), calculou-se a quantidade estimada de toneladas por mês que o lixão recebe, em média, através da equação (1):

$$\frac{\text{Toneladas}}{\text{mês}} = 0,971 \times 30 \times 12582 \times 0,001 = 366,514 \sim 366 \text{ toneladas/mês} \quad (1)$$

Logo, estima-se que o lixão do município recebe em média 366 toneladas de resíduos sólidos por mês, de origens: industrial, doméstica, comercial, de serviços e serviços de varrição. Segundo a secretaria de agricultura a coleta é realizada seis vezes por semana, sendo segunda, quarta e sexta em metade dos bairros e terça, quinta e sábado na outra metade. Considerando que a coleta de resíduos sólidos acontece 6 vezes por semana, 24 dias por mês, a equação (2) abaixo demonstra a estimativa da quantidade média de toneladas de resíduos sólidos que o lixão recebe por dia.

$$\frac{\text{toneladas}}{\text{dia}} = \frac{366,514 \text{ toneladas/mês}}{24 \text{ dias}} = 15,27 \text{ toneladas/dia} \quad (2)$$

Vale ressaltar que entram nestes cálculos apenas a população urbana, uma vez que a coleta de lixo na zona rural é, geralmente, inviável. Estudos revelam que a população que vive nessas comunidades normalmente utiliza descartes alternativos, como valas ou buracos feitos no chão para o depósito do lixo (DEBONI, 2010).

Ainda de acordo com as secretarias de saúde e agricultura, os resíduos provenientes do hospital, unidades básicas de saúde e demais clínicas do município, são encaminhados à incineração, que é a forma mais recomendada para esse tipo de resíduo.

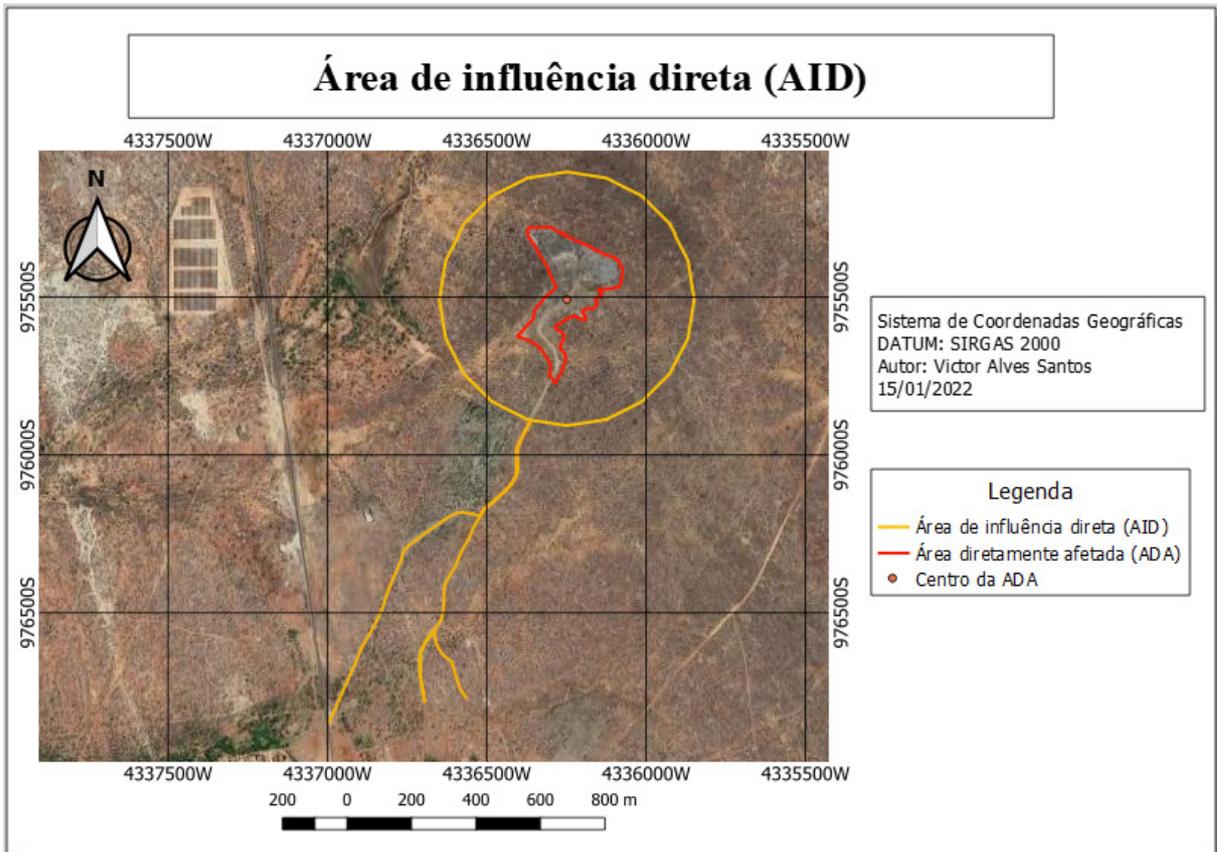
Durante as visitas de campo percebeu-se a presença de catadores de lixo independentes, os mesmos não utilizavam nenhum tipo de proteção auxiliar para coleta, arriscando dessa forma a própria saúde para coletar materiais recicláveis em meio aos entulhos de lixo.

5.2. Área de influência direta

De acordo com o observado nas visitas em campo e em imagens de satélite delimitou-se a área de influência direta com um raio de 400 m (figura 5), representando as áreas que sofrem diretamente os efeitos adversos dos impactos gerados, como queima do lixo, espalhamento de resíduos leves que são levados pelo vento e descarte do lixo nas laterais da estrada que leva até o descarte final.

A área de influência direta correspondente não se limita ao contorno do raio de 400 metros definido, visto que as estradas de terra que levam até a área de descarte final sofrem diretamente com os efeitos adversos dos impactos gerados devido a descartes esporádicos de remessas de resíduos sólidos que ocorrem no dia a dia, Figura 5.

Figura 5 - Área de influência direta (AID).



Fonte: Próprio autor, 2022.

Não se sabe o motivo específico que explique o porquê desses descartes ocorrerem ao longo do trecho final que leva até a área diretamente afetada. O fato é que, como visto nas visitas de campo e foto documentações que foram realizadas no estudo (Figuras 8 e 9) vários entulhos de lixo podem ser vistos ao longo dos trechos a uma distância de cerca de 1,5 km da área destinada a disposição final dos Resíduos sólidos.

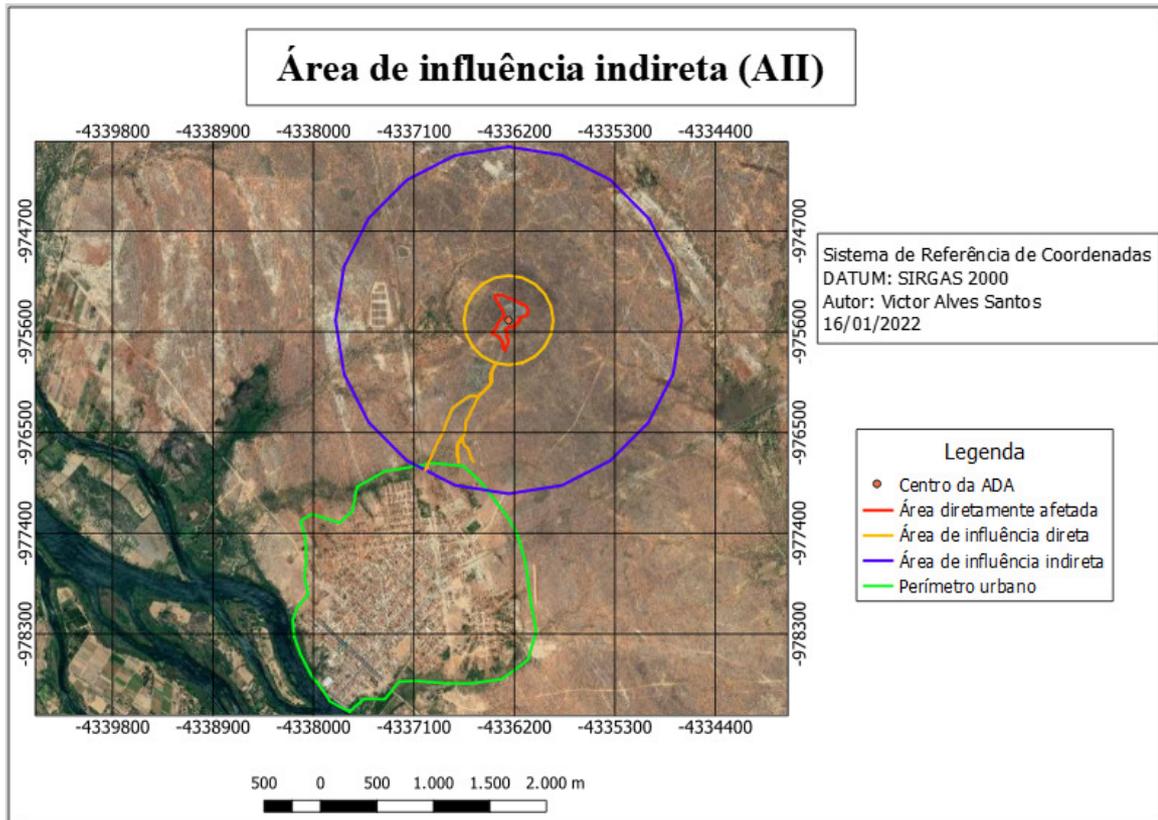
5.3. Área de influência indireta

Corresponde à área que sofre influência indireta dos impactos desencadeados pelas atividades do lixão. Delimitou-se uma área com um raio de 1,5 km no entorno do mesmo (Figura 6).

A área de influência indireta chega a se interceptar com a região periférica nordeste do perímetro urbano, Figura 6. E apesar dos impactos gerados nessa área serem considerados menos significativos do que nos territórios da área de influência direta, não se deve ignorar o fato de que mesmo o lixão sendo uma forma de descarte inadequado, é necessário que área de

disposição final dos resíduos se localize a uma distância em que os efeitos adversos dos impactos não atinjam as comunidades circunvizinhas (CONAMA N° 001/1986 e N° 349/ 2004).

Figura 6 - Área de influência indireta (AII).



Fonte: Próprio autor, 2022.

O resultado disso pode ser visto nas proximidades desses bairros bem como na entrada da cidade para quem chega ao município pela BR-316, através da poluição visual causada pelos resíduos leves como plástico e papéis que, de acordo com Leite e Lopes (2000), são levados pelo vento a uma longa distância.

Merece ser citado também, o lançamento de gases para a atmosfera através da incineração constante dos resíduos sólidos na área diretamente afetada que, possivelmente, são carregados pelo vento até a área de influência indireta, prejudicando não só a saúde dos catadores, mas também das comunidades dos bairros próximos.

5.4. Diagnóstico Ambiental Simplificado

Nesta etapa, descreveram-se os elementos dos meios físico, biótico e antrópico, bem como suas relações com as áreas de influência especificadas no tópico anterior.

5.5.1 Meio Físico

5.5.1.1 Paisagem

A paisagem natural da área destinada à disposição final do lixo, bem como a área de influência direta sofreram modificações ao longo dos anos em razão do acúmulo de lixo desordenado. Os impactos visuais do lixão, que se localiza a cerca de 850 m da BR-316, podem ser percebidos a partir da entrada e saída da cidade no sentido Belém de São Francisco – PE a Cabrobó – PE, onde se inicia um dos trechos de terra utilizado pelos caminhões coletores de lixo que leva até a ADA. Esses impactos podem ser observados nas Figuras 7, 8 e 9.

Figura 7 – Paisagem da Área diretamente afetada (ADA).



Fonte: Próprio autor, 2022.

Figura 8 – Paisagem do trecho da estrada que leva até a ADA.



Fonte: Próprio autor, 2022.

Figura 9 – Paisagem das margens da BR-316 na entrada da cidade.



Fonte: Próprio autor, 2022.

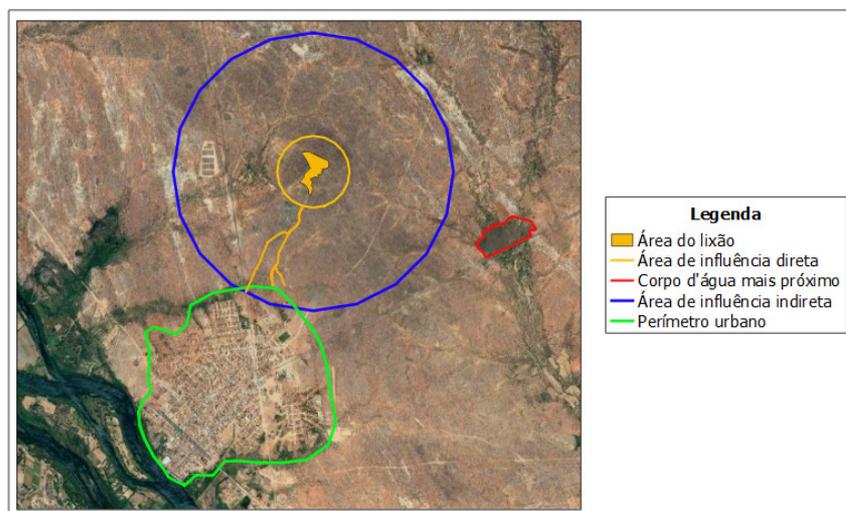
5.5.1.2 Recursos hídricos

O município de Belém de São Francisco está inserido nos domínios da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, que banha o município ao Sul. Possuindo também grupo de Bacias de pequenos rios interiores, açudes e lagoas, sendo estas últimas os principais corpos de acumulação (CPRM, 2005).

De acordo com dados do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF, 2021) a bacia hidrográfica representa 8% do território nacional, com uma extensão 2.863 km e uma área de drenagem de mais de 639.219 km², percorrendo 505 municípios, em seis estados (Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe), além do Distrito Federal.

Um estudo realizado em 2005 pelo Serviço geológico do Brasil no município, registrou a existência de 87 pontos d'água, sendo todos poços tubulares (Figura 10).

Figura 10 - Corpo d'água mais próximo do lixão.



Fonte: Próprio autor, 2022.

CCTA ENGENHARIA LTDA

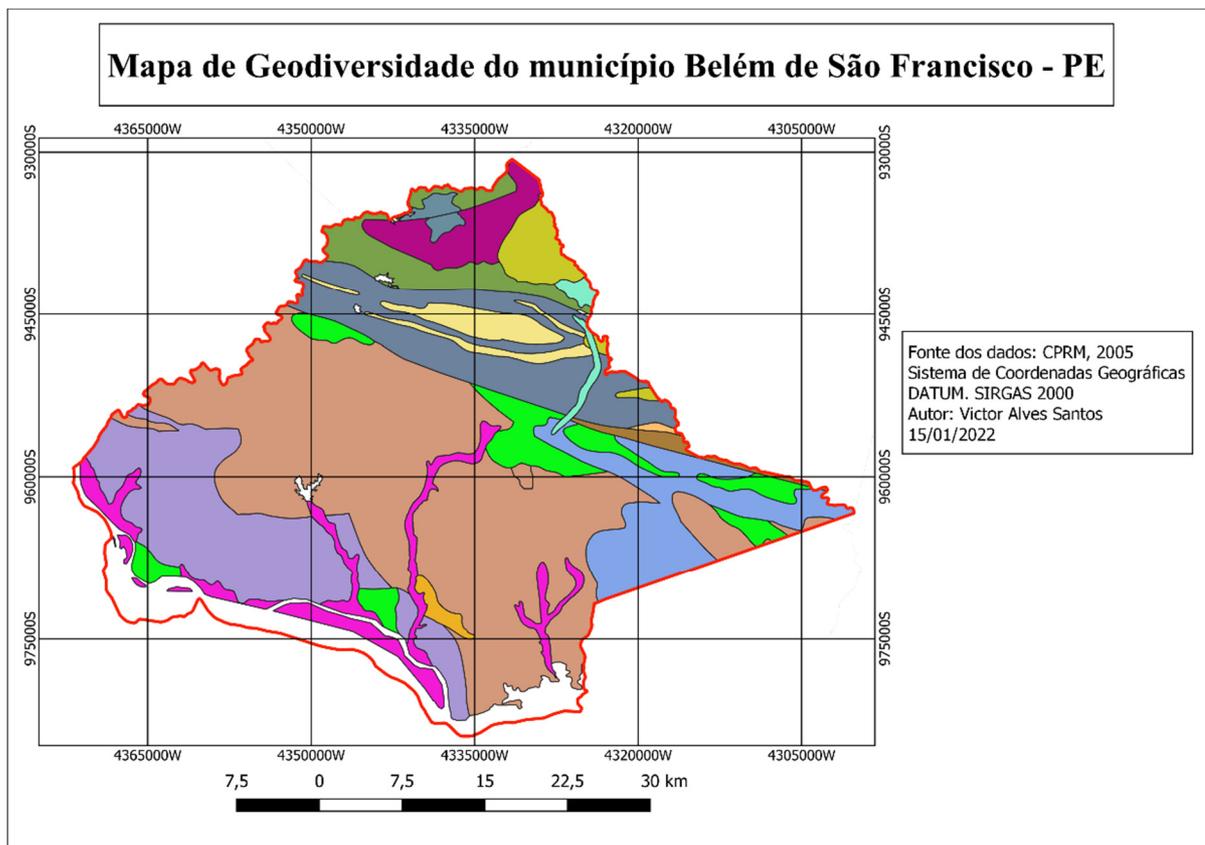
UFCG - Rua Jairo Vieira Feitosa, 1770 - Pereiros, Pombal - PB, 58840-000

Os Recursos hídricos não são afetados pelas atividades do lixão em si, o corpo d'água mais próximo fica a aproximadamente 430 metros de distância da área de influência indireta (Figura 10).

5.5.1.2 Geodiversidade

O município de Belém do São Francisco encontra-se inserido, geologicamente, na Província da Borborema, sendo constituído por diferentes litotipos (Rochas definidas com base em características físicas selecionadas), como demonstrado na Figura 12.

Figura 10 - Geodiversidade do município de Belém de São Francisco – PE.



Fonte: Próprio autor, 2022, adaptado de CPRM, 2005.

A vasta Geodiversidade dos litotipos do município encontra-se detalhada na Figura 13. Através do Software Qgis verificou-se que a área do lixão (ADA) se encontra localizada no litotipo: Anfibolito, Migmatito, Metadiorito, Ortognaisse Granodiorítico, Ortognaisse Tonalítico.

Figura 11 – Legenda do Mapa de Geodiversidade dos litotipos do município.

Legenda	
Geodiversidade do município	
■	Alcalifeldspato-granito/sienito, quartzo-sienito e quartzomonzonito com biotita, hornblenda e piroxênio, peralcalinos, ultrapotássicos. 580 Ma Rb-Sr
■	Anfibolito, Migmatito, Metadiorito, Ortognaisse Granodiorítico, Ortognaisse Tonalítico
■	Arenito, Conglomerado
■	Biotita e/ou muscovita xisto gnaisse, leucognaisse, metagrauvaca, migmatito e níveis de quartzito, anfibolito e mármore
■	Depósitos aluvionais: cascalhos, areias e argilas, semiconsolidados e inconsolidados
■	Granito e granodiorito grosso a porfírico associado a diorito e a fases intermediárias de mistura, com ou sem epidoto magmático, calcialcalinos de alto K
■	Leucognaisse, xisto, metavulcanito intermediário a máfico, formação ferrífera e rocha calcissilicática
■	Metagranitóides, ortognaisses e ortognaisses migmatíticos de composições monzogranítica, granodiorítica, quartzo-monzonítica e tonalítica. Possuem enclaves máficos e xenólitos. Natureza química indiscriminada.
■	Metaperidotito, metapiroxenito, olivina crossitito com ou sem granada (retroeclogito), metagabro e metabasalto
■	Muscovita-biotita gnaisse, biotita gnaisse com granada e ou sillimanita, mármore, rocha calcissilicática, quartzito e raro metavulcanito básico
■	Muscovita-biotita gnaisse, xisto com mármore, quartzito, metavulcanoclástica
■	Ortognaisses dioríticos, quartzo-diorítico, tonalítico e granodiorítico, localmente com lentes de anfibolitos, granulito, migmatito, magnetita-grunerita-xisto, grafita xisto, gondito, mármore e rocha calcissilicática
■	Quartzito, Muscovita Quartzito
■	Sienogranito com basalto e dacito comagmáticos, subalcalinos a alcalinos. inclui granito, granodiorito e quartzo-monzonito da região de Floresta

Fonte: Próprio autor, 2022 adaptado de CPRM, 2005.

5.5.1.4 Solos

Como pode ser visto na Figura 14, os solos do município de Belém de São Francisco se subdividem em quatro tipos:

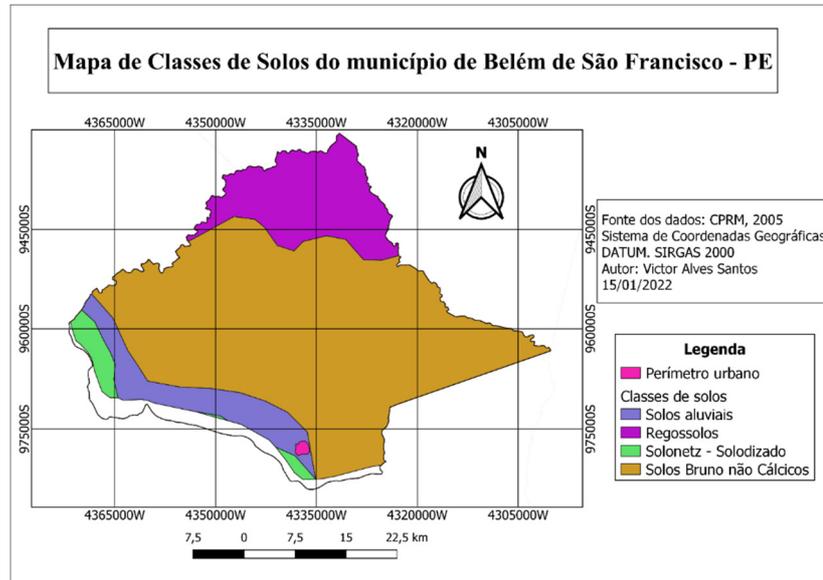
- Solos aluviais: São constituídos por fragmentos de rocha advindas de outros lugares e que são trazidos pela ação dos ventos e das águas (SLIVINSKI, 2018).

- Regossolos: formado sobre depósitos mais profundos e não consolidados, é um tipo de solo azonal pouco desenvolvido e sem horizonte definido ou morfologia específica (TITO et al., 1997).

- Solonets – Solodizado: São solos relativamente rasos, de variação textural abrupta. Os horizontes superficiais são constituídos por material arenoso, retrabalhado, sobre horizonte nátrico mais argiloso (E.G.S. Moreira; J.L.I. Demattê; A. Marconi; 1989).

- Solos Bruno não Cálcidos: São solos moderadamente profundos a rasos, compreende solos com horizonte B textural, não hidromórficos e com argila de atividade alta, bem como possuem alta fertilidade natural (FUNCEMA, 2014).

Figura 12 – Classes de solos do município.

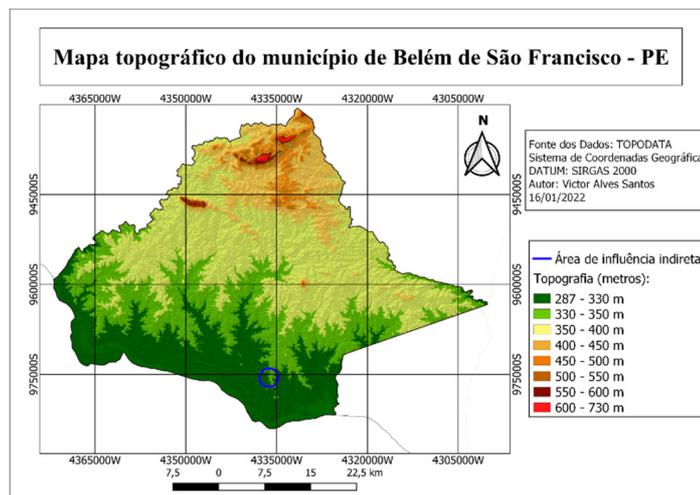


Fonte: Próprio autor, 2022; CPRM, 2005.

5.5.1.5 Topografia

As áreas de influência do lixão (ADA, AID e AII) estão inseridas no nível topográfico entre 305 m 350 m, na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja. A Figura 15 representa a topografia do município, bem como a localização da área de influência indireta em relação a altitude.

Figura 13 – Topografia do município.



Fonte: Próprio autor, 2022.

CCTA ENGENHARIA LTDA

UFCG - Rua Jairo Vieira Feitosa, 1770 - Pereiros, Pombal - PB, 58840-000

5.5.1.6 Clima e ar atmosférico

As atividades de disposição de resíduos sólidos no lixão, por si só, não geram interferências no clima. Por outro lado, a emissão de gases provenientes da constante incineração dos resíduos sólidos no lixão é preocupante (Figura 16). Uma vez que, como constatado por visitas de campo e imagens de satélite, o lixão está relativamente próximo dos bairros circunvizinhos (apenas 1,25 km).

Figura 14 – Incineração de Resíduos na área diretamente afetada do lixão.



Fonte: Próprio autor, 2022.

Além dos gases CO e CO₂ liberados durante a queima, de acordo com Vanessa Forti (2019) os crescentes níveis de descarte de lixo eletrônico, como geladeiras, telefones, laptops, televisores, celulares e lâmpadas, combinado à incineração dos mesmos, liberam substâncias nocivas tanto para os humanos quanto para animais e plantas.

No processo de incineração do lixo eletrônico são liberados metais pesados (como mercúrio, chumbo e cádmio) e produtos químicos (como clorofluorcarbonetos -CFCs). A vaporização desse tipo de lixo, contamina o solo, as águas subterrâneas, o ar e podem entrar na cadeia alimentar do homem, afetando os órgãos, principalmente o cérebro, provocando efeitos no sistema nervoso (FORTI, 2019).

5.5.2 Meio Biótico

5.5.2.1 Fauna

O município de Belém de São Francisco possui o bioma Caatinga e está inserido na região do sertão Pernambucano. A fauna do município é típica dessa região, cujo o clima é

semiárido. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2014), a Caatinga é único bioma exclusivamente brasileiro, ocupando 11% do território nacional. A fauna possui 178 espécies de mamíferos, 591 de aves, 177 de répteis, 79 espécies de anfíbios, 241 de peixes e 221 de abelhas. Para o trabalho em estudo foi demonstrado, através do quadro 6 abaixo, algumas das espécies tipicamente presentes no município.

Quadro 6 - Espécies da fauna do município Belém de São Francisco – PE.

	
<i>Nome popular: Lagarto</i>	<i>Nome popular: Jararaca da seca</i>
<i>Nome científico: Tropidurus cocorobensis</i>	<i>Nome científico: Bothrops erythromelas</i>
	
<i>Nome popular: gavião-de-queimada</i>	<i>Nome popular: rolinha-picuí</i>
<i>Nome Científico: Caracara plancus</i>	<i>Nome Científico: Columbina picui</i>
	
<i>Nome popular: Mico</i>	<i>Nome popular: Raposa</i>
<i>Nome científico: Callithrix jacchus</i>	<i>Nome científico: Dusicyon thous</i>

	
<i>Nome popular: Preá</i>	<i>Nome popular: Teiú</i>
<i>Nome científico: Cavia aperea</i>	<i>Nome Científico: Teiú</i>

Fonte: Adaptadas do Google imagens, 2022.

Durante as visitas em Campo foi possível observar a existência das seguintes espécies no raio de Abrangência da área de influência indireta: Preá, lagarto, Teiú e rolinha-picuí. Demais espécies não foram identificadas, possivelmente por ser um local que sofreu a modificação da vegetação natural, tornando inviável que outras espécies vivam no local.

5.5.2.2 Flora

A vegetação do município é composta basicamente por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia, sendo comum as espécies: cactos, árvores baixas e arbustos que perdem as folhas nas estações secas. Os tipos de espécies mais comuns na flora da área de influência direta e indireta foram representados no quadro 7 abaixo.

Quadro 7 - Espécies vegetais nas áreas de influência direta e indireta do estudo (continua).

	
<i>Nome Popular: Cacto</i>	<i>Nome popular: Umbuzeiro</i>
<i>Nome Científico: Cactaceae</i>	<i>Nome Científico: Spondias tuberosa</i>

	
<i>Nome Popular: Xique-xique</i>	<i>Nome popular: Jurema</i>
<i>Nome Científico: Pilocereus gounellei</i>	<i>Nome Científico: Piptadenia stipulacea</i>

Fonte: Adaptado do Google imagens, 2022.

Quadro 7 - espécies vegetais nas áreas de influência direta e indireta do estudo (Conclusão)

	
<i>Nome popular: Aroeira vermelha.</i>	<i>Nome popular: Faveleira</i>
<i>Nome científico: Schinus terebinthifolia</i>	<i>Nome Científico: Cnidoscolus phyllacanthus</i>
	
<i>Nome Popular: Facheiro</i>	<i>Nome popular: Caatigueira</i>
<i>Nome Científico: Pilosocereus pachycladus</i>	<i>Nome Científico: Caesalpinia pyramidalis</i>

Fonte: Adaptado do Google imagens, 2022.

5.5.3 Meio Antrópico:

5.5.3.1 Aspectos sociais e econômicos

Os aspectos sociais e econômicos do município de Belém de São Francisco -PE estão representados nas tabelas I e II.

Tabela I – Dados Sociais do município

Fatores Sociais	Belém de São Francisco - PE
¹ Taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade (2010)	97,3%
² IDEB – Anos iniciais do ensino fundamental (Rede pública) [2019]	5,1
IDEB – Anos finais do ensino fundamental (Rede pública) [2019]	4,7
³ Estabelecimentos de Saúde SUS [2019]	9
⁴ Mortalidade infantil [2019]	9,87 óbitos por mil nascidos vivos
⁵ IDHM[2010]	0,642

¹Fonte: IBGE, 2010.

²O (IDEB) é o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica calculado em um intervalo de 0 a 10 e funciona como um indicador de qualidade. O índice é calculado através do rendimento escolar (aprovação e evasão) no Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb).

Fonte: IBGE, 2019.

^{3 e 4}Fonte: IBGE, 2019.

⁵O IDHM é o índice de desenvolvimento humano, no seu cálculo leva em consideração diversos fatores, como: qualidade e expectativa de vida, educação e saúde. A escala varia de 0 a 1, onde o intervalo de (0 a 0,499) considera-se muito baixo, de (0,500 a 0,599) baixo, de (0,600 a 0,699) médio, de (0,700 a 0,799) alto e de (0,800 a 1,00) muito alto.

Fonte: IBGE, 2010.

Tabela II – Dados Econômicos do município

Fatores Sociais	Belém de São Francisco - PE
¹ Salário médio mensal [2019]	1,8 salários mínimos
² Proporção de pessoas ocupadas [2019]	10,7% em relação à população total
³ IFDM [2016]	0.6802
⁴ Índice de Gini [2010]	0,63

^{1 e 2} Fonte: IBGE, 2019.

³O IFDM (ou Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal) é calculado com base em dados estatísticos públicas oficiais, disponibilizados pelos ministérios do Trabalho, Educação e Saúde. Este índice não abrange apenas os aspectos econômicos como, emprego e renda, mas também aspectos sociais como educação e saúde. Seu cálculo é feito através da média aritmética entre esses aspectos, refletindo dessa forma a qualidade em termos de desenvolvimento municipal em comparação com os demais municípios do estado e do Brasil como um todo.

Fonte: FIRJAN, 2018.

⁴De acordo com Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2004) o índice de Gini foi desenvolvido pelo matemático italiano Conrado Gini e representa o nível de concentração de renda em um determinado grupo. Quanto mais próximo de 0 o valor do índice estiver, mais igualitária é a distribuição de renda; quanto mais próximo de 1, menos igualitária é essa distribuição. O fato de o município possuir um valor de 0,63 nessa escala significa dizer que a renda está muito concentrada em uma pequena parte da população, representando uma grande desigualdade social.

Fonte: Banco de dados estadual (BDE – PE), 2010.

5.5.3.2 Uso e ocupação do solo

O uso e ocupação do solo municipal pode ser entendido como consequência da ocupação do território determinado por fatores econômicos, naturais e sociais e que produzem diversos efeitos na paisagem e no ambiente.

No município de Belém de São Francisco essa ocupação se dá em função da vegetação e animais nativos e das atividades agropecuárias, prestação de serviços e de comércio. Consequentemente grande parte dos resíduos sólidos provém dessas atividades bem como também do lixo doméstico.

O fato da área de disposição dos resíduos sólidos estarem relativamente próximos dos bairros circunvizinhos (1,25 km), acaba por gerar a desvalorização dos imóveis e terrenos próximos a essa área em decorrência de fatores como intrusão visual e efeitos adversos da incineração de resíduos no lixão.

Através das visitas feitas na área em estudo também foi possível observar que os resíduos sólidos advindos das atividades da construção civil constituem uma grande parte do lixão (figura 17).

Figura 15 – Resíduos da construção civil na área do lixão.



Fonte: Próprio autor, 2022.

Os resíduos da construção civil provêm basicamente de todas as demais atividades antrópicas, uma vez que os setores agropecuários, comerciais, de prestação de serviços e demais atividades produzem resíduos sólidos por meio da construção das edificações que possibilitam o funcionamento econômico municipal.

5.5. Identificação e análise dos impactos ambientais

5.5.1 Identificação dos impactos:

Os impactos ambientais adversos observados na área diretamente afetada bem como nas áreas de influência direta e indireta são demonstrados no Quadro 8.

Quadro 8 - Identificação dos impactos ambientais.

			Meio alterado		
Atividades ambientais	Aspectos ambientais	Impacto ambiental	Físico	Biótico	Antrópico
Desmatamento na abertura de trilhas de acesso aos caminhões do lixo	Retirada da vegetação	Redução da biota		■	
		Alteração da qualidade do solo	■		
		Possíveis alterações no microclima	■		
		Alteração da paisagem	■		
Desmatamento na área diretamente afetada	Retirada da vegetação e exposição do solo	Afugentamento da fauna local		■	
		Possíveis alterações no microclima	■		
		Intrusão visual			■
		Alteração das características do solo	■		■
Transporte e manuseio dos resíduos Sólidos	Exposição direta dos agentes de limpeza urbana com os resíduos	Aumento dos riscos de doenças infecciosas			■
	Emissão de gases poluentes	Alteração da qualidade do ar	■		
	Movimentação de veículos	Compactação do solo nas aberturas de terra por onde os veículos circulam	■		
Disposição de Resíduos sólidos	Produção de chorume	Contaminação do solo	■		

Disposição dos resíduos sólidos	Acúmulo de resíduos	Poluição visual			
	Geração de gases e odores fétidos	Alteração da qualidade do ar			
		Proliferação de micro e macro vetores patogênicos			
	Produção de gases tóxicos	Intensificação do efeito estufa			
	Exposição com os resíduos sólidos	Risco das pessoas que tiverem contato direto ou indireto com o “lixão” contraírem doenças infecciosas			
	Escolha do local	Desvalorização dos terrenos circunvizinhos			
	Resíduos dispersos pelo vento	Poluição das áreas circunvizinhas			
Triagem in loco feita pelos catadores de recicláveis	Geração de odores fétidos	Incômodo à população que reside nos bairros circunvizinhos			
		Contato direto com os resíduos	Riscos de doenças infecciosas		
Incineração dos resíduos sólidos	Exposição do solo	Alteração da qualidade do solo			
	Geração de fumaça	Poluição do ar			
		Estresse da biota circunvizinha			
		Intrusão visual			
		Riscos das pessoas que trabalham no lixão e que moram em áreas circunvizinhas contraírem doenças respiratórias			

Fonte: Próprio autor, 2022

5.6. Matriz de interação:

Identificados os impactos ambientais, demonstrou-se, através do quadro 9, a matriz de interação entre as ações ou atividades antrópicas desenvolvidas no lixão e perímetro urbano versus os meios ambientais impactados em decorrência da disposição inadequada dos Resíduos sólidos em Belém de São Francisco-PE.

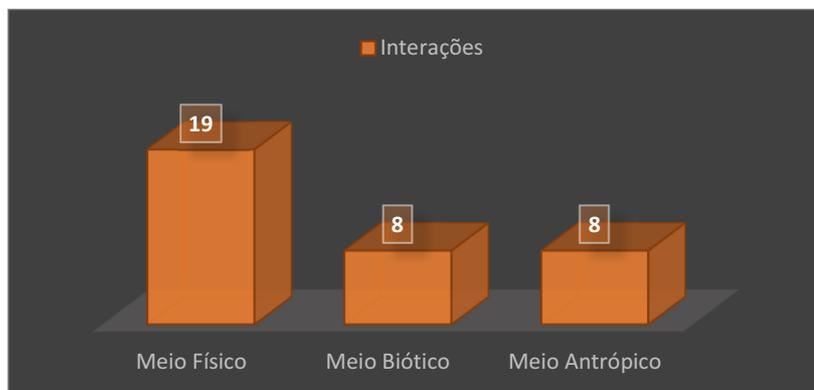
Quadro 9– Matriz de interação entre as atividades antrópicas e os componentes ambientais.

Ações ou atividades antrópicas	Componentes ambientais								
	Meio físico					Meio Biótico		Meio antrópico	
	Paisagem	Microclima	Ar atmosférico	solo	Geodiversidade	Fauna	Flora	Fatores socioeconômico	Uso e ocupação do solo
Desmatamento na área diretamente afetada	X	X		X	X	X	X		X
Desmatamento na abertura de trilhas de acesso	X	X		X	X	X	X		X
Transporte e manuseio dos resíduos			X	X				X	X
Disposição de resíduos sólidos	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Triagem in loco feita pelos catadores de recicláveis								X	
Incineração dos resíduos sólidos	X		X	X	X	X	X	X	

Fonte: Próprio autor, 2022.

Analisando-se as interações na matriz, percebe-se que dentre as 54 interações possíveis, 35 apresentaram significância. O gráfico de colunas na figura 18 abaixo representou as quantidades de interações separadas por componentes ambientais.

Figura 16 – Gráfico de interações com os meios Físico, Biótico e Antrópico.



Fonte: Próprio autor, 2022.

5.7. Classificação dos impactos ambientais:

O quadro 10 a seguir representou a classificação dos impactos ambientais nos termos estabelecidos por Pereira e Travassos (2017), de acordo com o quadro 2 (página 20).

Quadro 10– Classificação dos impactos ambientais das atividades desenvolvidas no lixão de Belém de São Francisco -PE.

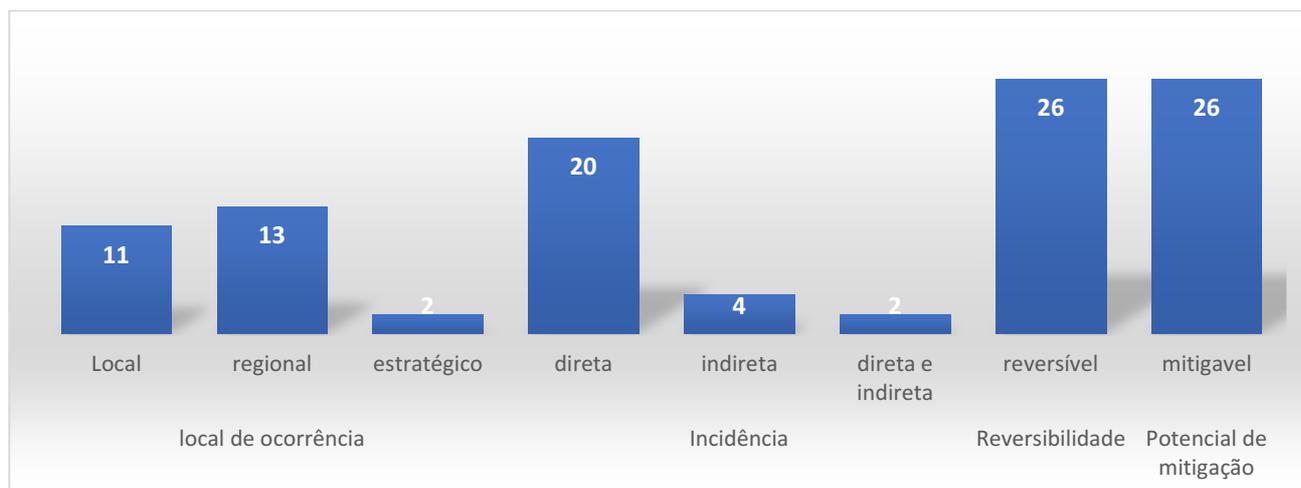
Atividades ambientais	Impacto ambiental	Critérios de Classificação			
		Espaço de ocorrência	Incidência	Reversibilidade	Potencial de mitigação
Desmatamento na abertura de trilhas de acesso aos caminhões do lixo	Redução da biota	Local	Direta	Reversível	Mitigável
	Alteração da qualidade do solo	Local	Direta	Reversível	Mitigável
	Possíveis alterações no microclima	Local	Direta	Reversível	Mitigável
	Alteração da paisagem	Local	Direta	Reversível	Mitigável
Desmatamento na área diretamente afetada	Afugentamento da fauna	Local	Direta	Reversível	Mitigável
	Possíveis alterações no microclima	Regional	Direta	Reversível	Mitigável
	Intrusão visual	Local	Direta	Reversível	Mitigável
	Alteração das características do solo	Local	Direta	Reversível	Mitigável
Transporte e manuseio dos resíduos Sólidos	Aumento dos riscos de doenças infecciosas	Estratégico	Direta	Reversível	Mitigável
	Alteração da qualidade do ar	Estratégico	Indireta	Reversível	Mitigável

	Compactação do solo nas aberturas de terra por onde os veículos circulam	Regional	Direta	Reversível	Mitigável
Disposição de Resíduos sólidos	Contaminação do solo	Local	Direta	Reversível	Mitigável
	Poluição visual	Regional	Direta	Reversível	Mitigável
	Alteração da qualidade do ar	Regional	Direta	Reversível	Mitigável
	Proliferação de micro e macro vetores patogênicos	Regional	Indireta	Reversível	Mitigável
	Intensificação do efeito estufa	Local	Indireta	Reversível	Mitigável
Disposição dos resíduos sólidos	Risco das pessoas que trabalham ou residem próximo “lixão” contraírem doenças infecciosas	Regional	Direta e indireta	Reversível	Mitigável
	Desvalorização das propriedades e terrenos circunvizinhos	Regional	Direta	Reversível	Mitigável
	Poluição das áreas circunvizinhas	Regional	Direta	Reversível	Mitigável
	Incômodo à população que reside nos bairros circunvizinhos	Regional	Indireta	Reversível	Mitigável
Triagem in loco feita pelos catadores de recicláveis	Riscos de doenças infecciosas	Local	Direta	Reversível	Mitigável
Incineração dos resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	Local	Direta	Reversível	Mitigável
	Poluição do ar	Regional	Direta	Reversível	Mitigável
	Estresse da biota circunvizinha	Regional	Direta	Reversível	Mitigável
	Intrusão visual	Regional	Direta	Reversível	Mitigável
	Riscos das pessoas que trabalham no lixão e que moram em áreas circunvizinhas contraírem doenças respiratórias	Regional	Direta e indireta	Reversível	Mitigável

Fonte: Próprio autor, 2022.

Demonstrou-se, através da Figura 19, as quantidades de cada uma das subdivisões dos critérios de classificação dos impactos ambientais do quadro 10.

Figura 17 – Classificação dos impactos ambientais.



Fonte: Próprio autor, 2022.

O critério **local de ocorrência** diz respeito à abrangência do impacto, onde:

- Local, é quando o impacto e seus efeitos se manifestam na área diretamente afetada (ADA) ou na área de influência direta (AID).

- Regional é quando o impacto e seus efeitos ocorrem para além da AID, afetando também a área de influência indireta (AII) ou até mesmo o perímetro urbano.

- Estratégico é quando os impactos se manifestam em áreas que extrapolam as áreas de Influência definidas para o empreendimento. No trabalho em estudo, o local de ocorrência estratégico acontece durante o transporte e manuseio dos resíduos, onde os impactos, como alteração da qualidade do ar e aumento dos riscos de doenças infecciosas, ocorrem em todo o perímetro urbano, ou seja, fora das áreas de influência.

O critério de **incidência** se refere à consequência do impacto em relação ao empreendimento, podendo ser classificado como direto e/ou indireto. Os impactos indiretos são decorrentes de desdobramentos dos impactos diretos. Como, por exemplo, o impacto de incômodo à população que reside nos bairros circunvizinhos, que é um desdobramento do impacto causado pela disposição irregular dos resíduos sólidos, onde resíduos leves são carregados pelo vento até as proximidades das áreas habitáveis.

O **critério da reversibilidade** considera se é possível reverter ou não a tendência do impacto decorrente das atividades do empreendimento, levando em conta a aplicação de medidas para sua reparação ou a suspensão da atividade geradora do impacto. Todos os 26

impactos analisados foram considerados reversíveis, onde, mesmo impactos muito significativos, como a incineração dos resíduos do lixão, podem ser revertidos com a aplicação de medidas que suspendam essas atividades.

O **critério potencial de mitigação** considera se é possível suavizar ou reduzir ao máximo os impactos gerados pelas atividades desenvolvidas na área de estudo. Todos os impactos analisados foram considerados mitigáveis através da aplicação de medidas de controle ambiental.

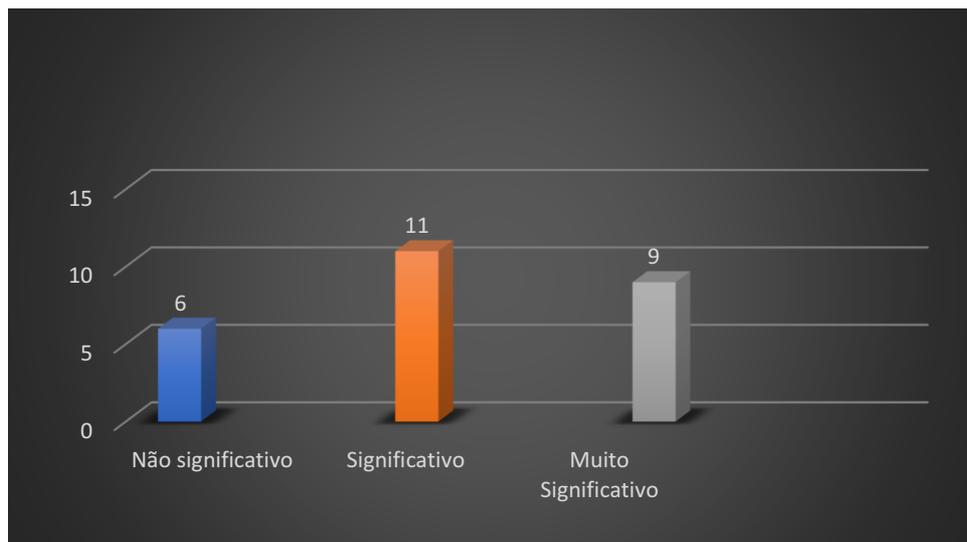
5.8. Classificação dos impactos ambientais em termos de significância:

O quadro 11 representa a classificação dos impactos ambientais quanto a significância, nos termos estabelecidos no quadro 5 por Sá (2016).

Ao analisar a magnitude e a importância dos impactos ambientais através do Quadro 11, representou-se na Figura 20 em termos quantitativos, os impactos considerados não significativos (6), significativos (11) e muito significativos (9), justificando dessa forma a necessidade de implantação de medidas mitigadoras e compensatórias.

A significância de tal impacto considera a magnitude, ou seja, o grau de intensidade, e a importância do mesmo. Essa classificação permite analisar quais os efeitos adversos que mais prejudicam os componentes ambientais físicos, bióticos e antrópicos. Quanto mais significativo for um impacto, mais se justifica a aplicação de medidas que visem sua redução.

Figura 18 – Gráfico de impactos ambientais de acordo com a significância.



Fonte: Próprio autor, 2022.

Quadro 11 - Classificação dos impactos ambientais em termos de significância em decorrência das atividades desenvolvidas no lixão.

Atividades ambientais	Impacto ambiental	Peso		Cálculo do índice	Significância
		Magnitude	Importância	Magnitude*importância	Não significativo/Significativo/Muito significativo
Desmatamento na abertura de trilhas de acesso aos caminhões do lixo	Redução da biota	6	7	42	Significativo
	Alteração da qualidade do solo	6	5	30	Não significativo
	Possíveis alterações no microclima	5	5	25	Não significativo
	Alteração da paisagem	7	6	42	Significativo
Desmatamento na área diretamente afetada	Afugentamento da fauna local	6	7	42	Significativo
	Possíveis alterações no microclima	6	5	30	Não significativo
	Intrusão visual	7	8	56	Significativo
	Alteração das características do solo	6	8	48	Significativo
Transporte e manuseio dos resíduos Sólidos	Aumento dos riscos de doenças infecciosas	7	8	56	Significativo
	Alteração da qualidade do ar	4	5	25	Não significativo
	Compactação do solo nas aberturas de terra por onde os veículos circulam	3	4	12	Não significativo
Disposição de Resíduos sólidos	Contaminação do solo	8	9	72	Muito significativo
	Poluição visual	9	9	81	Muito significativo
	Alteração da qualidade do ar	7	8	56	Significativo
	Proliferação de micro e macro vetores patogênicos	8	9	72	Muito significativo
	Intensificação do efeito estufa	5	6	30	Não significativo
Disposição dos resíduos sólidos	Risco das pessoas que trabalham ou residem próximo “lixão” contraírem doenças infecciosas	6	7	42	Significativo
	Desvalorização das propriedades e terrenos circunvizinhos	7	7	49	Significativo
	Poluição visual das áreas circunvizinhas	7	9	63	Significativo
	Incômodo à população que reside nos bairros circunvizinhos	8	8	64	Significativo
Triagem in loco feita pelos catadores de recicláveis	Riscos de doenças infecciosas	9	10	90	Muito significativo
Incineração dos resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	8	9	72	Muito significativo
	Poluição do ar	8	10	80	Muito significativo
	Estresse da biota circunvizinha	9	8	72	Muito significativo
	Intrusão visual	9	9	81	Muito significativo
	Riscos das pessoas que trabalham no lixão e que moram em áreas circunvizinhas contraírem doenças respiratórias	9	10	90	Muito significativo

Fonte: Próprio autor, 2022.

CCTA ENGENHARIA LTDA

UFCG - Rua Jairo Vieira Feitosa, 1770 - Pereiros, Pombal - PB, 58840-000

5.9. Medidas de controle ambiental

5.10.1 Construção de um aterro sanitário

A disposição irregular dos resíduos sólidos urbanos no município de Belém de São Francisco - PE apresentou onze impactos significativos e nove muito significativos. Com o objetivo principal de mitigar esses impactos, o estudo propôs a construção de um aterro de pequeno.

De acordo com a NBR 15.849/2010, o aterro sanitário de pequeno porte é desenvolvido fundamentalmente para disposição de resíduos sólidos urbanos que recebem até 20 toneladas ou menos por dia, o que permitiu uma concepção simplificada do sistema de aterro sanitário (NBR 15.849/2010). Como demonstrado no item 5.1.2, estima-se que o lixão de Belém de São Francisco recebe em média 15,27 toneladas de resíduos sólidos por dia. Isso faz com que a construção de um aterro sanitário de pequeno porte seja adequada para o município.

Uma vez que o aterro esteja em atividade sugere-se a desativação do lixão. Propõem-se também que após o encerramento da vida útil do aterro, e desativação do lixão seja realizada o reflorestamento da área desmatada como medida compensatória dos impactos adversos gerados pelo desmatamento.

Os aterros sanitários possuem ainda a vantagem de reduzir os impactos ambientais e de não gerar efeitos adversos à saúde pública. Caracteriza-se por ser um espaço destinado à disposição final de resíduos sólidos gerados pelas atividades antrópicas, consistindo em camadas alternadas de lixo e terra, evitando, dentro outras coisas, o mau cheiro e a proliferação de micro e macro vetores patogênicos (ABNT NBR 8.419/92).

Isso é possível graças aos princípios de engenharia utilizados para reduzir o volume de resíduos sólidos ao menor volume possível através do confinamento dos mesmos à menor área possível, cobrindo-os com uma camada de terra ao fim de cada expediente de trabalho (ABNT NBR 8.419/92).

O único adendo que deve ser destacado é que alguns tipos de resíduos não podem ser destinados ao aterro sanitário, como, por exemplo, resíduos da saúde e resíduos industriais classe 1 (perigosos). Estes tipos de resíduos precisam obrigatoriamente utilizar de técnicas como incineração, inertização e encapsulamento (ABNT NBR 8.419/92).

Segundo a NBR 15.849/2010, os aterros sanitários de pequeno porte se dividem em quatro tipos:

- **Em trincheiras:** Possui escavação sem limitação de largura e profundidade, utiliza-se do confinamento de resíduos sólidos em três lados e compactação com equipamentos manuais.

- **Em valas:** possui escavação com largura variável e profundidade limitada, confinada em todos os lados, com forma de compactação é manual.

- **Em encosta:** caracteriza-se pela utilização de taludes preexistentes, geralmente usado em áreas de depressões ou ondulações naturais e encostas de morros.

- **Em área:** A disposição dos resíduos é realizada em áreas planas acima da cota do terreno natural.

De acordo com Iwai (2012), os aterros sanitários de pequeno porte em valas e em trincheiras podem ser considerados os mais simples, não necessitando de sistemas de drenagem de lixiviados e de gases, o que torna o sistema de aterro mais econômico para o município.

As características dos sistemas de aterro em valas e em trincheiras foram simplificadas no quadro 12 abaixo.

Quadro 12 – Características dos sistemas em valas e trincheiras.

Elementos	Aterro em valas ¹	Aterro simplificado em trincheiras ²
Quantidade máxima de resíduos adaptada por dia	10 toneladas/dia	20 toneladas/dia
Método construtivo para o confinamento	Valas	Trincheiras
Profundidade do aterro	3 metros	≤ 4 metros
Sistema de drenagem de lixiviado	Não existente	Não existente
Sistema de drenagem de gás	Não existente	Não existente
Forma de compactação dos resíduos sólidos	Manual	Manual
Tipo de solo recomendado para se implantar o aterro	Argila	Argila
Grau de compactação	500 Kg/m ³	400 Kg/m ³

Fonte: Adaptado de Iwai (2012).

Apesar da NBR 15.849/2010 considerar que todos os aterros podem receber até 20 toneladas por dia, Iwai (2012) demonstrou que em aterros em valas não é recomendado o recebimento de mais de 10 toneladas diárias de resíduos sólidos. Isso porque, como o sistema não faz uso da compactação, o confinamento dos resíduos impede o aproveitamento integral da área a ser aterrada, acarretando na necessidade constante de abertura de novas valas.

Como o aterro no município receberia em média 15,27 toneladas por dia, a utilização de aterro em valas se torna inviável tanto técnica quanto economicamente. Dessa forma propõe-se para o município a utilização de um aterro sanitário de pequeno porte simplificado em trincheiras.

A utilização do sistema em trincheiras no município enquadra-se nas recomendações da quantidade resíduos sólidos recebidos por dia (20 toneladas) bem como no critério de que o solo a ser construído o sistema de aterro deve ser argiloso. E como visto na figura 14, uma grande parte do município é constituído de solos Bruno não cálcicos, que é um tipo de solo com argila de atividade alta.

Uma grande vantagem, que simplifica a implantação de aterros sanitários de pequeno porte, é o fato de contarem com procedimentos simplificados de licenciamento ambiental, graças a resolução do CONAMA 404/2008. Dessa forma, a implantação desse tipo de empreendimento dispensa a elaboração de estudo de impacto ambiental e relatório de impacto do meio ambiente (EIA-RIMA).

Outro fator levado em consideração para a proposta de aterro de pequeno porte foi o baixo custo. De acordo com dados da Fundação Getúlio Vargas (FGV), a construção de um aterro de grande porte, girava em torno de R\$ 526 milhões, em 2013. Comparativamente, à mesma época, um aterro de médio porte custava cerca de R\$ 236 milhões e o aterro de pequeno porte, aproximadamente R\$ 25 milhões em cidades do norte e nordeste. O fator econômico deste último torna palatável para as prefeituras de cidades pequenas, como a do município de Belém de São Francisco - PE.

No sistema de aterro proposto, os subprodutos atuais do lixão, como chorume e gases tóxicos gerados, respectivamente, pela disposição e incineração irregular dos resíduos passarão a ser retidos e não mais entrarão em contato com a natureza. Dessa forma a construção do aterro em trincheiras mitigará os impactos significativos e muito significativos de disposição e incineração que atualmente são gerados pelas atividades do lixão, pois no aterro os resíduos não ficarão expostos a céu aberto bem como não serão incinerados.

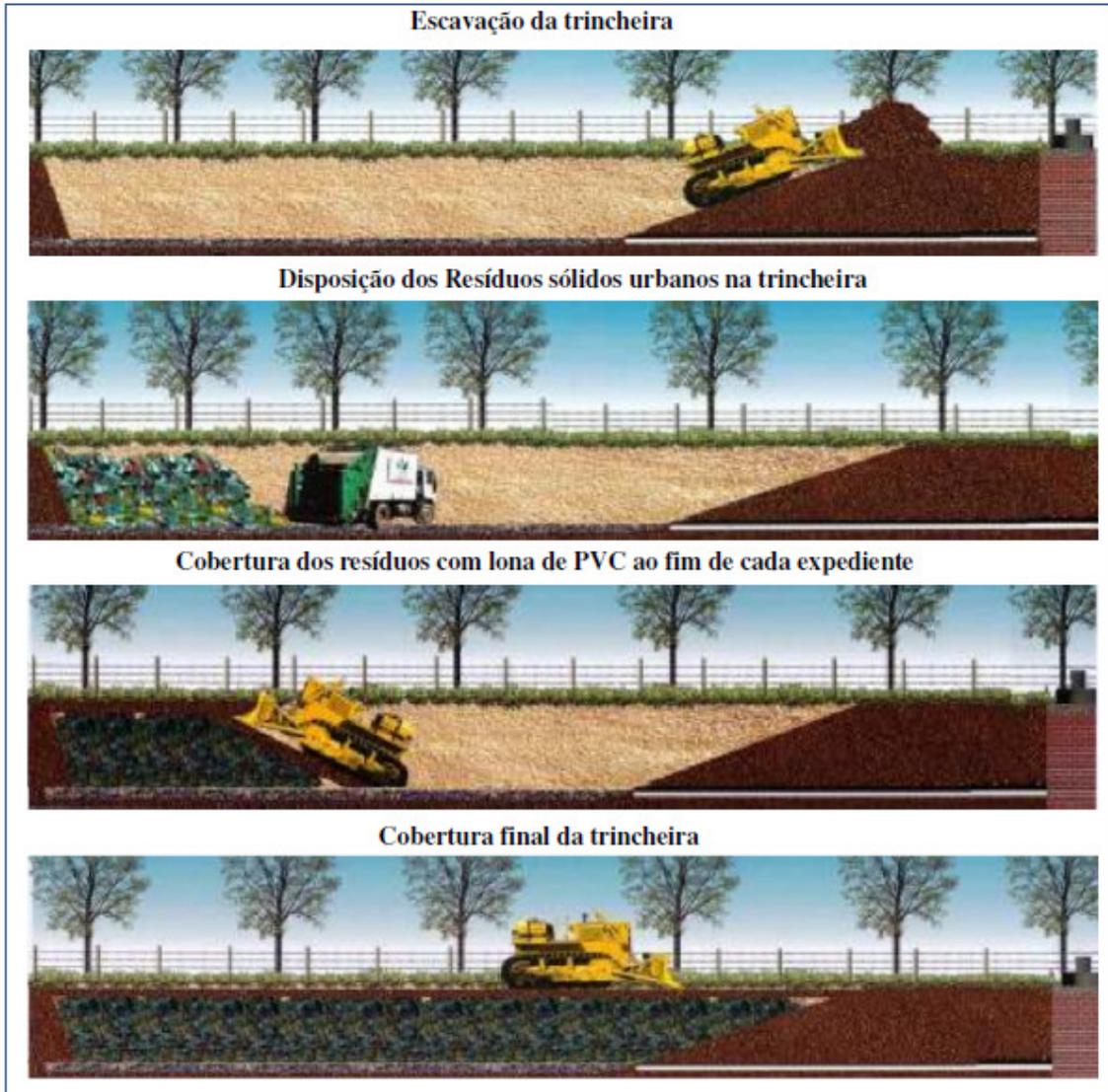
Quanto ao lixão atualmente em atividade propõe-se a desativação do mesmo, através da retirada do excesso de resíduos sólidos da área diretamente afetada, bem como a retirada dos resíduos dispostos na área de influência direta e os resíduos levados pelo vento na área de influência indireta, dispendo-os no aterro sanitário. Em seguida, com o objetivo de recuperação da biota sugere-se o reflorestamento dessas áreas.

Exemplifica-se na figura 21 o processo de construção do aterro em trincheiras no município.

Segundo a NBR 8419/1992, os aterros devem ser projetados para que a sua vida útil seja de no mínimo dez anos. Encerradas as atividades do aterro, deve haver o monitoramento do mesmo por mais dez anos. O trabalho em estudo propõe que ao fim da vida útil do aterro seja

feito o reflorestamento da área desmatada para a construção do aterro, a fim de compensar os impactos ambientais gerados por tal desmatamento.

Figura 19 – Etapas de execução do aterro sanitário de pequeno porte em trincheiras



Fonte: Adaptado de ReCESA, 2008.

5.10.2 Medidas de atenuação dos impactos

O lixão constitui o meio de sobrevivência de muitas famílias que recolhem materiais recicláveis como latas, papelão e garrafas pet para vender (Figura 22).

Como observado nas visitas em campo, essa triagem de resíduos é realizada sem o uso de EPIs (Equipamentos de proteção individual). Dessa forma, esses trabalhadores estão constantemente expostos aos resíduos de diversas origens, podendo se contaminar ou sofrer cortes nas mãos, além da inalação direta da fumaça provinda da queima dos resíduos sólidos.

Figura 20 – Materiais Recicláveis recolhidos pelos catadores



Fonte: Próprio autor, 2022.

Assim, foi possível perceber que, apesar da proposta da construção de um aterro sanitário ser considerada a medida mitigadora ideal para os impactos ambientais gerados, há a necessidade mais urgente de adoção de medidas que atenuem a curto prazo os impactos que afetam, principalmente, a saúde dos catadores de materiais recicláveis como também os impactos às comunidades dos bairros circunvizinhos. Para tanto, foram propostas, através do Quadro 13, medidas mitigadoras para a redução desses impactos ambientais.

De acordo Ramos (2012), os equipamentos essenciais para proteger a saúde dos catadores de recicláveis que trabalham nos lixões são:

- **Luva de Proteção:** recomenda-se a luva de Malha com revestimento Nitrílico, pois a mesma apresenta alta resistência contra cortes e perfurações, bem como é conforto para as mãos, não prejudicando o manuseio de materiais.

- **Botinas de segurança com biqueira:** recomenda-se a utilização de botinas monodensidade ou bidensidade, pois são confeccionadas com um material chamado Poliuretano. A presença desse material oferece melhor amortecimento para impactos, como também protege contra a quedas de objetos e perfurações.

- **Respirador sem manutenção:** por ser descartável não precisa de manutenção. Funciona com um filtro que impede a inalação de partículas contaminantes. Protegendo o trabalhador de respingos de choro, por exemplo, bem como da inalação de gases tóxicos

provenientes da incineração do lixo. Previne, dessa forma, a contração de diversos tipos de doenças ocupacionais como alergias, intoxicação e doenças pulmonares.

- **Vestimenta de segurança:** mais conhecido como macacão de segurança, é um EPIs que protege o corpo inteiro. Como a região de coleta é muito quente, recomenda-se a utilização de vestimentas de cores mais claras, pois as mesmas esquentam menos.

Quadro 13 – Medidas de atenuação dos impactos ambientais

Impactos ambientais	Medidas mitigadoras
Risco das pessoas que trabalham no “lixão” contraírem doenças infecciosas durante a triagem do lixo	A utilização de EPIs pelos trabalhadores
Risco das pessoas que residem próximo ao lixão contraírem doenças infecciosas.	Realizar a disposição dos resíduos em uma área que seja de 2 a 3 km mais afastada do perímetro urbano
Poluição das áreas circunvizinhas pelo espalhamento dos resíduos dispostos ao longo dos trechos que levam até o a área de disposição final.	Realizar a limpeza (manual) para não alterar os componentes ambientais dessas áreas
Riscos das pessoas que trabalham no lixão contraírem doenças respiratórias em decorrência da queima do lixo.	Evitar a queima do lixo quando nos horários que os catadores estiverem fazendo a triagem
	Evitar coletar o lixo enquanto a fumaça proveniente da incineração do lixo não tiver cessado
Intrusão visual às comunidades circunvizinhas em decorrência da proximidade com as áreas de influência	Implantação da cortina vegetal

Fonte: Próprio autor, 2022.

Tendo em vista a presença de diversos contaminantes no lixão, como por exemplo, chorume, garrafas de vidro e objetos enferrujados, a utilização combinada desses EPIs é fundamental no dia a dia dos catadores.

A medida de disposição dos resíduos sólidos urbanos em uma área de 2 a 3 Km mais afastada do perímetro urbano faz-se necessária tendo em vista que a área de disposição atual se localiza a apenas 1,25 km da área habitável. A localização atual da ADA contribui para o risco das pessoas que residem nas áreas circunvizinhas contraírem doenças infecciosas propagadas por: mosquitos (dengue, chikungunya), moscas (giardíase, disenteria, amebíase), ratos (leptospirose, peste bubônica, tifo), baratas e formigas (giardíase, cólera e diarreia); como

também a contraírem doenças pulmonares provenientes de partículas advindas da incineração dos resíduos sólidos no lixão (CONTEMAR, 2019).

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2016), a medida de implantação de uma cortina vegetal constitui-se de uma barreira vegetal, que objetiva minimizar os impactos das atividades decorrentes de um empreendimento antrópico. Na área em estudo propõe-se a implantação dessa barreira entre a ADA e o perímetro urbano com a utilização de espécies arbóreas de grande ou médio porte naturais da caatinga, como o *Ziziphus joazeiro* e a *Anadenanthera colubrina*, por exemplo (quadro 14).

Quadro 14 – Sugestão de Espécies arbóreas para implantação da cortina vegetal

	
<i>Nome Popular: Juazeiro</i>	<i>Nome popular: Angico</i>
<i>Nome Científico: Ziziphus joazeiro</i>	<i>Nome científico: Anadenanthera colubrina</i>
<i>Altura(m) e porte na fase adulta: 5 a 10 m médio; médio porte</i>	<i>Altura(m) e porte na fase adulta: 12 a 15 m; grande porte</i>

Fonte: LORENZI, 1992.

De acordo com Lorenzi (1992), considera-se árvore de médio porte aquela que na fase adulta atingem entre 5 a 10 metros, e de grande porte aquela que na fase adulta atinge altura maior do que 10 metros.

As árvores de médio e grande porte são mais efetivas para a finalidade de impedir a intrusão visual devido à altura média que podem atingir na fase adulta. Além disso, a cortina vegetal auxilia a natureza a neutralizar os poluentes gerados pela disposição e incineração dos resíduos sólidos (EMBRAPA, 2016).

5.10. Sugestão de Planos e Programas ambientais

5.11.1 Programa de educação ambiental para a população de Belém de São Francisco - PE

Esse programa visa a implantação de planos integrados à educação ambiental em escolas, que demonstrem a importância da conscientização ambiental bem a importância da correta destinação dos resíduos sólidos e a fundamental participação popular na cobrança pela criação de medidas mitigadoras dos impactos ambientais.

5.10.2. Programa de monitoramento da implantação do aterro e desativação do lixão

Este programa é fundamental para que a prefeitura municipal realize a transição entre lixão e aterro de forma organizada e sem esquecer da importância em reduzir os impactos deixados pelas atividades do lixão, como por exemplo, realizar a retirada dos entulhos de resíduos sólidos não incinerados das áreas de influência direta e indireta que foram espalhados pelo vento ou deixados pelo caminho dos trechos que levam até o lixão.

5.11.3 Programa de reflorestamento das áreas de influência do lixão

Importante para o reestabelecimento das características da biota, do solo, ar e microclima afetados durante o desmatamento da área diretamente afetada, bem como da área de influência direta que sofreu desmatamento na abertura de trilhas e trechos de estradas que levam até o lixão.

5.11.4 Programa de Reciclagem solidária

Com a implantação do aterro sanitário, os resíduos sólidos serão cobertos com uma camada de argila ao final de cada expediente. Isso faz com que não mais seja possível a presença de catadores de recicláveis na área de disposição final dos resíduos sólidos. Por um lado, essa inacessibilidade aos resíduos do aterro preserva a saúde dos catadores, mas por outro prejudica a forma de sustento dos mesmos.

Com o objetivo de sanar esse problema, propõe-se a implantação de um programa de reciclagem solidária. Fomentando-se, através de medidas educativas e administrativas, a participação das comunidades do perímetro urbano a separarem os materiais recicláveis, como papelão e latinhas, reservando esses materiais para os catadores. Esse programa funcionará como uma estratégia para o combate à catação indevida realizada diretamente nos lixões, contribuindo para resgate da dignidade dos catadores e sua valorização pessoal.

5.11.5 Programa de incentivo a utilização de EPIs pelos catadores de recicláveis

A Norma Regulamentadora de N° 6, diz que é responsabilidade do empregador fornecer equipamento de proteção individual para o empregado. Porém, como os catadores de recicláveis não são regulamentados profissionalmente, os mesmos não possuem EPIs à disposição para trabalhar de forma mais segura. Dessa forma sugere-se o incentivo por parte do governo municipal em fornecer os equipamentos essenciais para a proteção da vida desses trabalhadores.

6. CONCLUSÃO

Através da matriz de interação entre as atividades antrópicas e os componentes ambientais foi possível determinar que os meios físico, biótico e antrópico sofrem impactos significativos, com cada meio contendo, respectivamente, 19, 8 e 8 interações.

Dos 26 impactos ambientais identificados na área de estudo, 9 deles foram muito significativos, 11 significativos e apenas 6 foram considerados não significativos. Os impactos mais adversos decorrem das atividades de disposição irregular dos resíduos sólidos, da triagem in loco feita pelos catadores de materiais recicláveis e da incineração dos resíduos.

Os impactos mais significativos foram: a contaminação do solo, a poluição visual, a Proliferação de micro e macro vetores patogênicos, o risco de contração de doenças infecciosas, a poluição do ar e o estresse da biota circunvizinha.

As medidas de controle ambientais sugeridas foram a construção de um aterro sanitário de pequeno porte simplificado em trincheiras, a desativação do lixão, a retirada dos resíduos existentes nas áreas de influência, destinando-os para o aterro, e o reflorestamento das áreas afetadas. Como alternativa mais imediata de atenuação dos impactos propôs-se medidas como a utilização de EPIs pelos catadores de recicláveis e a implantação de cortina vegetal.

Os planos e programas ambientais indicados com o objetivo de tornar a implantação das medidas de controle ambientais organizadas e eficazes foram a aplicação de: programa de educação ambiental para a população do município em estudo, programa de monitoramento da implantação do aterro e desativação do lixão, programa de reflorestamento das áreas de influência do lixão, programa de reciclagem solidária e Programa de incentivo a utilização de EPIs pelos catadores de recicláveis.

Através da demonstração detalhada dos impactos ambientais do lixão no município, o trabalho em estudo objetiva a tomada de conhecimento da população a cerca desses impactos adversos bem como demonstrar que sua mitigação é viável através da implementação de medidas, planos e programas de controle ambiental.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (Brasil) (org.). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2018. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (Brasil) (org.). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (Brasil) (org.). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- ALMEIDA, A., SERTÃO, A., SOARES, P., & ANGELO, H. (2015). **Deficiências no Diagnóstico Ambiental dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA)**. Revista de Gestão Ambiental E Sustentabilidade, 4(2), 3348. <https://doi.org/10.5585/geas.v4i2.168>.
- ALMEIDA, F. R.; CUNHA, R. R. R. S. B. **Análise dos Aspectos Diagnósticos do Passivo Ambiental–Lixão, Localizado na Apa–Lagoas de Guarajuba, Município de Camaçari–Estado da Bahia**. Revista Internacional de Ciências, v. 2, n. 1, p. 18-43, 2012.
- ALMEIDA, R. S. R.; SILVA, V. P. R. Avaliação multissistêmica dos impactos ambientais negativos do lixão do município de Ingá-PB. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 6, n.1, p.89-102, 2018.
- ANDRADE, R. M.; FERREIRA, J. A. **A Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização**. Revista Eletrônica do Prodem, v. 6, n. 1, p. 7– 22, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004 Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, p. 71. 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.849 Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento**. Rio de Janeiro, p. 24. 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.419 Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos - Procedimento**. Rio de Janeiro, p. 7. 1992.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 18 Mar 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria n.º 877, de 24 de outubro de 2018 - NR 06. Altera Norma Regulamentadora NR 06 - **Equipamento de Proteção Individual** – EPI. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, p. 11, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-06.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2022.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei n.º 12.305 de 02 de agosto de 2010.** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Data de acesso: 21 Jan 2022.

BRASIL. Yolanda Pires. Senado Federal (org.). **Aumento da produção de lixo no Brasil requer ação coordenada entre governos e cooperativas de catadores.** 2021. Elaborado por Agência Senado. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2021/06/aumento-da-producao-de-lixo-no-brasil-requer-acao-coordenada-entre-governos-e-cooperativas-de-catadores>. Acesso em: 05 fev. 2022.

CARDOSO, F. F., FIORANI, V. M A. e DEGANI, C. M. **Impactos ambientais dos canteiros de obras:** Uma preocupação que vai além dos resíduos. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: A Construção do Futuro. UFSC/ANTAC. Florianópolis, 2016.

CARPEGIANI, F. **LIXÕES: Ainda teremos lixões em 2024?** Disponível em: < <https://www.descarte.net/post/ainda-teremos-lixoes-em-2024#:~:text=Nova%20lei%20estendeu%20prazo%20para,enorme%20desrespeito%20ambiental%20e%20social.> > Acesso em: 18 Mar 2022.

CAVALCANTE, S.; FRANCO, M. S.A. **Profissão perigo:** percepção de risco à saúde entre os catadores do Lixão do Jangurussu. Revista mal-estar e subjetividade. Fortaleza, v. 7, n.1, p. 211-231.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO (Brasil). Governo Federal (comp.). **Principais Características da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.** 2021. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>. Acesso em: 15 jan. 2022.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente - Resolução do CONAMA n.º. 001 de 1986.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente - Resolução do CONAMA n.º. 357 de 2002.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente - Resolução do CONAMA n.º. 349 de 2004.

CONTEMAR AMBIENTAL (org.). **Doenças causadas pelo lixo**: saiba como prevenir. 2019. Disponível em: <http://blog.contemar.com.br/conteinerizar-evita-doencas-causadas-pelo-lixo/>. Acesso em: 07 fev. 2022.

DEBONI, Lidiane. **O que você faz com seu lixo ? : Estudo sobre a destinação do lixo na zona rural de Cruz Alta, RS.** 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/1655>> Acesso em: 14 Jan 2022.

DEL GROSSI, A. C. Destinação dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) em Londrina–PR. **In: II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental.** De 6 a 9 de Novembro de 2011. Londrina - PR.

EMBRAPA. **Cortinas vegetais minimizam impactos e trazem benefícios a agricultores.** 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/15677421/cortinas-vegetais-minimizam-impactos-e-trazem-beneficios-a-agricultores>. Acesso em: 04 fev. 2022

FERREIRA, R. G. Proposta de padronização cartográfica para carta-imagem emergencial de inundação Impactos ambientais decorrentes do lixão da cidade de Condado-PB. **Geografia, Ensino e Pesquisa**, v. 21, n.3, p.142-151, 2017.

FERRON, M. M. **Intoxicação ambiental por chumbo em crianças de uma vila de Porto Alegre e avaliação ambiental preliminar das possíveis fontes de contaminação.** 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

FIRJAN (Brasil). Organização Sem Fins Lucrativos (org.). **Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal:** Belém de São Francisco - PE. 2018. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/ifdm/consulta-ao-indice/ifdm-indice-firjan-de-desenvolvimento-municipal-resultado.htm?UF=PE&IdCidade=260160&Indicador=1&Ano=2016>. Acesso em: 06 fev. 2022.

FOGLIATTI, M. C.; FILLIPO, S.; GOUDARD, B. **Avaliação de Impactos Ambientais: Aplicações aos sistemas de Transporte.** Rio de Janeiro: Interciência: 2004, 249 p.

FORTI, Vanessa. **O crescimento do lixo eletrônico e suas implicações globais**. 2019. Disponível em: <https://cetic.br/media/docs/publicacoes/6/20191217174403/panorama-setorial-xi-4-lixo-eletronico-atualizado.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2022.

FRANCO, Tânia; DRUCK, Graça. **Padrões de industrialização: riscos e meio ambiente**. 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/xpjStHyZ9MQfrvmLx4mzStR/?lang=pt>. Acesso em: 09 jan. 2022.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS (Ceará). Governo Estadual (org.). **Solos Bruno não cálcicos**. 2014. Disponível em: <http://www.funceme.br/?p=1012>. Acesso em: 15 jan. 2022.

GOMES, N. A. **Avaliação dos impactos ambientais causados pelo “lixão” de Pombal-PB**. 2015. 81 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. 2015.

GONÇALVES, R. **Catadores de materiais recicláveis: Trabalhadores fundamentais na cadeia de reciclagem do país**. Serviço Social e Sociedade, v. 82, n. 65, p. 87-109, 2005.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

INFOSANBAS. Belém do São Francisco-PE. Disponível em: <https://infosanbas.org.br/municipio/belem-do-sao-francisco-pe/> > Acesso em: 18 Mar 2022.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Waste generation, composition and management data. In: Guidelines for national greenhouse gas inventories**. 2006. Disponível em: http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_2_Ch2_Waste_Data.pdf > Acesso em: 24 Jan 2022.

ISMAEL, Fernanda Carolina Monteiro. **Avaliação de Impactos Ambientais nas Águas do Trecho Perenizado do Rio Piancó e seus Possíveis Efeitos na Produção Agroindustrial Primária Local**. 2016. 118 f. Dissertação (Mestre em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB, 2016.

IWAI, Cristiano Kenji. **Avaliação da qualidade das águas subterrâneas e do solo em áreas de disposição final de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte: aterro sanitário em valas.** 2012. 270 f. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade.** Estudos Avançados, v. 25, p. 135-158, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/YgnDNBgW633Y8nFLF5pqLxc/?lang=pt>. Acesso em: 19 de Jan de 2022.

KEMERICH, P. D. D. C.; MENDES, S. A.; VORPAGEL, T. H.; PIOVESAN, M. **Impactos ambientais decorrentes da disposição inadequada de lixo eletrônico no solo.** Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia, v. 10, n. 2, 2013.

LANZA, V.C.V.; MACHADO, R. M. G.; TORQUETTI, Z. S. C. **Caderno técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos.** Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente/Fundação Israel Pinheiro, 2010. 35 p.

LEI 14026 DE 15 DE JULHO DE 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm Acesso: 18 Mar 2022.

LEI Nº 13.047, DE 26 DE JUNHO DE 2006. Disponível em: https://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/Leis/Lei_Estadual_13.047.2006.PDF Acesso em: 18 Mar 2022.

LEITE, V. D. & LOPES, W. S. **Avaliação dos aspectos sociais, econômicos e ambientais causados pelo lixão da cidade de Campina Grande - PB.** In: IX Simpósio Luso - Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Seguro - Brasil, 2000, p. 1534-1540.

LIMA E SILVA, P. P., GUERRA, A. J. T.; MOUSINHO, P. **Dicionário brasileiro de ciências ambientais.** Rio de Janeiro: Thex, 1999. 247 p.

LIMA, S. C.; RIBEIRO, T. F. A coleta seletiva de lixo domiciliar: **Estudos de casos. Caminhos de Geografia**, v. 2, p. 50-69, 2000.

LORENZI, H. 1992. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Plantarum, Nova Odessa, vol. 1.

MARCHEZETTI, A.; KAVISKI, E.; BRAGA, M. **Aplicação do método AHP para a hierarquização das alternativas de tratamento de resíduos sólidos domiciliares**. *Ambiente Construído*, v. 11, n. 2, p. 173–187, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/jhNwXdVpXJQpmgrkPqJqmB/?lang=pt>. Acesso em: 17 de Jan de 2022.

MOREIRA, E.G.s.; DEMATTÊ, J.L.I.; MARCONI, A.. **Caracterização e gênese de solonetz solodizado do sertão central e do médio Jaguaribe - estado do Ceará**. 1989. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aesalq/a/sHCykCztRfbkhX3ZgnPKBcC/?lang=pt> #. Acesso em: 15 jan. 2022.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 4 ed. Rio de Janeiro: Expressão Gráfica, 2010. 196p.

NUNESMAIA, M. F. A gestão de resíduos urbanos e suas limitações. **Tecbahia**, v. 17, n.1 , p. 120-122, 2002.

PEREIRA, Albertone Sant´ana; TRAVASSOS, Marcelo Poças. **Avaliação e Análise dos Impactos Ambientais**. 2017. Elaborado por Econservation. Disponível em: https://iema.es.gov.br/Media/iema/Downloads/Relatorios_Tecnicos/2017.10.26%20-%209.%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20dos%20Impactos%20Ambientais_Final.pdf. Acesso em: 06 fev. 2022.

PERNAMBUCO. Banco de Dados do Estado. Governo do Estado de Pernambuco (org.). **Índice de Gini**: Município de Belém de São Francisco. Disponível em: http://www.bde.pe.gov.br/visualizacao/Visualizacao_formato2.aspx?CodInformacao=1174&Cod=3#:~:text=Mede%20a%20desigualdade%20na%20distribui%C3%A7%C3%A3o,renda%20domiciliar%20per%20capita%20nula.. Acesso em: 06 fev. 2022.

PHILIPPI Júnior Arlindo; ROMERO, Marcelo de Andrade.; BRUNA, Glida Collet. **Curso de gestão ambiental**. São Paulo: Manole, 2004, 1045.

PIMENTEL, G.; PIRES, S. H. Metodologias de avaliação de impacto ambiental: aplicações e seus limites. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 26, n. 1, p. 56 a 68, 1992. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/8812>. Acesso em: 16 jan. 2022.

PORTO, M. F. S.; JUNCA, D. C. M.; GONÇALVES, R. S.; FILHOTE, M. I. F. **Lixo, trabalho e saúde**: um estudo de caso com catadores em um aterro metropolitano no Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 2, n. 6, p. 1503-1514, 2004.

RAMOS, Milena Marta Góes. **Importância do uso dos equipamentos de proteção individual para os catadores de lixo**. 2012. Disponível em: <http://bibliotecaatualiza.com.br/arquivotcc/ET/ET04/RAMOS-milena.PDF>. Acesso em: 04 fev. 2022.

RECESA - REDE NACIONAL DE CAPACITAÇÃO E EXTENSÃO TECNOLÓGICA EM SANEAMENTO AMBIENTAL (Brasil). Ministério das Cidades (comp.). **Resíduos Sólidos: projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários**. Projeto, Operação e Monitoramento de Aterros Sanitários. 2008. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/recesa/projetooperacaoemonitoramentodeaterrossanitarios-nivel2.pdf. Acesso em: 06 fev. 2022.

SÁ, G. B. **Avaliação dos impactos ambientais resultantes da gestão do saneamento básico na cidade de Pombal-PB**. 2016. 107 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2016.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos**. 2ª Edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 495p.

SANEP. **Pelotas já produz quantidade de lixo esperada para 2030**. Disponível em: <https://portal.sanep.com.br/noticia/pelotas-ja-produz-quantidade-de-lixo-esperada-para-2030> Disponível em: 18 Mar 2022.

SANTIBAÑEZ-AGUILAR, J. E.; ORTEGA, J. M. P.; CAMPOS, B. G.; GONZÁLEZ, M. S.; M. M. EL HALWAGI Optimal planning for the sustainable utilization of municipal solid waste. **Waste Management**, v. 33, n. 12, p. 2607–22, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2013.08.010>.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Belém de São Francisco**, Estado da Pernambuco. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

SLIVINSKI, Christiane Trevisan (org.). **As Ciências Biológicas e da Saúde e seus Parâmetros**. 2018. Atena Editora. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/3612>. Acesso em: 15 jan. 2022.

TEODÓSIO, A. S. S., GONÇALVES-DIAS, S. L. F., SANTOS, M. C. L. **Reciclagem no Interstício das Relações Intersetoriais: a Política Nacional de Resíduos Sólidos e os desafios para a inclusão social e produtiva dos catadores**. In: SANTOS, M. C. L.;

GONÇALVES-DIAS, S. L. F; WALKER, S. Resíduos, Design & Dignidade. São Paulo: Editora Olhares, 2014, p.231-268.

TITO, Gilvanise Alves *et al.* **Aplicação de bentonita em um Regossolo eutrófico II: efeitos sobre as propriedades químicas do solo**. 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/59dpZYvhfq3ctVJJMhq5NLb/?lang=pt>. Acesso em: 15 jan. 2022.

TOPODATA. **Banco de dados Geomorfométricos do Brasil**. Disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso em: 16 de jan. 2022.

VALDETARO, E. B.; SILVA, E.; SILVA, J. C.; JACOVINE, L. A. G. Conjugação dos métodos da matriz de interação e do *check-list* na avaliação quali-quantitativa de impactos ambientais de um programa de fomento florestal. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.39, n.4, p.611-622, 2015.

VELLOSO, M.P. (2008) **Os restos na história: percepções sobre resíduos**. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 13, n. 6, p. 1953-1964.

WIKI AVES (Brasil) (org.). **Aves de Pernambuco**. 2022. Disponível em: <https://www.wikiaves.com.br/midias.php?tm=f&t=e&e=17>. Acesso em: 06 fev. 2022.

WILSON, D.C. (2007) **Development drivers for waste management**. *Waste Management & Research*, v. 25, n. 3, p. 198-207.

WORRELL, William A.; VESILIND, P. Arne; LUDWIG, Christian (ed.). **Solid Waste Engineering: a global perspective**. A global perspective. 2015. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=UsgaCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=\(WORRELL+%26+VESILIND,+2011\)&ots=_s-6C35Jtk&sig=xxe2HG-XTgNb-wvshjTf2YvuIvU#v=onepage&q=\(WORRELL%20%26%20VESILIND%2C%202011\)&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=UsgaCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=(WORRELL+%26+VESILIND,+2011)&ots=_s-6C35Jtk&sig=xxe2HG-XTgNb-wvshjTf2YvuIvU#v=onepage&q=(WORRELL%20%26%20VESILIND%2C%202011)&f=false). Acesso em: 10 jan. 2022.