

Pessoa, Dihego de Sousa; Silva Viviane Farias; Cosme, Ana Maria Ferreira; De Lima, Vera Lucia Antunes; De Farias, Maria Sallydelândia Sobral. Avaliação de impactos ambientais em área de disposição final de resíduos sólidos no semiárido. *GeoGraphos* [En línea]. Alicante: Grupo Interdisciplinario de Estudios Críticos y de América Latina (GIECRYAL) de la Universidad de Alicante, 2 de octubre de 2019, vol. 10, nº 121 p. 269-294 [ISSN: 2173-1276] [DL: A 371-2013] [DOI: 10.14198/GEOGRA2019.10.121].



<http://web.ua.es/revista-geographos-giecryal>

Vol. 10. Nº 121

Año 2019

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO SEMIÁRIDO

Dihego de Sousa Pessoa
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Universidade Federal de Campina Grande-UFCG (Campina Grande, Paraíba, Brasil)
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6954-4610>
Correio eletrônico: dihegopessoa@hotmail.com

Viviane Farias Silva
Universidade Federal de Campina Grande UFCG (Campina Grande, Paraíba, Brasil)
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5891-0328>
Correio eletrônico: flordeformosur@hotmail.com

Ana Maria Ferreira Cosme
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Universidade Federal de Campina Grande UFCG (Campina Grande, Paraíba, Brasil)
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1342-1950>
Correio eletrônico: [gestaозte@gmail.com](mailto:gestaozte@gmail.com)

Vera Lucia Antunes de Lima
Universidade Federal de Campina Grande (Campina Grande, Paraíba, Brasil)
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7495-6935>
Correio eletrônico: antuneslima@hotmail.com

Maria Sallydelândia Sobral de Farias
Universidade Federal de Campina Grande (Campina Grande, Paraíba, Brasil)
Correio eletrônico: sallydelandiasobral@hotmail.com

Recibido: 26 de julio de 2019. Aceptado: 02 de octubre de 2019

RESUMO

A produção de resíduos sólidos é crescente e a disposição final correta é importante para evitar a degradação ambiental. Infelizmente a apenas alguns anos no Brasil os descartes finais dos resíduos sólidos pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) devem ser realizadas de maneira correta nos aterros sanitários. Devido haver colocação de resíduos em local inapropriado, como os lixões, que após a PNRS deveria ser desativados, assim como a área recuperada ambientalmente e implantado aterro sanitário. Nesse contexto a presente pesquisa foi realizada objetivando-se avaliar os impactos ambientais em área de disposição final dos resíduos sólidos no município de Campina Grande. Foram realizadas visitas in loco, com registro fotográfico, através do método Ad Hoc e check list na área. Foram constatados que não houve remoção dos resíduos sólidos do local, apesar da área esta desativada a anos, com atividade microbiológica e produção de gases. Foram observados vários locais com acúmulo de chorume. Foi detectado em dois pontos 4 ppm do gás sulfídrico. O solo e os corpos hídricos próximos estão poluídos, sendo preocupante a utilização da área pela população próxima. É preocupante a situação atual do lixão desativado de Campina Grande-PB, sendo importante um plano de recuperação da área.

Palavras-chave: Poluição ambiental, Lixão, Recuperação Ambiental, Descarte inadequado.

EVALUATION OF ENVIRONMENTAL IMPACTS ON FINAL DISPOSAL OF SOLID WASTE IN THE SEMIARID

ABSTRACT

Solid waste production is increasing and the correct final disposal is important to avoid environmental degradation. Unfortunately, only a few years ago in Brazil, the final solid waste disposal by the National Solid Waste Policy (PNRS) should be properly done in landfills. Due to the placement of waste in an inappropriate place, such as dumps, which after PNRS should be deactivated, as well as the environmentally recovered area and landfill. In this context the present research was carried out aiming to evaluate the environmental impacts in solid waste final disposal area in the city of Campina Grande. Visits were made on site, with photographic record, through the Ad Hoc method and checklist in the area. It was contacted that there was no removal of solid waste from the site, despite the area has been disabled for years, with microbiological activity and gas production. Several sites with leachate accumulation were observed. 4 ppm of the hydrogen sulfide gas was detected at two points. The soil and nearby water bodies are polluted and the use of the area by the nearby population is of concern. The current situation of the dump of Campina Grande-PB is worrying, and an area recovery plan is important.

Keywords: Environmental Pollution, Dump, Environmental Recovery, Inadequate Disposal.

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN LA ELIMINACIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL SEMIÁRIDO

RESUMEN

La producción de residuos sólidos está aumentando y la eliminación final correcta es importante para evitar la degradación ambiental. Desafortunadamente, solo hace unos años en Brasil, la eliminación final de los residuos sólidos por parte de la Política Nacional de Residuos Sólidos (PNRS) se debe realizar correctamente en los vertederos. Debido a la eliminación de los desechos en un lugar inadecuado, como los vertederos, que deben desactivarse después de la PNRS, así como el área de recuperación ambiental y el relleno sanitario. En este contexto, la presente investigación se llevó a cabo con el objetivo de evaluar los impactos ambientales en el área de disposición final de residuos sólidos en la ciudad de Campina Grande. Las visitas se realizaron en el sitio, con registro fotográfico, a través del método Ad Hoc y la lista de verificación en el área. Se contactó que no había eliminación de residuos sólidos del sitio, a pesar de que el área ha estado deshabilitada durante años, con actividad microbiológica y producción de gas. Se observaron varios sitios con acumulación de lixiviados. Se detectaron 4 ppm del gas de sulfuro de hidrógeno en dos puntos. El suelo y los cuerpos de agua cercanos están contaminados y el uso del área por parte de la población cercana es motivo de preocupación. La situación actual del vertedero de Camina Grande-PB es preocupante, y un plan de recuperación de área es importante.

Palabras clave: contaminación ambiental, vertedero, recuperación ambiental, disposición inadecuada.

INTRODUÇÃO

As sociedades contemporâneas identificam-se a partir de um modelo de desenvolvimento caracterizado pela excessiva produção e consumo, que se reflete na crescente expansão urbana e densidade demográfica (Araújo e Silva, 2012). Barros e Paulino (2011) afirmam que esse fato gera problemas graves de saneamento básico, principalmente esgoto doméstico e resíduos sólidos, tornando o tratamento e o destino final um problema ambiental, com riscos de contaminação das populações humanas, afetando, por conseguinte, a qualidade de vida.

O aumento da geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é uma preocupação principalmente devido a crescente urbanização observada nas últimas três décadas (Wang *et al.*, 2016), que tem provocado um significativo aumento na geração de resíduos, principalmente pelo elevado nível de consumo das pessoas que resulta em descarte em menor período. Nos meios de comunicação ocorre o estímulo para a compra de produtos por meio de propagandas que incentiva sempre o consumo, mesmo que não seja necessário, para que assim haja movimento comercial acarretando em maior produção de resíduos.

O Brasil está atualmente em um processo de transformação no sentido de integrar a sociedade a economia e os recursos naturais, e que segundo Teixeira (2013) são as bases do desenvolvimento sustentável. Estas alterações se dão, dentre outras coisas, devido a inserção de poluentes no meio ambiente, gerando problemas significativos, como a geração, tratamento e destinação dos resíduos sólidos urbanos.

Estudos realizados pela ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais) apontam que, desde 2011, o Brasil vem apresentando um aumento na taxa anual de geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em proporção superior à taxa de crescimento populacional anual. (ABRELPE, 2016).

Segundo Leal (2017), o lixo acumulado produz um líquido chamado de chorume, que apresenta uma coloração escura com um cheiro desagradável chegando a atingir as águas subterrâneas. Podem ocorrer também impactos ambientais no solo, no ar, visuais, além do desequilíbrio da flora e da fauna. As alterações significativas aos recursos naturais provocam como resultado desses impactos a degradação, diminuindo ou impedindo a capacidade de recuperação dos recursos ambientais naturalmente.

A disposição dos resíduos produzidos é comumente realizados em locais distantes das áreas urbanas, contudo com a crescente demanda de resíduos e a expansão urbana, as residências ficaram próximas aos lixões, sendo incomodo e gerando transtornos bem como a degradação ambiental e social, sendo o fator impulsionante para que fosse estabelecido uma lei de Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS 12.305/2010) no Brasil para que as cidades se adequassem a disposição adequada dos resíduos sólidos gerados. Lima *et al.* (2018) salientam que a criação da PNRS tem o intuito de limitar e administrar todos os tipos de resíduos sólidos incluindo os considerados perigosos, atribuindo a obrigação à quem produz os resíduos, a instituição governamental e a população.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil (Lei 12.305/10) (Brasil, 2010) procura organizar a maneira com que o País lida com os Resíduos Sólidos,

regulamentando o papel dos setores públicos e privados na transparência da gestão e gerenciamento de seus resíduos. A disposição final inadequada de resíduos sólidos urbanos, sem uma infraestrutura que forneça medidas de proteção ambiental, podem resultar na poluição dos recursos naturais. Nessas áreas, além da degradação ambiental soma-se a ausência de critérios técnicos na fase de operação e na desativação dos lixões, onde os resíduos sólidos são depositados sem qualquer tratamento prévio.

A desativação dos lixões, é de responsabilidade das prefeituras e empresas particulares. As legislações e regulamentações exigem a cobertura das células de deposição dos resíduos com solo e o plantio de espécies vegetais. A Resolução CONAMA N° 420/2009 estabelece as normas para a gestão de áreas contaminadas a fim de eliminar os perigos à saúde humana, riscos ao meio ambiente e evitar danos ao bem-estar público durante a execução de ações para recuperação possibilitando o uso declarado ou futuro da área, observando o planejamento de uso e ocupação do solo (CONAMA, 2009).

O fim da operação de um lixão não cessa o conjunto de problemas que ele poderá causar, já que os processos de biodegradação continuam a ocorrer mesmo após terminarem o recebimento de resíduos diários. Maus odores, a proliferação de vetores de doenças, a poluição do solo, ar e água perduram após o fechamento do lixão. Deste modo, faz-se necessária a elaboração de um Plano de Recuperação das áreas de disposição final de resíduos sólidos urbanos de modo a mitigar os impactos ambientais existentes e minimizar a continuação dos processos geradores desses impactos (Brasil, 2010). A necessidade de realização de um tratamento dos lixões deve ocorrer de acordo com um planejamento com técnicas, normas e um constante monitoramento a fim de promover uma futura recuperação desta área através da recuperação ambiental.

É de responsabilidade dos municípios os serviços de interesse local, nos quais se incluem a gestão dos resíduos sólidos e a sua disposição de forma ambientalmente correta dentro do prazo previsto pela Lei N° 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos) (Teixeira, 2013). A atual situação da disposição final de resíduos no Brasil é preocupante, e faz-se necessário que as áreas abandonadas após a desativação sejam recuperadas, recebendo a tecnologia necessária para a mitigação dos impactos ambientais e do monitoramento ambiental, além de uma transição adequada para os aterros sanitários desde a sua projeção até o licenciamento, construção e operação com tecnologias diferenciadas (Felipetto, 2007).

Nesse contexto, a presente pesquisa foi realizada objetivando-se avaliar os impactos ambientais em áreas de disposição inadequada de resíduos sólidos (lixão) desativada no município de Campina Grande-PB.

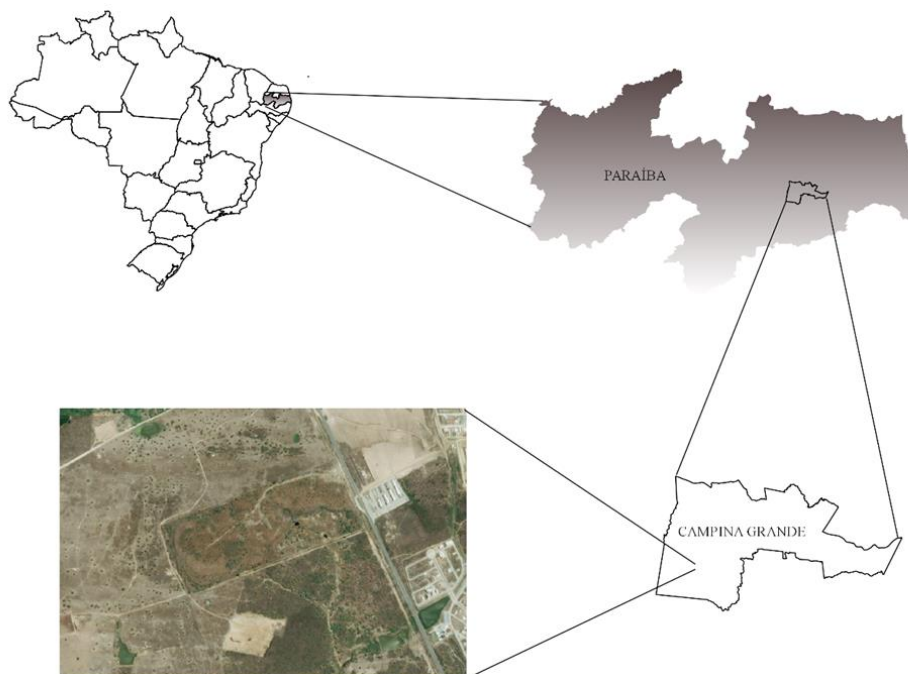
MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A pesquisa foi realizada em um lixão desativado no estado da região nordeste, no município de Campina Grande – PB, com desativação em janeiro de 2012, localizado no semiárido brasileiro, os resíduos sólidos eram dispostos a céu aberto nesta área no bairro do Mutirão desde 1992, ocupando uma área aproximada de 35 hectares. A área de estudo está localizada a aproximadamente 8 km do centro da cidade nas coordenadas geográficas

de Latitude: 07° 14' 08" S Longitude: 35° 56' 38" W e altitude de 518m em uma área às margens da rodovia BR – 230, sendo um lixão atualmente desativado, no trecho urbano chamado de Alça Sudoeste, Figura 1.

Figura 1. Localização da área do lixão desativado em Campina Grande-PB.



Fonte: Qgis, 2019.

O município de Campina Grande, situa-se na Região Geográfica da Borborema, na Mesorregião do Agreste Paraibano com uma distância aproximada de 113 km da capital João Pessoa, limita-se ao Norte com os municípios de Lagoa Seca, Massaranduba, Pocinhos e Puxinanã, ao sul com Boqueirão, Caturité, Fagundes e Queimadas, a leste com Riachão do Bacamarte e a oeste com Boa Vista, ocupando uma área de aproximadamente 593 Km², com altitude de cerca de 551 metros (IBGE, 2019; CPRM, 2005).

O clima do município é do tipo tropical úmido, com temperaturas médias amenas, com pequenas variações anuais. A precipitação média anual pode chegar a 900mm, na região de estudo (IBGE, 2019). Está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, o relevo é movimentado com vales profundos e estreitos dissecados, recortada por rios perenes, pequena vazão e potencial baixo de água subterrânea. A vegetação desta unidade é formada por Florestas Subcaducifólica e Caducifólia, próprias das áreas agrestes. O clima é do tipo Tropical Chuvoso, com verão seco (CPRM, 2005). De acordo com os dados do IBGE (2019), a população estimada em 2017 era de 407.472 habitantes, os que residem na área urbana representam 95% do total e da área rural 5%. A densidade demográfica é de 647 hab/km e o PIB per capita de R\$ 13.557,60.

O município de Campina Grande encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Médio Paraíba. Os principais cursos d'água são: os rios Salgadinho, Bodocongó, São Pedro, do Cruzeiro e Surrão, além dos riachos: Logradouro, Piabas, Marinho, Caieira, do Tronco e Cunha. Os principais corpos hídricos de acumulação de água são os açudes: São Pedro, da Fazenda Quilombo e Campo de Bó. Os

principais cursos d'água têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico (Sousa, 2010).

Campina Grande possui vertentes produtivas a exemplo do comércio, da indústria, da educação, do turismo de eventos, entre outras (Pereira *et al.*, 2014), exercendo grande influência econômica, cultural e política em outros municípios do estado e em municípios dos estados vizinhos.

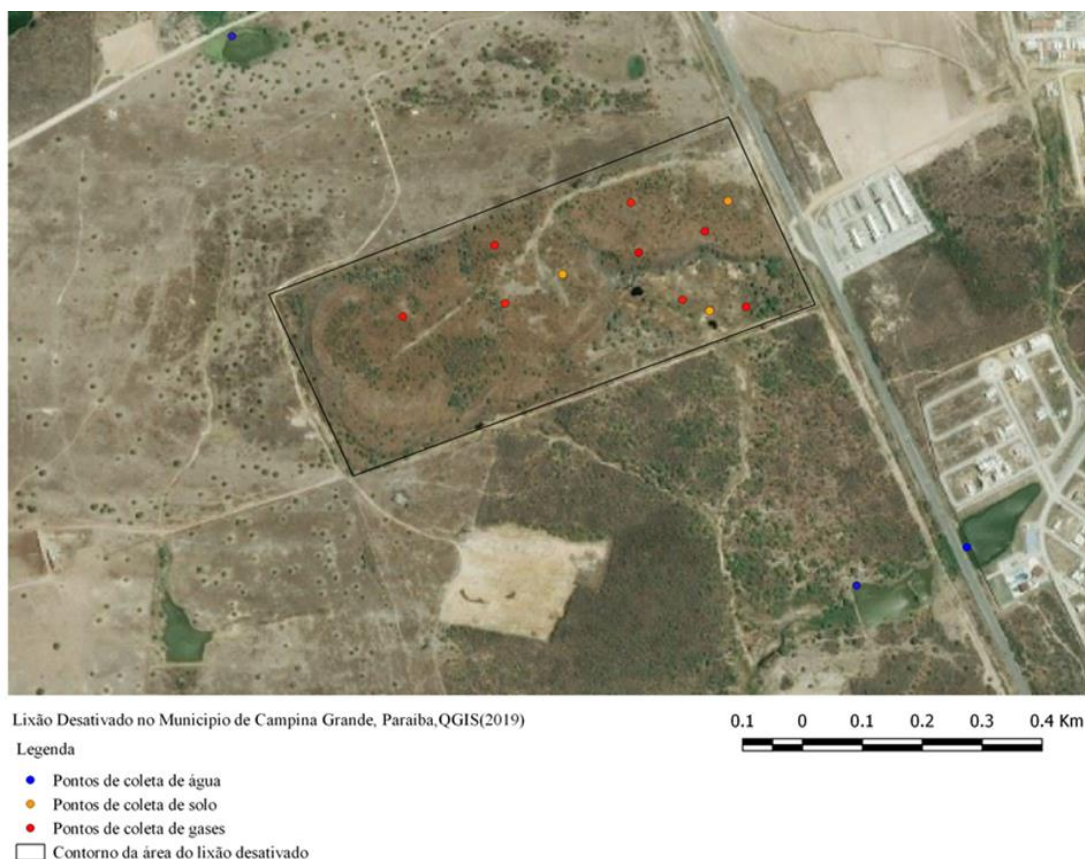
As principais atividades econômicas desenvolvidas no município são: indústrias de transformação, atacadista, comércio varejista, serviços diversos, com destaque para os serviços de saúde e educacionais, desenvolvimento de software, extração e beneficiamento mineral, comercialização de produtos agrícolas e da pecuária (IBGE, 2019).

Avaliação dos Impactos Ambientais

Os métodos utilizados para identificar os impactos ambientais nas áreas ocupadas pelos lixões desativados foram: Ad Hoc (Método espontâneo) com coleta de amostras de solo da água, e verificação da qualidade do ar, para se obter dados e informações em tempo reduzido, imprescindíveis à conclusão dos estudos. E o método CheckList (listagem de controle), a partir da coleta de dados com equipamentos eletrônicos, análises de laboratório, observações in loco e consulta de dados oficiais em órgãos ambientais, que representam os métodos mais utilizados em Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), sendo adaptado a metodologia de Campos (2008). Os pontos de coleta das amostras estão identificados na Figura 2, no município de Campina Grande-PB. A matriz de interação foi preenchida pelo método espontâneo (ad hoc), a partir da consideração dos critérios qualitativos e quantitativos adaptados pela metodologia de Sobral *et al.* (2007).

As informações produzidas sobre o lixão desativado, foram complementadas com levantamentos de dados junto aos responsáveis dos órgãos municipais e estaduais, e obtidas com visitas in loco, preenchendo o questionário, com objetivo de coletar informações sobre a gestão de resíduos sólidos adaptado de Nazaro (2016).

Figura 2. Locais de coleta de amostra de solo, água e pontos de análise dos gases no lixão desativado em Campina Grande-PB.



Fonte: Qgis/ Google maps 2019.

Os pontos de amostragens de solo e água foram coletados dentro do perímetro do lixão em três locais distintos, selecionados de maneira aleatória. Após a retirada superficial dos resíduos chegou-se a uma profundidade de 20 a 30 cm do solo com peso de 2 kg por amostra. Após a homogeneização das subamostras, foi retirada uma amostra composta, sendo em seguida encaminhadas todas as amostras de solo e água para o Laboratório de Irrigação e Salinidade – LIS, da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande-PB, para análise física e química.

Os parâmetros das amostras de água foram classificadas conforme a RESOLUÇÃO CONAMA no 357/05, e de acordo com Ayres e Westcot (1999), para fins agrícolas. As medições dos gases foram realizadas com auxílio do equipamento Smart Sensor®-Multi-Gas monitor (AS 8900), tomando como referência a medição de 4 variáveis sobre a presença dos seguintes gases: oxigênio (O_2) gás sulfídrico (H_2S), índice de explosão (%LEL) e monóxido de carbono (CO). Foram selecionados 8 pontos de coleta, respectivamente, de forma aleatória em diferentes locais dentro das áreas dos lixões dispostos de forma aleatória.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Impactos ambientais no lixão desativado

No lixão desativado em Campina Grande-PB, foram constatados no aspecto solo sinais de erosão, alteração na capacidade de uso da terra, dano ao relevo e na permeabilidade do solo. Por mais de 20 anos houve disposição inadequada de resíduos sólidos nesta área o que agravou a contaminação do solo, água e ar. Para o aspecto Ar, ainda é perceptível pequenos pontos de queima devido a liberação de gases, não há dutos de gases, os resíduos eram lançados sem nenhum tratamento prévio ou posterior movimentação (Tabela 1).

Tabela 1. Impactos ambientais identificados através do checklist no lixão desativado.

Aspectos	Parâmetro de Agravo	Lixão de Campina Grande-PB
Solo	Apresenta sinais de erosão	Sim
	Alteração na capacidade de uso da terra	Sim
	Dano ao relevo	Sim
Ar	Emissões de odores	Fraco
	Presença de dutos de gases	Não
	Proximidade de núcleo habitacional	Sim < 1000 metros
	Queima do resíduo	Não
Água	Comprometido	Não
	Presença de chorume a céu aberto	Sim
	Distância	> 300 metros
	Utilidades	Consumo Animal
Paisagem	Alteração na paisagem (impacto visual)	Sim
	Alteração na paisagem original	Sim
	Existe projeto de readequação	Sim
Outros	Presença de animais	Sim
	Desvalorização de terrenos vizinhos	Sim
	Presença de vetores de doenças	Sim
	Presença de catadores	Não
	Danos à saúde de quem transita no local	Talvez

Fonte: Campos (2008) adaptado pelo autor (2019).

Com a disposição dos resíduos sólidos no lixão em Campina Grande, houve grande alteração na paisagem, existe projeto de readequação, contudo a área foi apenas cercada e colocado uma camada de solo para evitar a presença de animais como os urubus e dos catadores. Com grande acúmulo de resíduos na área, há desvalorização dos terrenos vizinhos, com presença de vetores de doenças e por existir materiais hospitalares há risco de danos à saúde de quem transita no local (Tabela 1).

Na Tabela 1, observa-se que foram identificados impactos ambientais no solo, ar, água, paisagem e outros. Os impactos mais relevantes foram: a degradação do solo, a concentração de chorume a céu aberto em 2 diferentes pontos e as alterações na paisagem. Na área onde se encontra o antigo lixão de Campina Grande-PB, percebe-se que o solo apresenta sua estrutura bastante alterada. Foram identificados também uma grande quantidade de resíduos que apresentam grande potencial de contaminação do solo, tais como: lâmpadas, pneus, eletroeletrônicos, pilhas e baterias, Figura 2. Esses tipos de resíduos são citados na Política Nacional de Resíduos sólidos em seu artigo nº33, que determina a prática de Logística Reversa, onde haverá o retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, sendo suas embalagens após o uso, consideradas resíduos perigosos.

Na Figura 2 constata-se os impactos ambientais no lixão desativado em Campina Grande-PB, camadas de resíduos sólidos expostos sendo carregado pelo vento e por ações das precipitações (Figura 2.B), bem como ainda há disposição inadequada de alguns resíduos como vidro e borracha (Figuras 2.G e 2.H), o escoamento superficial do chorume é acumulado em dois locais e em épocas de precipitações são carregados para áreas próximas (Figuras 2.C e 2.D). Em todas as visitas realizadas foram observados a presença de animais, que acabam consumindo materiais como plásticos que estão acessíveis (Figura 2.A).

A desativação de um lixão não implica na solução definitiva do problema, já que mesmo após sua conclusão a degradação do meu ambiente é contínua. Foram verificadas a presença de resíduos de saúde como seringa sendo carregadas com as chuvas (Figura 2.H). A geração do chorume e a alteração da qualidade de vida da população do entorno são os principais impactos ambientais constatados (Figura 2).

De acordo com Nobrega *et al.* (2008) o percolado do lixiviado dos lixões tem elevada carga poluidora devido a concentração de matéria orgânica, presença de metais pesados, baixa biodegradabilidade e substâncias recalcitrantes. A presença de 3 pontos de concentração de chorume a céu aberto nesta pesquisa é um indicativo da carga de poluição presente na área.

Figura 2. Impactos ambientais identificados no lixão de Campina Grande –PB.

A



B



C



D



E



F



G**H**

Fonte: Autores, 2019.

Análise do solo na área do lixão desativado

Mesmo estando desativados por diferentes períodos, os lixões apresentam disponíveis em seus solos (Tabela 2) diversos contaminantes, como sais e contaminantes orgânicos nos. Para Pastor e Hernández (2012) tal presença desses compostos dificulta ainda mais o processo de remediação ambiental devido à heterogeneidade gerada nessas áreas. A movimentação desses componentes para os corpos hídricos e para a vegetação será dependente do tipo de contaminante e das condições ambientais vigentes, principalmente das características do solo no local de disposição (Remom et al., 2005).

Tabela 2. Características química e física das três amostras de solo coletado nos lixões desativados.

Características	Pontos de Coleta de Solo (PS)		
	Campina Grande - PB		
Químicas	PS1	PS2	PS3
Cálcio (cmol/L)	6,38	10,23	12,39
Magnésio (cmol/L)	1,23	4,63	3,20
Sódio (cmol/L)	6,72	42,33	5,25
Potássio (cmol/L)	0,38	2,60	2,23
S (cmol/L)	14,71	59,79	23,07
Hidrogênio (cmol/L)	0,00	0,00	0,00
Alumínio (cmol/L)	0,00	0,00	0,00
T (cmol/L)	14,71	599,79	23,07
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Presença	Presença	Presença
Carbono Orgânico%	0,26	1,20	0,99

Características	Pontos de Coleta de Solo (PS)		
Químicas	Campina Grande - PB		
Matéria Orgânica (g/Kg)	4,5	20,7	17,1
Nitrogênio %	0,03	0,12	0,10
Fósforo Assimilável (mg/dm³)	175,2	403,3	401,8
pH H₂O (1:2,5)	9,23	7,58	7,04
Cond. Elétrica (Susp.solo-água) S/m	6,75	2,94	5,18
pH (Ext. de Saturação)	8,25	7,41	6,57
Cond. Elétrica (Ext. de Saturação) dS/m	35,19	9,85	12,72
Cloreto (cmol/L)	291,75	945,00	68,75
Carbonato (cmol/L)	0,34	0,00	0,00
Bicarbonato (cmol/L)	22,60	4,20	-
Sulfato (cmol/L)	Ausência	Ausência	Ausência
Ausência Cálcio (meq/l)	14,62	28,25	35,38
Magnésio (cmol/L)	42,38	22,62	23,62
Potássio (cmol/L)	85,11	7,59	5,74
Sódio (cmol/L)	202,41	31,35	41,41
Percentagem de Saturação	23,33	28,33	31,67
Relação de Adsorção de Sódio (RAS)	37,91	6,21	7,62
PSI	45,68	70,80	22,76
Salinidade	Muito Forte	Fortemente	Forte
Classe do Solo	Salino Sódico	Salino Sódico	Salino Sódico
Características Físicas	Pontos de Coleta de Solo (PS)		
	Campina Grande - PB		
Granulometria (%)	PS1	PS1	PS2
Areia	95,36	83,30	79,28

Características	Pontos de Coleta de Solo (PS)		
Químicas	Campina Grande - PB		
Silte	4,02	12,06	9,04
Argila	0,62	4,64	11,68
Classificação Textural	Areia	Areia Franca	Franco Arenoso
Densidade do Solo g/cm ³	1,44	1,41	1,34
Densidade de Partículas g/cm³	2,72	2,69	2,72
Porosidade %	47,06	47,58	49,26
Umidade (%base solo seco)			
Natural	0,40	0,41	0,40
0,33 atm	5,87	11,71	12,65
15,00 atm	2,09	5,65	5,53
Água disponível	3,78	6,06	7,12

Fonte: LIS – UFCG

Valor S = soma de bases trocáveis (Ca 2+ + Mg 2+ + K + + Na +) e Valor T: corresponde ao total de cátions adsorvidos, ou aproximadamente à CTC do solo

No lixão desativado de Campina Grande-PB foram constatada a presença de Carbonato de Cálcio Qualitativo em todas as amostras, maior nível de magnésio foi obtido no PS3. Os altos valores de Cálcio, Magnésio, Sódio e Potássio, são responsáveis pelo elevado teor da soma de bases (S), não sendo identificado hidrogênio e alumínio nas amostras. Baixa concentração de matéria orgânica, com maior teor no PS3 (20 g/Kg). Foi detectado a presença de carbonato de cálcio qualitativo em todas as amostras, com o decorrer do tempo pode ser transformado em hidróxido de cálcio quando em contato com a água, ou seja, quando ocorrer precipitação no local, sendo um dos fatores de elevação do pH, Tabela 2.

Na Tabela 2, o fósforo assimilável para PS1 foram acima de 170 mg/dm³, enquanto o PS2 403,4 mg/dm³, podendo ser justificado estes elevados teores decorrentes a degradação dos resíduos sólidos nos lixões, como afirmam Horta e Torrent (2010). O alto valor de cloreto na PS2 (945 cmolc/L) em relação as outras amostras são superiores aos obtidos por Ribeiro *et al.* (2016) no monitoramento de um aterro sanitário experimental em Campina Grande nos resíduos sólidos urbanos.

As amostras de solo foram classificadas em relação a classe de solo, segundo Lopes (1989) com a alcalinidade forte (PS1), alcalinidade de fraca a média (PS2) e alcalinidade média para forte (PS3), para o lixão desativado de Campina Grande, Tabela 2.

Segundo Malavolta (1980) com o pH elevado há redução na disponibilidade de nutrientes as plantas, sendo a faixa de pH 6 a 6,5 ideal para as culturas. Resultados divergentes foram obtidos por Costa *et al.* (2017) ao analisarem amostras de solo de área de disposição incorreta de resíduos de serviços de saúde, obtendo solos que variaram de ácido a neutro e de ácido a muito ácido. Nas análises da área de pesquisa foram identificadas elevadas taxas de pH, chegando a 9,8 no ponto de coleta PS1.

O pH do solo foi superior a 6, Tabela 2, sendo considerado de neutro a alcalino. Resultados divergentes foram obtidos por Oliveira *et al.* (2016) que afirmam que a acidez do solo ocasiona menor disponibilidade de nutrientes minerais e o ambiente fica desfavorável para a vida microbiana no solo.

Abreu Junior *et al.* (2000) relatam que a elevação do pH nos solos é devido a existência de decomposto de lixo por causa de em sua constituição possuir humatos alcalinos, produção de hidroxilas (OH⁻), sendo o oxigênio da solução do solo o receptor de eletros oriundos da oxidação microbiana do carbono, do consumo de prótons (H⁺) e complexação do H⁺ e Al³⁺ pela carga orgânica do composto, afetando ainda a elevação na soma de bases trocáveis, fato constatado em todos os pontos de coleta.

Em relação a salinidade as amostras de solo, do lixão desativado de Campina Grande foram classificadas com salinidade muito forte (PS1 e PS3) e ligeira (PS2), sendo classificado como salino sódico (PS1 e PS3) e normal (PS2), Tabela 2. De acordo com Vasconcelos (2014) a sodificação da solo influência na estrutura do solo, ocasionando diminuição da porosidade, afetando a permeabilidade, infiltração e aeração.

Em relação a granulometria, as maiores porcentagens são de areia 95,36% (PS1), 83,34% (PS2) e 63,29% (PS3), as amostras de solo também são constituídas de silte e argila, 25,06% e 11,65%, respectivamente, com as maiores concentrações para PS3, em Campina Grande-PB. A região de coleta da amostra PS3 localiza-se na parte baixa próxima de duas áreas de concentração de chorume, sendo este local influenciado pelos líquidos provenientes da decomposição dos resíduos, Tabela 2.

De acordo com Korf *et al.* (2008) os níveis reduzidos na concentração de argila, influencia em reduzida capacidade de troca de cátions (CTC) influenciando em menor adsorção de metais. Analisando áreas em que há colocação incorreta dos RSU, Oliveira *et al.* (2016) obtiveram níveis elevados para silte e inferior para argila, sendo esta região considerada não apta a disposição de resíduos. Nos pontos de coleta PS1 e PS2 observa-se a reduzida concentração de argila, Tabela 2.

Resultados semelhantes foram obtidos por Ribeiro *et al.* (2012) realizando análises químicas de solo em área de disposição de resíduos, constataram que o pH alcalino é uma condição decorrente da decomposição de matéria orgânica formando ácidos orgânicos e inorgânicos.

Verificando as relações de matéria orgânica e pH em solo de cobertura de aterro experimental, Santos *et al.* (2015) afirmam que o pH influência nas concentrações de

matéria orgânica e que o pH próximo da neutralidade influencia na concentração de matéria orgânica. A elevação no pH, conforme Ribeiro (2012) tem relação com acelerado metabolismo dos microrganismos, situação verificada nos pontos PS1, PS2 e PS3 de ambas as áreas desativadas do lixão.

Alves (2016) afirma que a ausência de vegetação na área do lixão ocasiona diminuição na quantidade de matéria orgânica e perdas erosivas de partículas de argila. Araújo (2014) relata que os elevados índices de saturação de bases, capacidade de troca de cátions são características de solos em área de disposição irregular de resíduos sólidos. Nesta pesquisa foi constatado que a vegetação encontrada na área do lixão estava disposta de forma irregular e de baixa concentração e densidade.

Resultados significativos de concentração de cloretos foram verificados nos pontos PS1 e PS3, sendo respectivamente 291,75 e 945,00 cmolc/L, para o lixão desativado de Campina Grande-PB (Tabela 2). A presença de cloretos na análise de solos é um dos parâmetros que designa desenvolvimento da degradação biológica e dos processos físico-químicos que acontece no interior do aterro e ou lixão, como também a presença de sais minerais que são encontrados nos resíduos depositados de origem diversas (Catapreta e Simões, 2008).

Foram identificados presença de carbonatos, no lixão desativado de Campina Grande-PB, no ponto PS1 com 0,34 cmolc/L (Tabela 2). Kabata-Pendias e Pendias (2001) afirmam que os carbonatos são metaestáveis, polimórficos e frágeis a drenagem, assim os elementos metálicos podem se incorporar aos carbonatos, como por exemplo Co, Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Ph, Zn e Fe, formando CdCO_3 , $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$, e $\text{Zn}_5(\text{OH})_6(\text{CO}_3)_2$ que habitualmente são encontrados em solos poluídos sob situações alcalinas.

Com o decorrer dos anos houve queima no lixão, desse modo as cinzas provenientes desta reação geralmente possuem em sua composição cálcio sob forma de cal viva (CaO), que se transforma em carbonato de cálcio (CaCO_3). Quando há precipitação, ou seja, é inserido água no solo há modificação para hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), sendo um dos indicadores da alta alcalinidade (Campanharo *et al.*, 2008). O ponto PS3 com maior concentrações de cálcio, 12,39 cmolc/L, para o lixão desativado de Campina Grande-PB, Tabela 2.

O fosforo assimilável foi acima de 400 mg/dm³ para PS2, Tabela 2, resultado deste é de alto nível, decorrente da decomposição dos resíduos sólidos nos lixões, segundo Horta e Torrent (2010).

Análise da qualidade da água no lixão desativado

As amostras de água foram coletadas em locais distantes a menos de 500 metros das áreas ocupadas por resíduos sólidos e seus contaminantes. Houve a predominância da classe C4, definida pela resolução CONAMA 357/2005 como uma fonte de água com pouca indicação para uso e consumo, sendo as amostras, em Campina Grande-PB provenientes de fontes de águas residuárias e de acúmulo de chuva nos 3 pontos. Houve também o predomínio de elementos que caracterizam a presença de contaminantes resultantes de efluentes de esgotos domésticos e resíduos, Tabela 3.

De acordo com estudos de Gasparotto (2011) para amostras muito contaminadas por esgotos, a condutividade pode variar de 100 a 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Portanto, tendo como limite

máximo de 100 $\mu\text{s}/\text{cm}$ para uma água de boa qualidade, pode-se dizer que nesse trecho a água se apresenta em má condição.

Tabela 3. Resultado das análises das águas coletadas de corpos hídricos nas proximidades do lixão desativado.

Análise	Pontos de Coleta de Água (PA)		
	Campina Grande-PB		
	PA1	PA2	PA3
pH	7,00	6,93	6,96
Condut. Elétrica (dS m^{-1})	8,2	4,5	1,2
Cálcio ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	8,01	5,41	2,27
Magnésio ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	21,21	10,38	3,93
Sódio ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	33,13	1,30	3,78
Potássio ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	0,69	0,62	1,12
Carbonatos ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	0,00	0,00	0,00
Bicarbonatos ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	5,73	4,43	5,18
Cloretos ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	52,0	25,0	3,9
Sulfatos ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Presença	Presença	Presença
Relação de Adsorção de Sódio (RAS)	8,67	0,46	2,15
Classe de água	C4	C4	C3

Fonte: LIS/UFCG.

No lixão desativado de Campina Grande-PB, apesar de aparentemente não apresentarem boa qualidade, devido sua coloração e forte odor, as fontes de água próximas podem ser utilizadas para o consumo animal dos pequenos criadores do local. A condutividade elétrica da água, Tabela 3, variou de 1,2 a 8,2 dS m^{-1} , para PA3 e PA1, respectivamente. O pH das amostras de água foi superior a 6, muito próximo a 7, sendo considerada pH neutro. A aplicação destas águas para fins de irrigação no reservatório PA3 em relação a condutividade elétrica é de uso de ligeira a moderada, e nos reservatórios PA1 e PA2 considerados de uso severo, segundo Ayres e Westcot (1999).

Quanto ao uso da água coletada, a análise do pH destes corpos hídricos está dentro do estabelecido para classificação de corpos d'água, Tabela 3, conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005, e na faixa aceitável para consumo - pH entre 6 e 9,5, conforme Portaria Nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). Em relação ao uso para fins agrícolas, de acordo com Ayres e Westcot (1999), a faixa normal de pH da água para irrigação é de 6,5 a 8,4, estando a média do pH desta pesquisa dentro dessa faixa estabelecida (Tabela 3).

O ponto de coleta PA1 teve o maior índice de condutividade elétrica, com 8,2 dS m^{-1} , Tabela 3. Segundo Nakamura et al. (2014) a elevação da condutividade elétrica pode estar

relacionada a dissolução de íons naturais, e provenientes da percolação de lixiviado oriundos de áreas contaminadas.

Para o teor de cloreto todas as amostras coletadas estão fora dos limites para irrigação permitidos pelos referidos por Ayres e Westcot (1999), de 3 mmolc L^{-1} ; essas águas, quando aplicadas às culturas, afetam seu rendimento. Em relação ao bicarbonato estas águas estão enquadradas na restrição de uso de ligeira a moderada, no intervalo de 1,5-8,5 (mmolcL^{-1}), segundo Ayres e Westcot (1999).

As amostras de água, PA3 e PA2, de Campina Grande-PB estão com condutividade elétrica (CE) dentro da faixa de 5,0 a 8,0 dS/m, Tabela 3, considerada satisfatória para o gado, mesmo podendo causar diarreia temporária ou não ter aceitabilidade por animais não acostumados, porém é inadequada para aves (Ayres e Westcot, 1999).

As amostras de água dos corpos hídricos, Tabela 3, foram classificadas como C4, para as amostras PA1 e PA2, de Campina Grande-PB, segundo Richards (1954) tem alto risco de salinidade. Oliveira et al. (2013) afirmam que águas C4 é uma água com salinidade muito elevada, não sendo considerada para irrigação, exceto para solos com alta permeabilidade, boa lixiviação, aplicação de excesso água e uso de plantas resistentes aos sais. A amostra de água PA3 classificada como águas C3, faixa de condutividade elétrica entre 1,5-3 dS m^{-1} , com elevado risco de salinidade, conforme UCCC (1974).

Observando a toxicidade das águas para fins de irrigação em relação à presença dos íons cloretos e sódio, que afetam as plantas mesmo em baixas concentrações. Nota-se que os níveis de sódio e cloreto tem restrição de uso moderado para sistema de irrigação superficial moderada para a amostra coletada em PA1, Campina Grande-PB, Tabela 3. Para a amostra de água coletada em PA3 é classificada para sistema de irrigação superficial e aspersão com restrição de uso ligeiramente moderado, no PA2 em relação ao sódio não tem restrição em relação a esta variável, mas devido elevado nível de cloreto há restrição moderado no uso desta água para fins de irrigação, conforme Ayres e Westcot (1999), sendo tóxicas para as plantas.

No ponto de coleta PA1 foi verificado o índice de cloreto de $52,0 \text{ mmolcL}^{-1}$ Tabela 3 nas plantas a toxicidade ocorre na absorção de sais que estão presentes no solo e na água, e o excesso de Cl^- nos tecidos das plantas diminui a entrada de nutrientes como o nitrato e sua disponibilidade na parte aérea das plantas (INSA, 2012).

Os níveis de carbonato (CO_3) e bicarbonato (HCO_3) nas amostras de água coletada, para fins de irrigação são fundamentais, segundo Almeida (2010) para analisar o perigo de sodificação do solo quando interagidos com cálcio, formam o carbonato de cálcio, sal de pouca solubilidade, interferindo na relação de adsorção de sódio. Não sendo constatado carbonatos e variação de 4,43 a 5,73 (mmolcL^{-1}) em bicarbonato, Tabela 3.

Em quase todas as amostras foram identificados a presença de sulfato (Tabela 3). Conforme Pivelli (2010) em reservatórios de água superficiais a presença de sulfato é devido a influência da descarga de efluentes domésticos e industriais, nesta pesquisa pode ser decorrente além destes fatores o lixiviado do lixão desativado.

A toxicidade das águas nas plantas através da irrigação em relação à presença dos íons cloretos e sódio, que em baixas concentrações são tóxicas. Os níveis de sódio enquadrada

como de grau severo ($RAS > 9 \text{ mmol}_c\text{L}^{-1}$), tóxicas para as plantas (Ayres e Westcot, 1999).

Análise do ar no lixão desativado

Foram analisados os seguintes gases: gás sulfídrico (H_2S), combustível (LEL), monóxido de carbono (CO) e oxigênio (O_2), conforme a Tabela 4. De maneira geral, o ar dos locais de pesquisa é constantemente alterado pela distribuição dos resíduos em torno da área. A emissão de gases provenientes dos resíduos sólidos, resultante da decomposição do material orgânico, mesmo após a desativação do lixão, gera gases, principalmente, o metano (CH_4), que contribui para o agravamento do efeito estufa e o gás sulfídrico (H_2S) que causa odores desagradáveis ao local e proximidades (Pagliuso, 2008).

Estes são gases que podem ser tóxicos para os diversos organismos (Azevedo, 2015). Parte dos danos foram amenizados devido ao fim das queimadas e do recebimento diário de resíduos, contudo como não houve remoção dos resíduos para o aterro sanitário, ainda há atividade microbiológica e geração de gases.

Tabela 4. Qualidade do ar nos lixões desativados.

Pontos de Coleta	Campina Grande-PB			
	$\text{O}_2(\%)$	$\text{H}_2\text{S}(\text{ppm})$	$\text{CH}_4 (\%)$	$\text{CO}(\text{ppm})$
PG1	20,9	4	5	0
PG2	20,7	4	6	0
PG3	20,7	0	7	0
PG4	20,9	0	8	0
PG5	20,9	0	8	0
PG6	20,9	0	7	0
PG7	20,9	0	8	0
PG8	20,9	0	8	0

Fonte: autor (2019).

Não foram identificados a presença de monóxido de carbono na área do lixão desativado em Campina Grande-PB. Os valores de oxigênio variaram de 20,7 a 20,9%, apenas dois pontos houve este menor valor de O_2 (Tabela 4).

Segundo a NBR 33 (2012), sobre segurança e saúde no trabalho, considera deficiência de oxigênio na atmosfera contendo menos de 20,9% de oxigênio em volume na pressão atmosférica normal, enquanto que o enriquecimento de oxigênio ocorre aos 23% de oxigênio.

Verificou-se que em nenhum dos 8 pontos de coleta foram identificados riscos de combustão Tabela 4. Valores de oxigênio acima de 21%, a combustão de materiais ou gases presentes na atmosfera se inicia mais facilmente; por esta razão não se recomenda a ventilação de ambientes confinados com oxigênio puro (Pettit e Linn, 1987).

Índices superiores a 23% de oxigênio ocorre o aumento a inflamabilidade dos materiais, 20,9% é considerado nível normal de oxigênio no ar, 19,5% é referente ao nível mínimo de oxigênio, com variação de 10-11% há o aceleração da respiração, falta de coordenação, incremento de pulsação, euforia e dor de cabeça e de 10 a 6% ocorrência de náuseas e vômitos, dificuldades de movimentos, perda de conhecimento, rosto pálido e lábios azuis, em valores menores que 6% haverá parada respiratória e posterior morte (Scardino, 2007). O fato de a área do lixão desativado de Campina Grande-PB estar cercada e a presença de pessoas circulando pela área ser restrita contribui para não haver o contato com os efeitos dos gases verificados durante a pesquisa.

Na Tabela 4, analisando o Limite Inferior de Explosividade (%LEL), somente o ponto 1 estava a 5% LEL, estando no limite de explosão, enquanto os demais foram superiores ao limite de explosão, sendo um risco para os trabalhadores e frequentadores do ambiente, variando de 6 a 8% LEL. Os gases inflamáveis são detectados através do percentual do Limite Inferior de Explosividade, conhecido pelas siglas %LIE ou %LEL. Cada gás possui o seu próprio LIE, dado pela sua concentração ideal a mistura ar + combustível inflamável. Para o gás metano, a %LEL acima de 5% de metano é suficiente para que ocorra uma explosão, o etano este valor é 3%, 2,1% de propano, 1,9% butano, 1,1% de gasolina líquida e 0,6% querosene são os valores que propiciam a explosão num ambiente com 100% de ar atmosférico (LEL Ambiental, 2018).

O gás sulfídrico foi detectado em dois pontos (PG1 e PG2), Campina Grande-PB, com 4ppm, estando dentro dos limites, sua caracterização ao ambiente em relação ao nível de insalubridade máxima, principalmente em local de trabalho, com limite de tolerância de 8ppm para jornada de trabalho de até 48 horas semanais. De acordo com a NR-15 (Brasil, 2006), o gás metano é considerado um asfixiante simples e em sua presença, a concentração mínima do volume de oxigênio deve ser de 18%.

Mesmo desativado desde 2012, o odor na área do lixão de Campina Grande-PB ainda está presente. Gomes e Martins (2003), afirmam que a maior geração de odores em relação a poluição do ar, é a degradação biológica de resíduos orgânicos principalmente pela liberação do metano (CH₄) e o gás carbônico (CO₂), gerados em menores quantidades de gás sulfídrico (H₂S), amônia (NH₃) e derivados de enxofre.

CONCLUSÃO

O lixão desativado de Campina Grande está degradando continuamente o meio ambiente, sendo uma ameaça aos recursos ambientais e a qualidade de vida da população e da vegetação ao seu entorno.

Os impactos identificados no solo foram constatados a partir da elevada concentração de fósforo assimilável, assim como a presença de cloreto em níveis significativos. A elevação dos índices do pH interfere na redução da disponibilidade de nutrientes as plantas.

Os impactos identificados na água estão relacionados ao alto risco de salinidade verificado nas amostras classificadas, em sua maioria, como classe C4. A presença de sulfato é um indicativo da influência da descarga de efluentes domésticos e industriais,

assim como de chorume proveniente do lixão desativado nos corpos hídricos comprometendo a qualidade da água.

Entre os impactos verificados no ar, verificou-se que a quantidade de metano está acima do valor máximo permitido, com riscos de combustão em alguns pontos.

Foram detectados na área a disposição inadequada de materiais infectantes, provenientes dos serviços de saúde, sendo imprescindível uma ação efetiva de remoção destes resíduos para destinação final adequada, sendo um risco aos que trafegam na área e aos animais.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. B.; SILVA, M. A. da. HARVEY, David. *Condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural*. Rio de Janeiro: Edições Loyola, 2006.

ABREU JUNIOR, C. H.; MURAOKA, T.; LAVORANTE, A. F.; ALVAREZ, V. F. C. Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto de lixo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2000, vol. 24, p. 635-647.

ALVES, G. O. *Degradação do solo em área de disposição irregular de resíduos sólidos no semiárido tropical*. Dissertação mestrado. Programa de pós-graduação em Engenharia sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2016. 87 p.

ARAÚJO, C. S. *Qualidade do solo da camada de cobertura final em área de disposição de resíduos no semiárido tropical*. Programa de pós-graduação em Engenharia sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014. 42 p.

ABNT NBR 10004. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Resíduos Sólidos – Classificação. ABNT, Rio de Janeiro, 2.ed. p. 71, 2004.

ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos especiais), 2016, PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL, Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf> Acesso 20/04/ 2018>.

AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. *A qualidade da água na agricultura*. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p.

BARROS, C.; PAULINO, W. R. *Ciências o meio ambiente*. São Paulo: Ática, 2011.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Senado, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao.htm>. Acesso em: [10/04/ 2018].

BRASIL. *Lei nº. 11.445 de 5 de Janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: [02/04/2019].

BRASIL. *Resoluções CONAMA, 1986 a 1991*. Brasília: IBAMA, 1992. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=1986>>. Acesso em: [15/05/2018].

BRASIL. *Resolução CONAMA n.237, de 22 de dezembro de 1997*. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 dez. 1997. Disponível em <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acesso em: [02/05/2019].

BRASIL. *Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010* – Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: [3/05/2018].

BRASIL. *Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981*. Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: [13 abr. 2018].

BRASIL. *Lei N° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998*. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605>. Acesso em: [02/04/2019].

BRASIL. *Resolução CONAMA n° 420, de 28 de dezembro de 2009*. Critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas em decorrência de atividades antrópicas. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?>>. Acesso em: [02/04/2019].

BRASIL. *Resolução CONAMA n°357, de 17 de março de 2005*. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.

BRASIL. *NORMA REGULAMENTADORA N° 15, de 08 de junho de 1978*. Atividades e operações insalubre, anexo N.º 1. Disponível em: <http://carep.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_15_anexo1.pdf>. Acesso em: [03/04/2019].

BRASIL. *NORMA REGULAMENTADORA N° 33*. Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados, Ed. 2006, Atualizada em 2012. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr33.htm>>.

BRASIL. *Lei 10.257 de 10 de julho de 2001*. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional. Disponível em <<https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/101340/estatuto-da-cidade-lei-10257-01>>. Acesso em: [02/04/2019].

CAMPANHARO, M.; MONNERAT, P. H.; RIBEIRO, G. *Utilização de cinza de madeira como corretivo de solo*. In: FERTIBIO, Londrina, PR, 2008.

COSTA, T. G. A.; IWATA, B. F.; CASTRO, C. P.; COELHO, J. V.; CLEMENTINO, G. E. S.; CUNHA, L. M. Impactos ambientais de lixão a céu aberto no Município de Cristalândia, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. *Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent.* [online]. 2016, vol. 3, nº 4, p. 79-86. DOI: [10.21438/rbgas.030408](https://doi.org/10.21438/rbgas.030408).

CPRM - Serviço o Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. *Diagnóstico do município de Toritama, estado de Pernambuco/ Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Júlio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda*. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

FELIPETTO, A. V. M. *Conceito, planejamento*. Rio de Janeiro: IBAM, 2007. 40 p.

FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. *Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte*. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. 249 p.

GASPAROTTO, F. A. *Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP*. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2011, 90 p.

HORTA, M. C.; TORRENT, J. *Dinâmica do Fósforo no Solo, Perspectiva Agronômica e Ambiental*. Portugal: Editora IPCB, 2010. 101 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA–IBGE. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*. Rio de Janeiro, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Mapas Temáticos*. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: [29/04/2019].

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Panorama das cidades brasileiras*. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil>>. Acesso em: [02/04/2019].

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO–INSA. *Recursos hídricos em regiões semiáridas*. Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. 258 p.

KORF, E. P.; MELO, E. F. R. Q.; THOMÉ, A.; ESCOSTEGUY, P. A. V. Retenção de metais em solo da antiga área de disposição de resíduos sólidos urbanos de Passo Fundo-RS. *Revista de Ciências Ambientais*, 2008, vol. 2, nº 2, p. 43-60.

LEAL, A. Análise da disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Distrito de Pilar-Ba. *Revista Com Sertões*, 2017, vol. 1, nº 4.

LEL AMBIENTAL. *Gás LEL – O que significa, e quais são seus riscos?. Artigos técnicos*, 2017. Disponível em: <<https://lelambiental.com.br/artigos-tecnicos/o-que-significa-gas-lel/>>. Acesso em: [22/03/2019].

LIMA, J. Z.; RAIMONDI, I. M.; SCHALCH, V.; RODRIGUES, V. G. S. Assessment of the use of organic composts derived from municipal solid waste for the adsorption of Pb, Zn and Cd. *Journal of Environmental Management*, 2018, vol.226, p. 386-399.

LOPES, A. S. (trad. e adap.). *Manual de fertilidade do solo*. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153 p.

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

NAKAMURA, C. Y.; MARQUES, E.; VILELA, P.; ODA, T.; LIMA, L.; COSTA, R.; AZEVEDO, I. C. Avaliação da Qualidade da água subterrânea no entorno de um aterro sanitário. *Águas subterrâneas*, 2014, vol. 28, nº 2, p. 28-40.

NAZARO, M. S. *Desenvolvimento de um biodigestor residencial para tratamento dos resíduos sólidos orgânicos*. Trabalho de Conclusão de curso (Engenharia Sanitaria e Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, 2016, 105p.

OLIVEIRA, A. M.; DIAS, N. S.; FREITAS, J. J. R.; MARTINS, D. F. F.; RABELO, L. N. Avaliação físico-química das águas do processo de dessalinização de poços salobros e salinos em comunidades rurais do oeste potiguar. *Águas subterrâneas*, 2013, vol.31, nº 2, p. 58-73.

OLIVEIRA, B. O. S.; TUCCI, C. A. F.; NEVES JUNIOR, A. F.; SANTOS, A. A. Avaliação dos solos e das águas nas áreas de influência de disposição de resíduos sólidos urbanos de Humaitá, Amazonas. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 2016, vol. 21, nº 3, p. 593-601, 2016. DOI: 10.1590/S1413-41522016133274.

PAGLIUSO J. D. e REGATTIERI C. R. Estudo do aproveitamento da energia do biogás proveniente da incineração do chorume para a geração de eletricidade. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, 2008, vol. 16, p. 7. Disponível em: <http://www.rbciamb.com.br/images/online/10_artigo_5_artigos102.pdf>. Acesso em: [13 /03/ 2019].

PASTOR, J.; HERNÁNDEZ, A. J. Heavy metals, salts and organic residues in old solid urban waste landfills and surface waters in their discharge areas: Determinants for restoring their impact. *Journal Environmental Management*, 2012, vol. 95, p. 542-549.

PEREIRA, D. D. *Aspectos econômicos e segurança forrageira no espaço rural do município de Campina Grande. Campina Grande hoje e amanhã*. Campina Grande: EDUEPB, 2014.

PEREIRA, I. M. MANDRADE, L. A. de.; COSTA, J. R. M.; DIAS, J. M. Regeneração natural em um remanescente de Caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no Agreste Paraibano. *Acta Botânica Brasílica*, 2001, vol. 15, nº 3, p. 413-426.

- PETTIT, T.; LINN, H. *A Guide to Safety in Confined Spaces*. NIOSH, 1987.
- PIVELI, P. D. R. P. *Aula 10 - Oxigênio Dissolvido e Matéria Orgânica em Águas*. [S.l.], 2010, 12 p.
- REMOM, E.; BOUCHARDON, J. L.; CORNIER, B., GUY, B., LECLERC, J. C.; FAURE, O. Soil characteristics, heavy metal availability and vegetation recovery at a former metallurgical landfill: Implications in risk assessment and site restoration. *Environmental Pollution*, 2005, vol. 137, nº 2, p. 316-323.
- RIBEIRO, L. S. *Estudo da degradação dos Resíduos sólidos Urbanos através dos parâmetros físicos e físico-químicos em um biorreator em escala experimental*. Campina Grande: UFCG, 2012. Dissertação (Mestrado em engenharia civil e ambiental).
- RIBEIRO, L. S.; SILVA, A. S.; ALVES, F. S.; MELO, M. C.; PAIVA, W.; MONTEIRO, V. E. D. Monitoramento físico-químico de um biorreator com resíduos sólidos urbanos em escala piloto na cidade de Campina Grande. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 2016, vol.21, nº 1, p. 1-9.
- RICHARDS, L. A. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington DC: US Department of Agriculture, 1954. 160 p.
- SANTOS, J. J. N.; ARAUJO NETO, C. L.; CARIBE, R. M.; MONTEIRO, V. E. D.; MELO, M. C. Interrelações entre matéria orgânica, pH, teor de água em solo de cobertura de aterro experimental. IN: *Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia*, Fortaleza-CE, 2015.
- SCARDINO, P. *Espaços Confinados*. 2007. Disponível em: <<http://www.abratt.org.br/seminario/confinado.pdf>>. Acesso em: [28/11/2018].
- SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS E MEIO AMBIENTE–SESUMA. *Lei complementar nº 042, Código de defesa do meio ambiente do município de Campina Grande*. Disponível em: <<http://sesuma.org.br/leis/C%C3%B3digo%20de%20meio%20ambiente.pdf>>. Acesso em: [10 /05/ 2019].
- SOBRAL, I, S.; SANTANA, R. K. O.; GOMES, L. J.; COSTA, M.; RIBEIRO, G. T.; SANTOS, J. R. Avaliação dos impactos ambientais no parque nacional serra de Itabaiana SE. *Caminhos de Geografia*. 2007, vol. 8, nº 24, p. 102-110.
- SOUSA, V. G. *Diagnóstico e prognóstico socioeconômico e ambiental das nascentes do Riacho das Piabas (PB)*. Campina Grande, 2010. 125 p.
- TEIXEIRA, I. *Vamos Cuidar do Brasil: 4ª Conferência Nacional do Meio Ambiente-Resíduos Sólidos*. Texto Orientador. Brasília, maio de 2013.
- UCCC-University of California Committee of Consultants. *Guidelines for interpretation of water quality for agriculture*. Davis: University of California, 1974. 13 p.
- VASCONCELOS, M. C. C. A. Salinização do solo em áreas irrigadas: Aspectos físicos e químicos. *Revista Agropecuária Científica do Semiárido*, 2014, vol. 10, nº 1, p. 20-25.

WANG, Y. J.; CAI, Z. P.; YIN, G. S.; GAO, Y.; TONG, X. R.; WU, G. Y. An incentive mechanism with privacy protection in mobile crowdsourcing systems. *Computer Networks*, 2016, vol. 102, p. 157-171.

© Copyright Dihego de Sousa Pessoa, Viviane Farias Silva, Ana Maria Ferreira Cosme, Vera Lucia Antunes de Lima, Maria Sallydelândia Sobral de Farias y Revista *GeoGraphos*, 2019. Este artículo se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.



GIECRYAL
GRUPO INTERDISCIPLINARIO DE
ESTUDIOS CRÍTICOS Y DE AMÉRICA LATINA