

### **III-213 - AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM ATERRO CONTROLADO DE UM MUNICÍPIO DO SUDESTE PARAENSE**

**Glauber Epifânio Loureiro<sup>(1)</sup>**

Engenheira Ambiental pela Universidade do Estado do Pará. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Consultor ambiental em Resíduos Industriais.

**Raiane Ferreira Silva<sup>(2)</sup>**

Graduanda do curso de Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará.

**Sara Dorea de Oliveira Santos<sup>(3)</sup>**

Graduanda do curso de Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará.

**Samya de Freitas Moreira<sup>(4)</sup>**

Graduanda do curso de Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará.

**Ronilson Rosário Lobo**

Graduanda do curso de Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Amapá, - Belo Horizonte - Marabá - PA - CEP: 68503-120 - Brasil - Tel.: (94) 33243400 - e-mail: [epfania@uepa.br](mailto:epfania@uepa.br)

#### **RESUMO**

A grande geração e descarte de resíduos sólidos urbanos tem provocado um dos maiores problemas ambientais da humanidade. Neste contexto, a Avaliação de Impactos Ambientais – AIA é utilizada como um instrumento que auxilia a tomada de decisão na gestão ambiental de atividades potencialmente poluidoras, com vistas a avaliar qualiquantitativamente as mudanças de ordem física, biológica e socioeconômica do meio ambiente. Com este estudo, busca-se identificar e avaliar os impactos ambientais que ocorrem no processo operacional do Aterro Controlado do município de Paragominas – PA, bem como propor medidas mitigatórias, visando minimizar os impactos negativos significantes. O método aplicado foi o indutivo, com abordagem qualiquantitativa, associada a levantamento dos dados teóricos com recorte temporal compreendido entre 2008 a 2018, além da aplicação de um Checklist simples com identificação dos impactos ambientais para a valoração dos aspectos/impactos ambientais em uma Matriz de Interação. A análise dos dados obtidos, indicou a existência de 20 impactos ambientais ocasionados pelas 5 etapas de operação previstas no Aterro Controlado de Paragominas, nos quais estão distribuídos entre o meio físico, com 45% dos impactos, o meio biótico com 25%, e o socioeconômico com 30% dos impactos observados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aterro Controlado, Avaliação de Impacto Ambiental, Matriz de Interação, Resíduos Sólidos, Valoração.

#### **INTRODUÇÃO**

O progresso tecnológico e a explosão demográfica na segunda metade do século XX, favoreceram o vislumbamento de um cenário capitalista de produção, onde se tem como objetivo vender cada vez mais e de maneira contínua. Devido a este fator, há uma maior produção de bens considerados não duráveis, que possuem um descarte rápido, para atender a demanda da população. Consequentemente, este cenário trouxe consigo intervenções fortes e significativas, marcadas pelo aumento exponencial na quantidade e tipos de resíduos gerados pela sociedade (LAGARINHOS; TENÓRIO, 2013).

Deste modo, a geração de resíduos é um fenômeno inevitável que ocorre em quantidades e composições que variam de acordo com o nível de desenvolvimento econômico da comunidade, sua população e seus diferentes estratos sociais. O volume de resíduos produzidos nos grandes centros urbanos é considerado um dos maiores responsáveis pela poluição do meio ambiente, desde que sua disposição final acontece, na maioria dos casos, de maneira inadequada (PECORA; VELÁZQUEZ; COELHO, 2014).

As deficiências na gestão e disposição inadequada dos resíduos sólidos causam impactos socioambientais, tais como degradação do solo, comprometimento dos corpos d'água e mananciais, intensificação de enchentes,

contribuição para a poluição do ar e proliferação de vetores de importância sanitária nos centros urbanos e catação em condições insalubres nas ruas e nas áreas de disposição final. A gestão integrada e sustentável dos resíduos sólidos inclui a redução da produção nas fontes geradoras, o reaproveitamento, a coleta seletiva com inclusão de catadores de materiais recicláveis e a reciclagem, e ainda a recuperação de energia (JACOBI; BESEN, 2011).

Sobre a disposição final adequada dos resíduos gerados, esta corresponde à distribuição ordenada dos resíduos em aterros de acordo com normas operacionais para evitar possíveis danos ou riscos à saúde pública, segurança e impactos ambientais adversos. Dentre as formas de disposição final estão os lixões, aterros controlados e os aterros sanitários (BANDEIRA, 2014).

O Lixão é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga do lixo sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública, isto é, descarga de resíduos a céu aberto. Com o objetivo de amenizar os depósitos a céu aberto, foram criados os aterros controlados. Normalmente, o aterro controlado é uma célula próxima ao lixão, que foi remediada, ou seja, que recebeu cobertura de grama e argila (ALMEIDA et al., 2010).

Nesta situação, há uma contenção dos resíduos que, depois de lançados no depósito, são cobertos por uma camada de terra. Este sistema minimiza o mau cheiro e o impacto visual, além de evitar a proliferação de insetos e animais. Porém, não há impermeabilização de base, nem sistema de tratamento do chorume ou do biogás. É, portanto, uma categoria intermediária entre o lixão e o aterro sanitário, que utiliza princípios de engenharia para confinar resíduos sólidos à menor área e volume possível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão da jornada de trabalho ou a intervalos maiores (RESENDO; LUIZ, 2012).

Já o aterro sanitário é um processo ou método utilizado para a disposição final de resíduos sólidos urbanos que utiliza a impermeabilização de base, de acordo com critérios de engenharia e normas operacionais específicas, o qual permite o confinamento seguro dos resíduos e o controle da poluição ambiental, além de evitar danos ou riscos à saúde pública. Esta forma de disposição final de resíduos, envolve sistema de drenagem de águas pluviais, sistema de drenagem para coleta e tratamento de lixiviados, drenagem e queima dos gases gerados durante o processo de bioestabilização da matéria orgânica e adequada impermeabilização do solo antes da disposição inicial de resíduos no solo (PORTELLA; RIBEIRO, 2014).

Apesar dos avanços ocorridos na legislação brasileira sobre resíduos sólidos, proporcionados pela Lei nº 12.305 de 2010 (institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e define em seu Art. 3, item VIII, o aterro sanitário como a disposição final ambientalmente adequada e permitida por lei), ainda é comum em cidades de pequeno e médio porte, a existência de lixões ou aterros controlados como únicos locais para a disposição final de resíduos sólidos urbanos (BRASIL, 2010). No Brasil, 50,8% dos resíduos sólidos urbanos produzidos, são destinados de maneira inadequada aos chamados lixões, 22,0% são destinados a aterros controlados e somente 27,2% são destinados a aterros sanitários (MEDONÇA; ZANG; FONSECA-ZANG, 2017).

Neste contexto, a disposição final dos resíduos sólidos gerados nas cidades brasileiras e em localidades de diferentes países, ainda perfaz uma problemática socioambiental. Assim, estudos que avaliam os impactos ambientais em áreas de disposição dos resíduos sólidos, com enfoque para os aterros controlados, consistem em uma demanda atual e de expressiva importância para o estabelecimento de medidas ambientais, sejam essas de natureza preventiva ou corretiva, com vistas a mitigar os impactos negativos e potencializar os impactos positivos.

Portanto, este estudo tem por objetivo identificar e avaliar os impactos ambientais que ocorrem no processo operacional do Aterro Controlado do município de Paragominas – PA, bem como propor medidas mitigatórias, visando minimizar os impactos negativos significantes.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O método aplicado neste estudo enquadra-se como indutivo (SILVEIRA; CORDOVA, 2009), pois partiu-se da observação de fatos ou fenômenos cujas causas se deseja conhecer. O processo indutivo procede a partir do particular e coloca a generalização como produto posterior ao trabalho de coleta de dados particulares.

Em relação à pesquisa, sua abordagem é quali-quantitativa (PRODANOV; FREITAS, 2013), uma vez que a utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite coletar mais informações do que se poderia conseguir isoladamente, ao gerar abrangência dos dados e maior compreensão acerca dos problemas estudados. Quanto à natureza, a pesquisa classifica-se como aplicada (SAKAMOTO; SILVEIRA, 2014), já que procura gerar conhecimentos para aplicação prática, orientados à solução de problemas específicos ao envolver verdades e interesses locais.

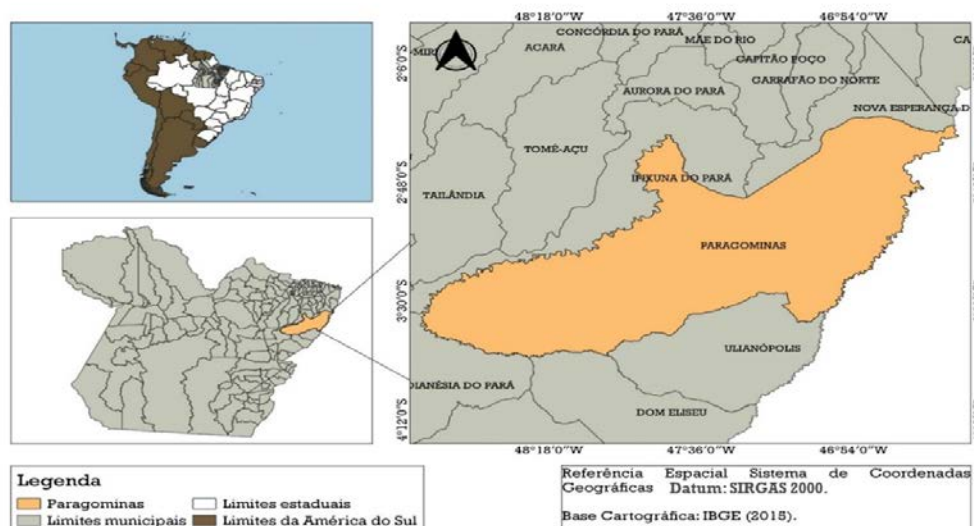
No tocante aos objetivos da pesquisa, trata-se de um estudo exploratório (SEVERINO, 2017), visto que propõe fornecer maior familiaridade com o problema de pesquisa, de forma a torná-lo mais explícito. Como apoio, foi realizado um levantamento de dados teóricos (LAKATOS; MARCONI, 2010), no intuito de auxiliar e referenciar o entendimento do estudo, em vista que é mostrada como modelo de pesquisa, abrangendo todo e qualquer artigo já publicado tendo relação ao estudo proposto.

O levantamento de dados teóricos foi efetuado com recorte temporal compreendido entre 2008 a 2018 (com exceções para as legislações e normas publicadas anteriormente ao período proposto), utilizando periódicos científicos disponíveis nas seguintes bases: portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, banco de dados bibliográficos da Scientific Electronic Library Online – SciELO e Google Acadêmico.

E, finalmente, quanto aos procedimentos, enquadra-se como pesquisa de campo (GIL, 2009), com investigações a partir da coleta de dados in loco. Foi realizada uma visita a área de estudo, no dia 19 de outubro de 2018, turno da manhã, com início às 10:15h e término às 11:20h, a fim de realizar o reconhecimento da área e registros fotográficos, identificar as atividades de operação, observar os aspectos ambientais e os possíveis impactos ambientais.

## FISIOGRAFIA DO MUNICÍPIO

A pesquisa foi realizada no Município de Paragominas (Figura 1) localizado na região Sudeste do Estado do Pará e situado nas coordenadas 02°59'08" S e 47°19'57" W. A área do município equivale cerca de 19.342,254 km² e a população é estimada em 110.026 habitantes, com densidade populacional de 5,69 hab./km² (IBGE, 2017).



**Figura 1: Mapa político-geográfico de localização do município de Paragominas – PA.**

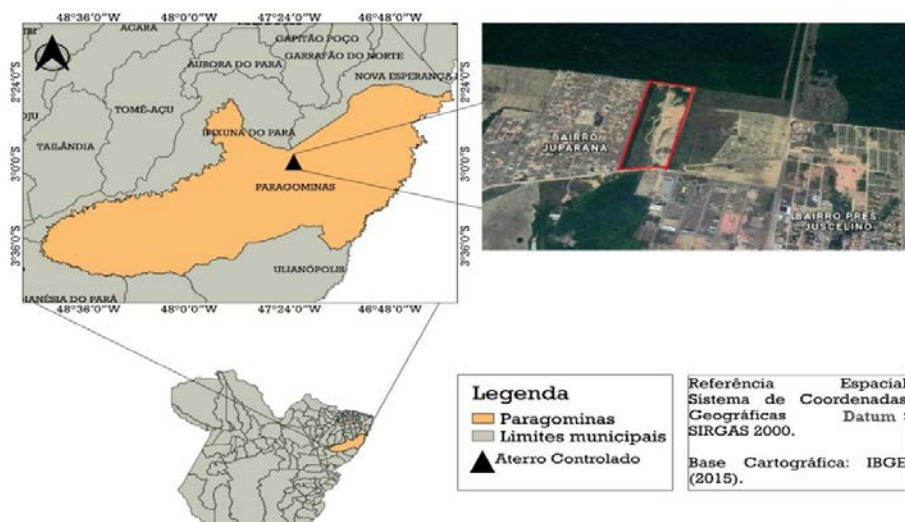
Fonte: autores (2018).

Quanto a caracterização biofísica, o clima é classificado como Aw (tropical chuvoso com estação seca bem definida), com médias anuais de precipitação, umidade relativa e temperatura de 1.743 mm, 81% e 26,3 °C, respectivamente, verificando-se no período de julho a novembro baixa disponibilidade hídrica, condição que submete uma vegetação natural distribuída entre floresta equatorial subperenifólia densa submontana, floresta equatorial densa das terras baixas e floresta equatorial perenifólia densa aluvial, sobre altitude média de 89 m e

solo predominantemente do tipo Latossolo Amarelo (95%), drenado por uma malha hidrográfica composta por duas bacias principais: a do rio Capim e a do rio Gurupi (PINTO et al., 2009).

## ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no Aterro controlado localizado na Rodovia dos Pioneiros com a Rodovia PA 125 S/N – Zona Urbana do município de Paragominas (Figura 2). A área total do aterro é de 291.200 m<sup>2</sup>, recebendo diariamente uma média de 80 toneladas de resíduos. A coleta nos domicílios é realizada por caminhões compactadores do tipo basculante com serviços de coleta executados diariamente, de segunda a sábado.



**Figura 2: Mapa político-geográfico da localização da área de estudo. Paragominas – PA.**

Fonte: autores (2018).

## PROCESSO OPERACIONAL DO ATERRO CONTROLADO

O processo de operação no aterro controlado engloba a execução direta das seguintes atividades:

- 1) Recebimento e pesagem dos resíduos sólidos: é a primeira fase da operação, onde há um sistema de pesagem para registrar a quantidade de resíduos que entra no aterro.
- 2) Circulação dos caminhões pelas vias de acesso até as células: é o direcionamento dos veículos até a área de descarga (células), ou seja, o transbordo dos resíduos até o local de deposição.
- 3) Descarga dos resíduos sólidos nas células: é a deposição dos resíduos coletados nas células.
- 4) Compactação dos resíduos sólidos: compactação com a passagem de tratores sobre os resíduos (de 3 a 5 vezes), a fim de evitar o espalhamento dos materiais leves.
- 5) Encerramento das células: cobertura dos resíduos com material inerte, geralmente terra, seguida de compactação, a fim de reduzir a proliferação de macro e micro vetores.

## IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A lista dos impactos ambientais foi elaborada por meio da listagem de controle (checklist). Este método consiste no vislumbamento e na listagem de consequências (impactos ambientais) quando se considera a capacidade transformadora do ambiente físico, biótico e antrópico, sob o prisma positivo e negativo, de causas (atividades impactantes) conhecidas (PORTELLA; RIBEIRO, 2014).

## AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

A avaliação dos aspectos e impactos ambientais, deu-se a partir do método de Matriz de Interação, a qual é composta de duas listas, dispostas na forma de linhas e colunas, em uma das listas são elencadas as principais atividades ou ações que compõem o empreendimento analisado, e, na outra, são apresentados os principais componentes ou elementos do sistema ambiental, ou ainda processos ambientais (SILVA, 2015).

O objetivo é identificar as interações possíveis entre os componentes do projeto e os elementos do meio, e realizar a valoração dos aspectos e impactos ambientais. Como principal vantagem, o método apresenta a fácil compreensão na comunicação dos resultados e, como desvantagem, a não identificação das inter-relações, sendo que pode haver dupla contagem dos impactos ou subestimativas dos mesmos (SÁNCHEZ, 2013).

Para a elaboração da Matriz de Interação foram adotados os critérios de avaliação de aspectos e impactos ambientais (Quadro 1) utilizados no estudo de Porciuncula (2014):

**Quadro 1: Critérios utilizados na matriz de aspectos e impactos ambientais.**

<b>Natureza</b>	
Impacto positivo (+)	Benefícios ao meio ambiente ou à saúde humana
Impacto negativo (-)	Malefícios ao meio ambiente ou à saúde humana
<b>Temporalidade</b>	
Presente (Pr)	Aspecto ambiental do presente
Passado (Ps)	Aspecto ambiental do passado
Futuro (F)	Aspecto ambiental do futuro
<b>Escala</b>	
Pontual (01)	Extensão dos impactos somente em um local /processo do empreendimento
Local (02)	Extensão dos impactos no entorno do empreendimento
Regional (03)	Extensão dos impactos na região
<b>Grau de importância (severidade)</b>	
Grau 01	Impactos de intensidade fraca
Grau 02	Impactos de intensidade média
Grau 03	Impactos de intensidade forte
<b>Duração (tempo)</b>	
Momentânea (Grau 01)	Permanência do impacto em parte do empreendimento
Temporária (Grau 02)	Permanência do impacto enquanto o empreendimento estiver funcionando
Permanente (Grau 03)	Permanência do impacto para um longo período de tempo
<b>Magnitude</b>	
Grau 01	Incidência de impacto eventual
Grau 02	Incidência de impacto sazonal
Grau 03	Incidência de impacto permanente
<b>Reversibilidade</b>	
Reversíveis (Re)	Impactos ambientais reversíveis
Irreversíveis (Ir)	Impactos ambientais irreversíveis
<b>Influência</b>	
Direto (Di)	Impactos ambientais diretos
Indireto (In)	Impactos ambientais indiretos
<b>Valor (equação de significância do impacto)</b>	
Significância do impacto = (Escala × Severidade × Duração)	
<b>Classificação (através do resultado da equação de Valor)</b>	
Impacto fraco	Valores de 01 a 04 pontos
Impacto médio	Valores de 06 a 12 pontos
Impacto forte	Valores de 18 a 27 pontos
<b>Nível de priorização (impactos significantes que necessitam de medidas ambientais, levando em consideração o resultado da equação de Valor)</b>	
Baixo	Nível de priorização I (valores de 01 a 04 pontos)
Moderado	Nível de priorização II (valores de 06 a 12)
Alto	Nível de priorização III (valores de 18 a 27)

Fonte: adaptado de PORCIUNCULA (2014).



A partir dos dados quantitativos da matriz em estudo, foram produzidos gráficos que sintetizaram as informações da matriz, os quais foram expostos em porcentagem a fim de avaliar a incidência dos impactos em relação aos meios físico, biótico e socioeconômico, além de identificar os impactos de maior relevância.

## PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGATÓRIAS

Após identificar e avaliar os impactos ambientais, propôs-se medidas mitigadoras (destinadas aos impactos negativos significativos), considerando-se as seguintes características: a natureza (se preventiva ou corretiva), o fator ambiental ao qual se destina e a responsabilidade pela execução.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

**Quadro 2: Checklist dos impactos provenientes das atividades operacionais do aterro controlado.**

Atividades do processo operacional	Impactos aos ambientes		
	Físico	Biótico	Socioeconômico
Recebimento e pesagem dos resíduos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poluição sonora;</li> <li>- Poluição do ar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deslocamento da fauna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprometimento do sistema auditivo e as funções orgânicas.</li> <li>- Contratação de funcionários para execução das etapas operacionais.</li> </ul>
Circulação dos caminhões pelas vias de acesso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poluição do ar (dispersão de poeiras e material particulado);</li> <li>- Compactação do solo (redução da porosidade e macroporosidade do solo);</li> <li>- Redução da retenção de água no solo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteração da qualidade do ar;</li> <li>- Redução da biota no solo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Danos à saúde humana (comprometimento do sistema respiratório).</li> </ul>
Descarga de resíduos sólidos nas células	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poluição do solo;</li> <li>- Alteração na rede de drenagem (vazão e qualidade).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redução da biota do solo;</li> <li>- Evasão da fauna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proliferação de macro e micro vetores.</li> </ul>

Fonte: autores (2018).

### MEIO FÍSICO

#### POLUIÇÃO DO SOLO

Dentre os impactos ao solo causados pela operação do aterro controlado, destaca-se o comprometimento do solo, devido a presença de máquinas pesadas proporcionando a sua compactação. (Figura 3), o que pode ocasionar a diminuição dos vazios do solo tornando-o suscetível a impermeabilização e erodibilidade.



**Figura 3: Circulação de veículos no aterro controlado, Paragominas – PA.**

Fonte: autores (2018).

Dessa forma, o solo, caracterizado como Latossolo amarelo, que possui texturas muito argilosas, argilosas, concrecionários lateríticos, textura média ou de areias quartzosas (FAPESPA, 2016), terá suas características alteradas e, para Ferreira (2010), a alteração desse ambiente dinâmico, determinará um novo comportamento dos processos que ocorrem no solo (infiltração e percolação da água).

Além disso, estudos (ANICETO et al., 2012; MACHADO et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2013), comprovam que o solo pode ser contaminado pelo chorume, uma vez que esse percolado possui alto teor de metais pesados, sendo mais frequentes nas áreas de disposição de resíduos o Cádmio (Cd), cobre (Cu), lítio (Li) e o zinco (Zn). E, segundo Chaves; Tit (2011) e Oliveira et al. (2010), a contaminação do solo por metais pesados é altamente persistente no ambiente, pois estes não podem ser degradados ou prontamente destoxificados pelos seres vivos, conforme ocorre com a maioria dos contaminantes orgânicos, tornando-se um agravante problema de poluição ao longo do tempo.

#### POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Os principais impactos decorrentes da disposição de resíduos sólidos no aterro controlado de Paragominas – PA que podem alterar a qualidade do ar, estão relacionados a circulação de máquinas pesadas, pois ocasionam a dispersão de poeiras e materiais particulados (Figura 4), semelhantemente, o estudo de Matos et al. (2011) no Aterro do Aurá em Belém – PA, apontou a dispersão de material particulado como os principais fatores que alteram a qualidade do ar no entorno de aterros para disposição de resíduos.



**Figura 4: A) Dispersão de poeiras; B) circulação de caminhões no aterro controlado.**

Fonte: autores (2018).

Por consequência, o processo de biodegradação dos resíduos orgânicos resulta na produção do gás metano - CH<sub>4</sub> e gás carbônico - CO<sub>2</sub>, e, conforme afirma Teixeira et al. (2009) o gás metano é um dos responsáveis pelo efeito estufa, pois apresenta maior potencial de aquecimento que o gás carbônico, ou seja, a presença desses gases em grande quantidade aumenta as consequências do efeito estufa e eleva a possibilidade da ocorrência de

incêndios no local, uma vez que não há a captação e tratamento de gases oriundos da decomposição dos resíduos no aterro analisado.

De acordo com os estudos de Mariano (2008) e Mariano; Jucá (2010), a minimização do escape de gases em aterros de resíduos sólidos pode acontecer pelo sistema de cobertura dos resíduos, fato positivo para a operação do aterro controlado estudado. No entanto, ao longo do tempo e da interação com as condições ambientais, a eficiência dessa camada criada pela deposição de terra, torna-se menos eficiente e amplia a possibilidade de escape dos gases no aterro e, consequentemente, aumenta as taxas de emissões de metano, que nos estudos citados variaram de 0,004 a 14.794 g.m<sup>-2</sup> por dia.

## POLUIÇÃO SONORA

Nas atividades operacionais do aterro controlado, a constante circulação de caminhões coletores de resíduos urbanos, de materiais recicláveis, de entulhos e máquinas pesadas como trator de compactação de resíduos gera ruídos e vibrações. Segundo Vaz; Vasconcelos; Pereira (2017), tais fatores ocasionam desconforto na audição da população de pessoas que trabalham na parte operacional do aterro como as que residem nas proximidades.

## CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Com a observação das etapas operacionais do aterro controlado observou-se que as células receptoras de resíduos sólidos não possuem impermeabilização de base, logo, o resultado da biodegradação dos resíduos sólidos ao entrar em contato com a água pluvial infiltrada produzirá o chorume (Figura 5). A percolação do chorume pelo solo pode atingir as águas subterrâneas e contaminá-las devido a alta carga de poluentes orgânicos e inorgânicos.



**Figura 5: A) Célula sendo preparada para receber resíduos sólidos; B) Deposição de resíduos sólidos em célula receptora; C) Célula receptora de resíduos; D) Célula receptora de resíduos após o processo de compactação dos resíduos.**

Fonte: autores (2018).

De acordo com Santos (2008), em estudo no aterro sanitário de Cuiabá que recebia todos os resíduos sólidos urbanos gerados na cidade, a primeira célula receptora de resíduos que não recebeu impermeabilização basal foi uma fonte potencial de contaminação da água subterrânea, pois o lixiviado produzido apresentava altas concentrações de matéria orgânica, substâncias inorgânicas, como metais pesados, além de elevadas concentrações de sólidos totais, sólidos dissolvidos e de nitrogênio na forma amoniacal.

Semelhantemente, o estudo de Santos et al. (2009) fez uma investigação direta da água subterrânea na área do aterro sanitário de Cuiabá – MT, no qual em um dos poços de monitoramento (poço RL4), foi confirmado a



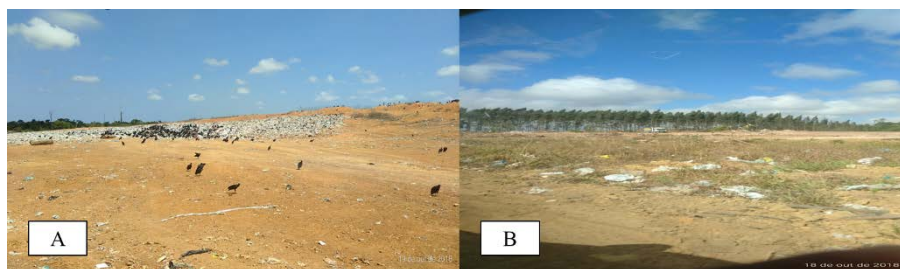
contaminação, por meio da aplicação de método geofísico, com o qual obteve-se valores para metais pesados (manganês: 0,034 mg/L, chumbo: 0,018 mg/L, ferro: 49 vezes superior ao valor máximo preconizado na Portaria n.518:2004); cor: 343 , turbidez: 84 uT, coliformes totais: 11E+4 NMP/100mL e *Escherichia coli*: 94 NMP/100mL, tais valores superiores ao preconizado na Portaria nº518:2004, a qual estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e e seu padrão de potabilidade.

## MEIO BIÓTICO

### FLORA E FAUNA

O início do funcionamento do aterro controlado e a operação do mesmo implicou a mudança da flora local, pois foi necessário fazer a supressão vegetal e, posteriormente a infraestrutura do aterro, como escavações para divisão das células que receberiam os resíduos. A constante circulação de caminhões e máquinas pesadas, provocam ruídos e vibrações, os quais causam *estres* e alteração do comportamento da fauna, além de que, a retirada da vegetação compromete o habitat natural das espécies locais, o que ocasiona o deslocamento ou até mesmo evasão da fauna. Conforme explica o estudo de Bastos (2013), o qual destaca que tal impacto ocasiona desequilíbrio fisiológico à fauna, típico de situações de tensão.

Ademais, impactos como a compactação e contaminação do solo, ocasionam a perda da biodiversidade local, pois a mudança estrutural e nutricional do solo inibe o desenvolvimento da vegetação nativa. Ainda assim, percebeu-se que nas principais vias de acesso a quantificação de espécies vegetais era mínima, assim como nas células receptoras de resíduos ou células que já foram encerradas (Figura 6). Tais características são compatíveis com o diagnóstico ambiental obtido no estudo de Bendito et al. (2017), no qual foi observado espécies nativas em vários estágios de sucessão, muitas ainda em pequeno porte, o que representou a regeneração natural de áreas menos impactadas do lixão de Porto Nacional – TO.



**Figura 6: A) Área do entorno de célula receptora de resíduos; B) presença de vegetação próximo às células receptoras.**

Fonte: autores (2018).

## MEIO SOCIOECONÔMICO

Em relação aos impactos produzidos no meio antrópico ou que podem atingi-lo direta ou indiretamente, observou-se impactos positivos, relacionados à geração de empregos, para exercerem alguma função na parte operacional do aterro. Além desses, observou-se o aumento da vida útil do aterro controlado, melhor disposição final dos resíduos sólidos urbanos e diminuição da proliferação de macro e micro vetores.

Em contrapartida, quanto aos impactos negativos, há possíveis riscos à saúde dos trabalhadores, pois a dispersão de poeiras e materiais particulados pode comprometer o funcionamento do sistema respiratório e, os ruídos ocasionados pela circulação dos caminhões e tratores de compactação pode comprometer o sistema auditivo dos trabalhadores do aterro e da população que mora no entorno. Além disso, a alteração na paisagem e relevo local, causada pelo revolvimento do solo para estruturação das células receptoras de resíduos e, retirada da vegetação causam além de impactos visuais, impactos indiretos como a redução de vegetação local e, consequentemente, possível desconforto térmico aos trabalhadores do local.

De acordo com o estudo de Bastos (2013), a alteração da paisagem por meio da implantação de um empreendimento ocasiona a descaracterização do ambiente, uma vez que as obras de implantação constituem fator de geração de áreas com determinado nível de degradação, sobretudo devido a remoção da vegetação e revolvimento do solo.

Semelhantes impactos foram identificados na pesquisa de Mendonça; Zang; Fonseca-Zang (2017), no qual expôs os efeitos e danos ambientais da disposição de resíduos em aterro controlado no município de Inhumas – GO e, identificou para o meio antrópico, impactos como o uso impróprio da área para disposição de resíduos, alteração da paisagem e manutenção insuficiente e inexistência de sistemas de controle da qualidade ambiental.

#### **AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS**

A partir da Matriz de Avaliação dos Aspectos e Impactos Ambientais (Tabela 1), observou-se a existência de 20 impactos ambientais ocasionados pelas 5 etapas de operação previstas no Aterro Controlado de Paragominas, nos quais estão distribuídos entre os meios, físico, biótico e socioeconômico.

**Tabela 1: Matriz de avaliação de aspectos e impactos ambientais.**

Etapa de operação do aterro controlado			Matriz de aspectos e impactos ambientais										
ATIVIDADE	ASPECTO	IMPACTOS	NATUREZA	TEMPORARIEDADE	ESCALA GRAU DE IMPORTANCIA	DURAÇÃO	MAGNITUDE	REVERSIBILIDADE	INFLUÊNCIA	VALOR	CLASSIFICAÇÃO	NÍVEL DE PRIORIZAÇÃO	
Recebimento e Pesagem dos resíduos sólidos	Emissão de ruído	Poluição sonora	-	Pr	02	02	02	03	Re	Di	08	MÉDIO	MO
		Comprometimento da audição dos trabalhadores	-	F	01	02	03	01	Ir	In	06	MÉDIO	MO
Circulação dos caminhões pelas vias de acesso até as células	Geração de material particulado	Poluição do ar	-	Pr	01	02	02	03	Re	Di	04	FRACO	BA
		Danos à saúde humana (comprometimento do sistema respiratório)	-	Pr	01	02	03	03	Ir	In	06	MÉDIO	MO
	Compactação do solo	Redução da porosidade do solo	-	Pr	01	03	02	03	Re	Di	06	MÉDIO	MO
		Redução da retenção de água no solo	-	Pr	01	03	02	03	Re	In	06	MÉDIO	MO
	Demanda de mão de obra	Oferta de emprego	+	Pr	02	02	02	02	Re	Di	08	MÉDIO	MO
Descarga dos resíduos sólidos nas células	Comprometimento das características do solo	Poluição do solo	-	Pr	01	03	03	03	Re	Di	09	MÉDIO	MO

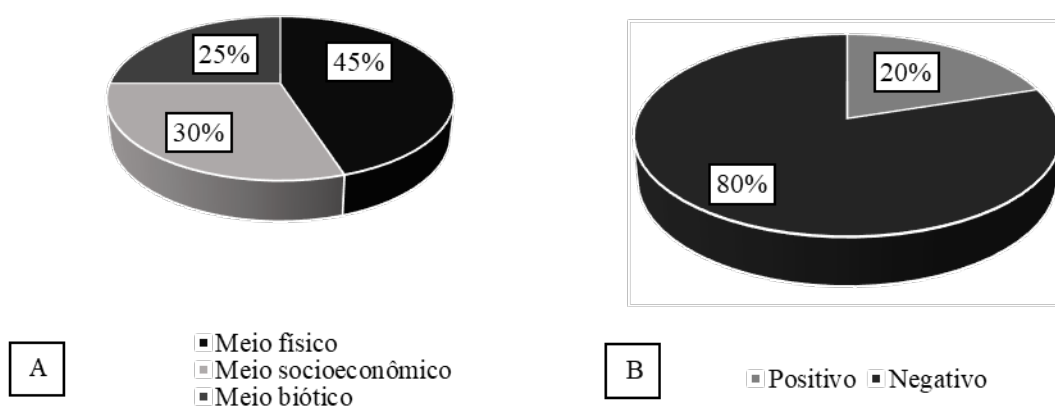
Continua...

Conclusão.

ATIVIDADE	ASPECTO	IMPACTOS	NATUREZA	TEMPORARIEDADE	ESCALA	GRAU DE IMPORTANCIA	DURAÇÃO	MAGNITUDE	REVERSIBILIDADE	INFLUÊNCIA	VALOR	CLASSIFICAÇÃO	NÍVEL DE PRIORIZAÇÃO
		Redução da biota do solo	-	Pr	01	03	02	03	Re	In	06	MÉDIO	MO
	Comprometimento da paisagem e relevo	Evasão da fauna	-	Pr	01	02	02	03	Re	In	04	FRACO	BA
		Proliferação de micro e macro vetores	-	Pr	01	02	02	03	Re	In	04	FRACO	BA
	Produção de chorume	Alteração na rede de drenagem (vazão e qualidade)	-	Pr	02	03	03	03	Re	In	18	FORTE	AL

Fonte: autores (2018).

Dentre os impactos ambientais identificados, percebeu-se que no meio físico houve maior tipologia, com 45% de impactos negativos, em seguida, no meio socioeconômico, onde foram identificados 30% dos impactos, e o meio biótico com 25% dos impactos (Figura 7A). De maneira geral, a maioria dos impactos identificados foram de natureza negativa, correspondente a 80%, em contrapartida, os impactos positivos representaram apenas 20% do total (Figura 7B). Observou-se também que a circulação de caminhões pelas vias de acesso até as células, foi o aspecto responsável pela maioria dos impactos de âmbito negativo, com 25% dos impactos totais.



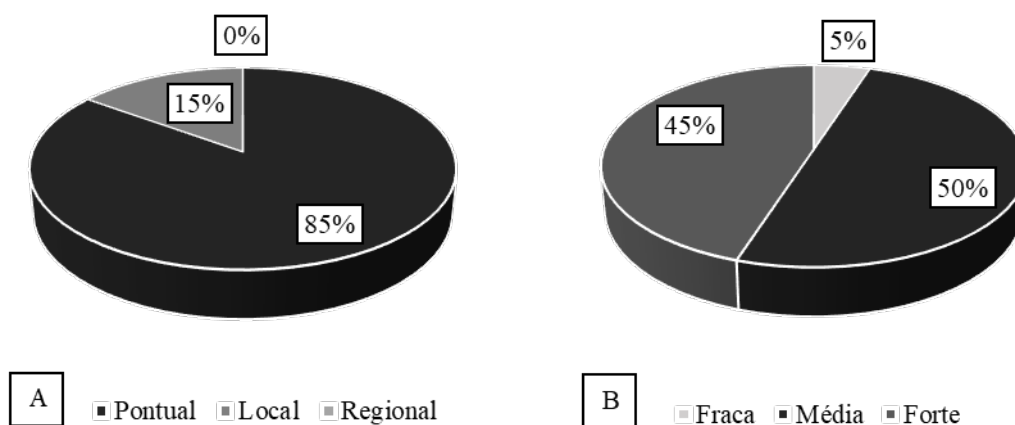
**Figura 7: A) Distribuição dos impactos ambientais identificados. B) Distribuição da natureza dos impactos.**

Fonte: autores (2018).



Por meio dessa avaliação foi possível afirmar que, pela dimensão de aspectos analisados, o meio físico foi o mais afetado. Condizente com o trabalho realizado por Silva et al. (2012), onde a maioria dos prejuízos decorrem em meio físico.

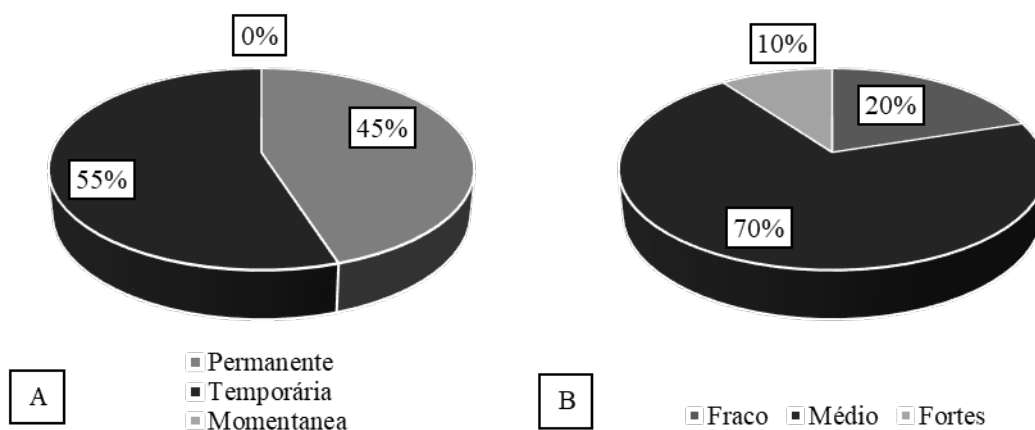
No que diz respeito a extensão dos impactos ambientais avaliados, a escala, conforme representada na figura 8A, foi dividida em pontual com 85%, seguida de local com 15% e regional com 0% da quantidade. Em relação ao grau de importância (Figura 8B), os valores encontrados foram respectivamente 5% de intensidade fraca, 50% média e 45% forte.



**Figura 8: A) Distribuição da escala de impactos ambientais. B) Distribuição do grau de importância dos impactos provocados pela operação do aterro, sanitário.**

Fonte: autores (2018).

O tempo de permanência do impacto (Figura 9A), em maior parte restringe-se enquanto o empreendimento estiver operante, o que representa 55%, e 45% do impacto apresenta permanência para um longo período de tempo, mas 0% é considerado de duração momentânea. Quanto a classificação, observou-se que os impactos de significância média corresponderam a 70% do total, e com isso, tiveram maior representatividade por conta dos impactos referentes ao comprometimento do solo, assim como as atividades socioeconômicas, onde, algumas ações são consideradas positivas. Os impactos fracos apresentaram 20%, e os de maior significância, qualificados como fortes, obtiveram 10% de representatividade, conforme exposto na figura 9B.

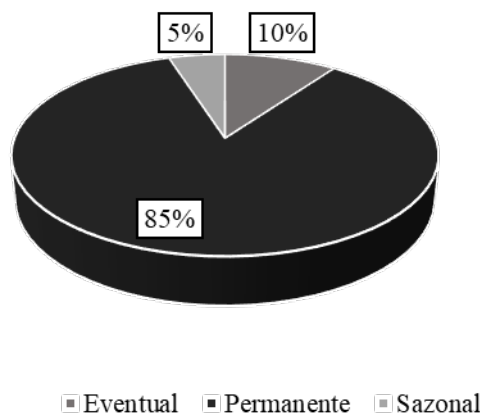


**Figura 9: A) Distribuição da duração do impacto no meio. B) Distribuição da classificação dos impactos quanto a intensidade.**

Fonte: autores (2018).

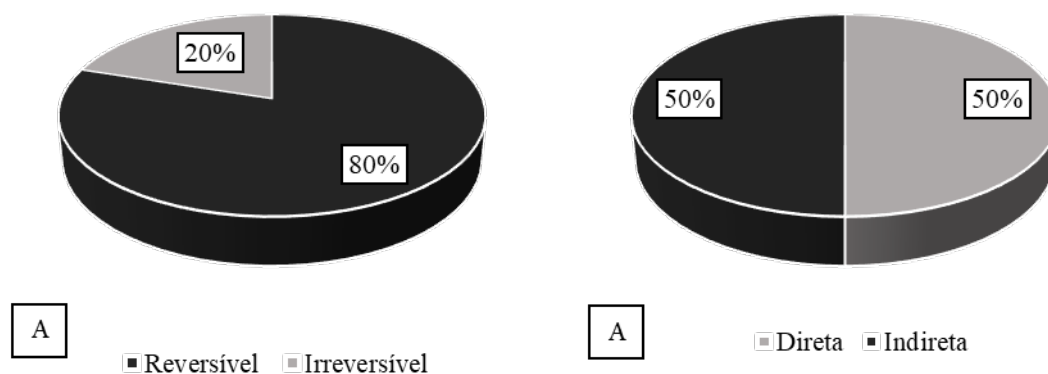
Para Silva et al., (2012), a maioria dos impactos não se estende a grandes extensões, não atingindo diretamente outras cidades. Em alguns casos os impactos podem ser reversíveis quanto ao meio biótico, isso quando aplicados métodos de restauração do recurso natural.

Referente a magnitude dos impactos ambientais, no que se refere aos meios físico, biótico e socioeconômico, os impactos de magnitude permanente apresentaram maior percentual de incidência, correspondendo a 85%, seguem-se os impactos de magnitude eventual, com 10% e, por fim, os impactos de significância permanente com 5% do total, de acordo com o que é representado na figura 10.



**Figura 10: Distribuição da magnitude dos impactos.**  
Fonte: autores (2018).

A partir da análise da figura 11 (11A e 11B), que representam a reversibilidade e a influência, 80% dos impactos podem ser revertidos, em contrapartida, 20% são de caráter irreversível, de modo que, são igualmente divididos entre influências diretas com 50% e indiretas com 50%. Verificou-se que os impactos de poluição sonora e poluição do ar, podem agir de forma direta na qualidade de vida dos funcionários, caso estes não utilizem equipamentos de proteção individual, o que pode ocasionar problemas respiratórios, além de problemas auditivos.



**Figura 11: A) Distribuição da reversibilidade. B) Distribuição da influência.**  
Fonte: autores (2018).

Conforme Matos, et al. (2011), os principais impactos decorrentes da disposição inadequada dos resíduos sólidos que alteram a qualidade do ar, estão diretamente relacionadas a produção de gases e poluentes e material particulado, como é o caso do Aterro do Aurá, onde a abrangência dos impactos se estende a nível regional.

## PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGATÓRIAS

Em face dos impactos ambientais negativos identificados e valorados com alto nível de priorização (Al), efetuam-se as seguintes proposições de medidas mitigatórias:

**Quadro 3: Definição e caracterização das medidas mitigatórias para os impactos decorrentes do processo operacional no Aterro Controlado.**

IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS MITIGATÓRIAS						Responsabilidade
	Descrição	Natureza		Fator Ambiental			
		PR	CO	F	B	A	
Alteração na rede de drenagem (vazão e qualidade)	a. Implementação de estruturas de proteção ambiental, como sistema de impermeabilização de base e laterais.  b. Sistema de coleta e drenagem de líquidos percolados.	a,b		X			Poder Público: Prefeitura Municipal, Secretaria Municipal de Obras e Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMMA
Poluição do ar (emissão de gases)	a. Sistema de coleta e tratamento de gases.  b. Implantação de um programa de monitoramento da qualidade do ar.	a,b		X			Poder Público: Prefeitura Municipal, Secretaria Municipal de Obras e Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMMA

Em que: PR = Preventiva; CO = Corretiva; F = Físico; B = Biótico; A = Antrópico, a, b = as letras minúsculas inseridas na tabela referem-se à indicação da descrição da medida ambiental sugerida; X = indica a natureza e o fator ambiental em que é destinada a medida descrita.

Fonte: autores (2018).

## CONCLUSÃO

Como observado nos resultados, a avaliação dos impactos ambientais demonstrou os diversos efeitos negativos que afetam diretamente o meio ambiente em que o aterro controlado está implantado. O meio que apresentou maior nível de degradação pelo empreendimento foi o físico, provocado pelas ações de compactação do solo, produção de chorume e gases, o que pode causar efeitos como a redução da biota do solo, alteração na rede de

drenagem (vazão e qualidade) e poluição do ar, porém também pôde-se observar efeitos positivos, como a oferta de emprego, redução da proliferação de macro e micro vetores e a diminuição da dispersão de materiais leves na etapa de compactação dos resíduos.

É importante ressaltar que as metodologias de Avaliação de Impactos Ambientais – AIA aplicadas foram cruciais para o diagnóstico da problemática realidade do aterro controlado de Paragominas – PA, e auxiliou para apontar as melhores formas de mitigação dos impactos causados.

De modo geral, a captação e a disposição final de resíduos sólidos no município de Paragominas – PA precisam ir além do seu propósito geral, que é atender normas ambientais, é também necessário sensibilizar a população sobre a situação e a problemática dos resíduos, buscando uma melhoria na qualidade de vida das pessoas, visando acima de tudo a proteção e o equilíbrio do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, P. G.; REINALDO, L. R. L. R.; ALVES, L. S.; SOUSA, J. S.; MARACAJÁ, P. B.; WANDERLEY, J. A. C.; SANTOS, D. P. Impactos ambientais causados pela agricultura e a pecuária nas propriedades São João e Areia Branca, Pombal – PB. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental – RBGA*, v. 4, n. 1, p. 34-63, jan./dez. 2010.
2. ANELLO, L. F. S. Os Programas de Educação Ambiental no contexto das Medidas Compensatórias e Mitigadoras no Licenciamento Ambiental de empreendimentos de exploração de petróleo e gás no Mar do Brasil: a totalidade e a prática como princípio e diretriz de execução. Rio Grande. 2009. Tese de doutorado- Universidade Federal de Rio Grande, 2009.
3. ANICETO, K. C. P.; HORBE, A. M. C. Solos urbanos formados pelo acúmulo de resíduos em Manaus, Amazonas, Brasil. *Revista Acta Amazônica*, v. 42, n. 1, p. 135-148, 2012.
4. ARAÚJO, M. L. M. N.; REINALDO, L. R. L. R.; ALMEIDA, P. G.; WANDERLEY, J. A. C.; SOUSA, J. S. Impactos ambientais nas margens do rio Piancó causados pela agropecuária. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental – RBGA*, v. 4, n. 1, p. 13-33, jan./dez. 2010.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14.001: Sistemas de gestão ambiental: Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. Rio de Janeiro, 1996.
6. BANDEIRA, W. R. A. A Importância da reciclagem para os catadores de materiais recicláveis de Inhumas/GO. Brasília-DF. 2014. Dissertação de mestrado-Universidade de Brasília, 2014.
7. BARCZAK, R.; DUARTE, F. Impactos ambientais da mobilidade urbana: cinco categorias de medidas mitigadoras. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 4, n. 1, p. 13-32, jan./jun. 2012.
8. BASTOS, L. P. Matriz e índice de avaliação de impactos ambientais para a implantação de pequenas centrais hidrelétricas. Curitiba. 2013. Dissertação de mestrado-Curso de Desenvolvimento de Tecnologia – PRODETEC, Instituto de Engenharia do Paraná – IEP, 2013.
9. BENDITO, B. P. C.; SOUZA, P. A.; PICANÇO, A. P.; SILVA, R. R.; SIEBENEICHLER, S. C. Diagnóstico da degradação ambiental na área de depósito inadequado de resíduos sólidos de Porto Nacional – TO. *Revista Gaia Scientia*, v. 11, n. 3, p. 129-151, 2017.
10. BRASIL. Lei nº 12.305, 02 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 19 out. 2018.
11. BRASIL. Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente e outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 jan. 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 19 out. 2018.
12. CHAVES, L. H. G.; TIT, G. A. *Cadmium and copper adsorption on bentonite: effects of pH and particle size*. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 2, p. 278-284, abr./jun. 2011.
13. FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: Lier, Q. J. van (ed.). Física do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, p. 1-27. 2010.
14. FIGUEIREDO, C. C.; SANTOS, G. G.; PEREIRA, S.; NASCIMENTO, J. L.; ALVES JÚNIOR, J. Propriedades físico-hídricas em Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, p. 146-151, 2009.



15. FUNDAÇÃO AMAZÔNICA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS – FAPESPA. Estatística municipal: Paragominas. /Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação. Belém – PA, semestral, n. 1, jul./dez. 59 p., 2016.
16. GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.
17. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Bases Cartográficas. Brasília, DF, 2017.
18. JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. Estudos Avançados, São Paulo, SP, v. 25, n. 71, p. 32-50, jan./abr. 2011.
19. LAGARINHOS, C. A. F.; TENÓRIO, J. A. S. Logística Reversa dos Pneus Usados no Brasil. Polímeros, v. 23, n. 1, p. 49-58, ago. 2013.
20. LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos de metodologia científica. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
21. MACHADO, M. E.; MENEZES, J. C. S. dos S.; COSTA, J. F. C. L.; SCHNEIDER, I. A. H. Análise e avaliação da distribuição de metais pesados em um antigo aterro de resíduos sólidos urbanos “Aterro Invernadinha”. Revista Evidência – Ciência e Biotecnologia, v. 1, n. 2, p. 69-82, 2011.
22. MARIANO, M.O.H. & JUCÁ, J.F.T. Ensaios de campo para determinação de emissões de biogás em camadas de cobertura de aterros de resíduos sólidos. Revista Engenharia Sanitária Ambiental, v. 15, n. 3, p. 223-228, jul./set. 2010.
23. MARIANO, M.O.H. Avaliação da retenção de gases em camadas de cobertura de aterros de resíduos sólidos. Recife, 2008. Tese de doutorado-Universidade Federal do Pernambuco, 2008.
24. MATOS, F. O.; MOURA, Q. L.; CONDE, G. B.; MORALES, G. P., BRASIL, E. C. Impactos ambientais decorrentes do aterro sanitário da região metropolitana de Belém-PA: aplicação de ferramentas de melhoria ambiental. Revista Caminhos de Geografia, v. 12, n. 39, p. 297-305, set. 2011.
25. MENDONÇA, D. S. M.; ZANG, J. W.; FONSECA-ZANG, N. P. Efeitos e danos ambientais da disposição de resíduos sólidos na área do lixão e aterro controlado no município de Inhumas – GO. Caderno de Geografia, v. 27, n. 50, p. 486-499, ago. 2017.
26. OLIVEIRA, L. F. C.; LEMKE DE CASTRO, M. L.; RODRIGUES, C.; BORGES, J. D. Isotermas de sorção de metais pesados em solos do cerrado de Goiás. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 7, p. 776-782, jul. 2010b.
27. OLIVEIRA, L. F. C.; NOGUEIRA, J. G.; FRIZZARIM, S. S.; FIA, R.; FREITAS, J. S.; FIA, F. R. L. Sorção e mobilidade do lítio em solos de áreas de disposição final de resíduos sólidos urbanos. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 18, n. 2, p. 139-148, abr./jun. 2013.
28. PALÁCIO, F. M. L.; SOUSA, J. G. S.; MORALES, G. P.; PEREIRA JÚNIOR, A. Construção de Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos através da Avaliação de Impacto Ambiental. IX FORUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2018. Anais. Porto Alegre, RS, 2018.
29. PECORA, V.; VELÁZQUEZ, S. M. S. G.; COELHO, S. T. Aproveitamento do biogás proveniente dos resíduos sólidos urbanos para geração de energia elétrica: estudo de caso em São Paulo. IV CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA, 2014. Anais. Curitiba, PR, 2014.
30. PINTO, A.; AMARAL, P.; SILVA JUNHOR, C.; VERÍSSIMO, A.; SALOMÃO, R.; GOMES, G.; BALIEIRO, C. Diagnóstico Socioeconômico e Florestal do Município de Paragominas. Relatório Técnico. Belém/PA: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – Imazon, p. 1-65, 2009.
31. PORCIUNCULA, L. Identificação e avaliação de impactos associados a aterros sanitários. Santa Maria. Dissertação de mestrado-Universidade Federal de Santa Maria, 2014.
32. PORTELLA, M. O.; RIBEIRO, J. C. J. Aterros sanitários: aspectos gerais e destino dos resíduos. Revista Direito Ambiental e Sociedade – RDAS, v. 4, n. 1, p. 115-134, ago. 2014.
33. PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2ª ed. São Paulo: Feevale, 2013.
34. ROSENDO, J. S.; LUIZ, L. Identificação dos impactos ambientais decorrentes dos resíduos sólidos produzidos na área urbana do município de Capinópolis-MG. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research médium*, v. 3, n. 1, p. 182-200, ago. 2012.
35. SAKAMOTO, C. K.; SILVEIRA, I. O. Como fazer projetos e Iniciação Científica. 2ª ed. São Paulo: Paulus, 2014.
36. SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2013.
37. SANTOS A.A. Qualidade das águas superficiais e subterrâneas na área de influência do aterro sanitário de Cuiabá. Cuiabá. 1992. Dissertação de mestrado. Instituto de Ciências Exatas-Universidade Federal de Mato Grosso, 2008.

38. SANTOS, A. A.; SHIRAIWA, S.; SILVINO, A. N. O.; SILVA, W. T. P.; SILVA, N. A.; SILVEIRA, A., MIGLIORINI, R. B. Comparação entre a investigação direta da água subterrânea e radar de penetração no solo (GPR) na área do aterro sanitário de Cuiabá (MT). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 39, n. 4, p. 768-772, dez. 2009.
39. SANTOS, L. F. Impactos ambientais no meio físico e biótico na construção o conjunto habitacional Jacinta Andrade localizado na Zona Norte/Teresina, Piauí. VII CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO – CONNEPI, 2012. Anais. Palmas, PB, 2012.
40. SEVERINO, A. J. Metodologia do trabalho científico. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2017.
41. SILVA, S. A. F.; ARAGÃO, M. H. S.; SILVA, G. A. B.; Caracterização de impactos ambientais causados por um vazadouro na cidade de Mogiço – PB. I ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA – ENECT, 1, 2012. Anais. Campina Grande, PB, 2012.
42. SILVA, T. S. Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais utilizados na Revista Brasileira de Gestão Ambiental. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental – RBGA*, v. 9, n. 1, p. 09-14, jan./dez. 2015.
43. SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, T. E. A pesquisa científica, em GERHARDT, T. E. e SILVEIRA, D. T. (org.). Métodos de pesquisa. 1 ed. São Paulo: UFRGS, 2009.
44. STEFANOSKI, D. C. SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L. PETTER, F. A., PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 12, 2013.
45. TEIXEIRA, C.E.; TORVES, J.C.; FINOTTI, A.R.; FEDRIZZI, F.; MARINHO, F.A.M. Estudos sobre a oxidação aeróbia do metano na cobertura de três aterros sanitários no Brasil. *Revista Engenharia Sanitária Ambiental*, v. 14, n. 1, p. 99-108. 2009.