



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GEOLOGIA AMBIENTAL, HIDROGEOLOGIA E
RECURSOS HÍDRICOS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE
LIXÕES NA BAHIA – BRASIL, UTILIZANDO PARÂMETROS
DO MEIO FÍSICO E DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - RSU

Marcelo Henrique de Jesus

SALVADOR

2021

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE
LIXÕES NA BAHIA – BRASIL, UTILIZANDO PARÂMETROS
DO MEIO FÍSICO E DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - RSU**

Marcelo Henrique de Jesus

Orientador: Prof. Dr. José Ângelo Araújo dos Anjos

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Geologia, Área de Concentração: Geologia Ambiental, Hidrogeologia e Recursos Hídricos.

SALVADOR

2021

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Universitária de Ciências e
Tecnologias Prof. Omar Catunda, SIBI - UFBA.

J58 Jesus, Marcelo Henrique de
Avaliação do potencial de contaminação de lixões na Bahia
– Brasil, utilizando parâmetros do meio físico e de resíduos
sólidos urbanos – RSU/ Marcelo Henrique de Jesus. – Salvador,
2021.
77 f.

Orientador: Prof. Dr. José Ângelo Sebastião Araújo dos
Anjos

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia.
Instituto de Geociências, 2021.

1. Lixão. 2. Resíduos Sólidos. 3. Meio Ambiente. I. Anjos,
José Ângelo Sebastião Araújo dos. II. Universidade Federal da
Bahia. III. Título.

CDU 628.463

MARCELO HENRIQUE DE JESUS

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE LIXÕES
NA BAHIA – BRASIL, UTILIZANDO PARÂMETROS DO MEIO
FÍSICO E DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - RSU**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Geologia, Área de Concentração: Geologia Ambiental, Hidrogeologia e Recursos Hídricos em 19/05/2021.

DISSERTAÇÃO APROVADA PELA BANCA

EXAMINADORA:



Dr. José Ângelo Sebastião Araújo dos Anjos (Orientador) - UFBA



Dr. Jorge Antônio Gonzaga dos Santos - UFRB



Dr. Luiz Rogério Bastos Leal - UFBA

SALVADOR – BA
2021

Dedico este trabalho a meu filho Benjamim, minha esposa Diana, e a toda minha família, com muito carinho, amor e afeto.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da CAPES - Código de financiamento 001.

Agradeço esse trabalho a Deus primeiramente, por ter permitido trilhar vários caminhos, superar barreiras e desafios, me dando força, saúde, coragem e determinação.

A todas as pessoas do meu ciclo familiar, a meu orientador, ciclo de amigos, em especial, Carlos Purificação pelo grande apoio na visita de campo aos lixões e Prof. André Neto pelo grande apoio na troca de ideias e tirando minhas dúvidas sobre solos, além de outras pessoas maravilhosas e extraordinárias nas quais tive o privilégio de me relacionar e absorver muitas coisas positivas, essenciais para a minha formação acadêmica, profissional e como ser humano.

Aos meus pais, pelo imenso apoio e incentivo aos estudos, desde cedo, que despertara minha vontade de entrar na Universidade, tornando possível um sonho que para muitos acham parecer impossível.

Aos meus padrinhos, pelo incentivo desde o início da minha vinda do interior até a capital, que proporcionaram o acesso a Universidade, permitindo chegar até esta presente fase tão importante da minha carreira profissional e acadêmica.

A minha esposa Diana, que acompanhou parte importante de minha caminhada, me dando muito apoio e um grande presente: meu amado e querido Benjamim.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Programa de Pós-Graduação e todo corpo docente no qual tive contato, além de alunos da pós-graduação, os quais tive o privilégio de absorver muitos conhecimentos e outras coisas positivas, contribuindo para meu amadurecimento profissional e acadêmico.

À banca examinadora pelas contribuições críticas construtivas, que serviu para o melhoramento do trabalho.

À Universidade Federal da Bahia pelo privilégio de está inserido na comunidade acadêmica, visando contribuir com o desenvolvimento científico, acadêmico, profissional e social.

À sociedade, por ser a maior patrocinadora da pesquisa no Brasil, por meio de seus impostos, viabilizando as nossas produção científicas, bem como nossa permanência na Universidade e manutenção dos programas de Pós-Graduação, a qual temos o dever de apresentar respostas e soluções para os problemas sócio-ambientais existentes.

RESUMO

O trabalho em questão, traz em evidência, o potencial de contaminação ambiental dos lixões ou vazadouros a céu aberto na Bahia, onde quase 80% dos municípios baianos (324), destinam seus resíduos em lixões. Nesse cenário de má gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos – RSU, a Bahia é um estado com grande variabilidade os seus aspectos fisiográficos na direção de leste para oeste, a partir da zona costeira, principalmente em relação ao clima e nos tipos de solo (pedologia), tornando os lixões baianos, ambientes bastante peculiares em relação as diferenças na quantidade de chorume produzida, que varia em função da pluviosidade e no potencial de infiltração se seus solos, que varia em razão de suas características pedogenéticas. Desse modo, os riscos de contaminação ao meio ambiente variam de acordo com a especificidade de cada lixão, tais como a contaminação do próprio solo e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Logo, visando avaliar o potencial de contaminação ambiental desses lixões, buscou-se entender a tendência geral de leste para oeste no comportamento dos lixões no estado da Bahia, considerando a diversidade nos aspectos climatológicos e pedológicos, assim como a variação na quantidade de chorume gerada por cada lixão e sua proximidade com recursos hídricos. Dessa forma, foram selecionados 10 lixões, a partir dos quais foram adquiridos dados sobre os parâmetros estudados: 1) Resíduos Sólidos (fração orgânica, umidade gravimétrica e produção diária de RSU dos municípios estudados), visando estimar a quantidade de chorume produzida pelos lixões; 2) Clima (pluviosidade, evaporação e escoamento superficial), para determinação do excedente hídrico proveniente da chuva capaz de incrementar água ao chorume; 3) Parâmetros pedológicos (velocidade de infiltração, textura, estrutura e características gerais das classes de solo), visando avaliar o potencial de infiltração dos solos; 4) Parâmetros hidrográficos (profundidade do nível freático e distância de rios). Os resultados mostraram que o potencial de contaminação dos lixões depende da variação no potencial hídrico de produção de lixiviado, que é intensamente influenciado pela pluviometria, assim como das características inerentes a cada classe de solo, que controlam sua infiltração tanto no subsolo, como no escoamento em superfície, que pode atingir os recursos hídricos superficiais e/ou subterrâneos, a depender se sua proximidade. Esses aspectos variam em larga escala de leste para oeste no Estado da Bahia, partindo da zona costeira até seu interior.

Palavras-chave: Lixões, Resíduos Sólidos, Potencial de Contaminação, parâmetros do meio físico.

ABSTRACT

The work in question highlights the potential for environmental contamination of open dumps or dumps in Bahia, where almost 80% of Bahian municipalities (324) dispose of their waste in dumps. In this scenario of poor management of Urban Solid Waste - RSU, Bahia is a state with great variability in its physiographic aspects from east to west, from the coastal zone, mainly in relation to climate and soil types (pedology) , making the Bahia landfills very peculiar environments in relation to the differences in the amount of leachate produced, which varies depending on rainfall and the infiltration potential of their soils, which varies due to their pedogenetic characteristics. Thus, the risks of contamination to the environment vary according to the specificity of each dump, such as contamination of the soil itself and of surface and underground water resources. Therefore, aiming to assess the potential for environmental contamination of these dumps, we sought to understand the general trend from east to west in the behavior of dumps in the state of Bahia, considering the diversity in climatological and pedological aspects, as well as the variation in the amount of leachate generated for each dump and its proximity to water resources. Thus, 10 dumps were selected, from which data on the studied parameters were acquired: 1) Solid Waste (organic fraction, gravimetric moisture and daily MSW production in the studied municipalities), in order to estimate the amount of leachate produced by the dumps; 2) Climate (rainfall, evaporation and runoff), to determine the excess water from rain capable of increasing water to the slurry; 3) Pedological parameters (infiltration rate, texture, structure and general characteristics of soil classes), in order to assess the potential of soil infiltration; 4) Hydrographic parameters (depth of water table and distance from rivers). The results showed that the potential for contamination of landfills depends on the variation in the water potential of leachate production, which is strongly influenced by rainfall, as well as the characteristics inherent to each soil class, which control its infiltration both underground and in runoff on surface, which can reach surface and/or underground water resources, depending on its proximity. These aspects vary widely from east to west in the State of Bahia, from the coastal zone to its interior.

Keywords: Dumps, Solid Waste, Contamination Potential, Physical Environment Parameters

Sumário

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL	12
CAPÍTULO 2 – ARTIGO: AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE LIXÕES NA BAHIA – BRASIL, UTILIZANDO PARÂMETROS DO MEIO FÍSICO E DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	23
CAPÍTULO 3 - CONCLUSÕES.....	50
APENDICE A - RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DOS LIXÕES	52
APENDICE B - MODELOS DE INFILTRAÇÃO DOS SOLOS	62
APENDICE C - TABELA DE CÁLCULO DE ESTIMATIVA DE CHORUME DOS LIXÕES	66
APENDICE D - DADOS CLIMÁTICOS E DE ESTIMATIVA DE LIXIVIADO	68
APENDICE E - IMAGENS AÉREAS DOS LOCAIS DOS LIXÕES ESTUDADOS	71
ANEXO A – REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA	73
ANEXO B – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO.....	77

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

De acordo com a NBR da ABNT nº 10.004/2004, resíduos sólidos (RS) é um termo empregado em sentido amplo, se estendendo à caracterização dos resíduos de uma forma geral, nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

Já os resíduos sólidos urbanos (RSU), possuem uma conotação mais restrita, estando inclusos nos RS, referindo-se aos resíduos domiciliares e de limpeza urbana, que incluem a varrição, a limpeza de logradouros e de vias públicas, bem como outros serviços de limpeza urbana (Brasil, 2012).

Os resíduos sólidos de maneira geral, tem sido alvo de intensas discussões, dada a grande necessidade de seu gerenciamento e disposição final de forma correta e ambientalmente adequada, que não vem ocorrendo para a maioria dos municípios brasileiros (Ipeia, 2013; SEDUR, 2014; Abrelpe, 2020).

Como consequência dessa disposição final inadequada de resíduos sólidos, lixões ou vazadouros a céu aberto predominam na maioria das cidades brasileiras, sendo mantidos pela maior parte dos gestores públicos municipais, como sendo alternativas para disposição final de seus resíduos, refletindo num quadro de degradação intensa do meio ambiente.

Por caracterizar locais de disposição inadequada diretamente sobre o solo, sem nenhuma medida protetiva do substrato, os lixões trazem como consequência uma série de impactos ao meio ambiente e até mesmo a saúde humana.

Dentre os principais impactos ocasionados pela disposição inadequada de resíduos sólidos nos lixões, estão a contaminação de solos, rios e das águas subterrâneas pela geração do chorume, o mal odor pela decomposição da fração orgânica do lixo, a proliferação de ratos e insetos como vetores de transmissão de doenças, o impacto visual e desvalorização de imóveis, além de riscos de deslizamentos e desmoronamentos das pilhas de resíduos, quando dispostos em locais com declividade acentuada ($> 30^\circ$), bem como, riscos de ocorrência de explosões em locais povoados, pelo acúmulo de gás metano pela falta de monitoramento ao longo do tempo (Mateus, 2008; Alves, 2016; Oliveira, 2018).

A figura 1 mostra uma visão esquemática de um vazadouro a céu aberto e suas vias principais de contaminação ambiental.

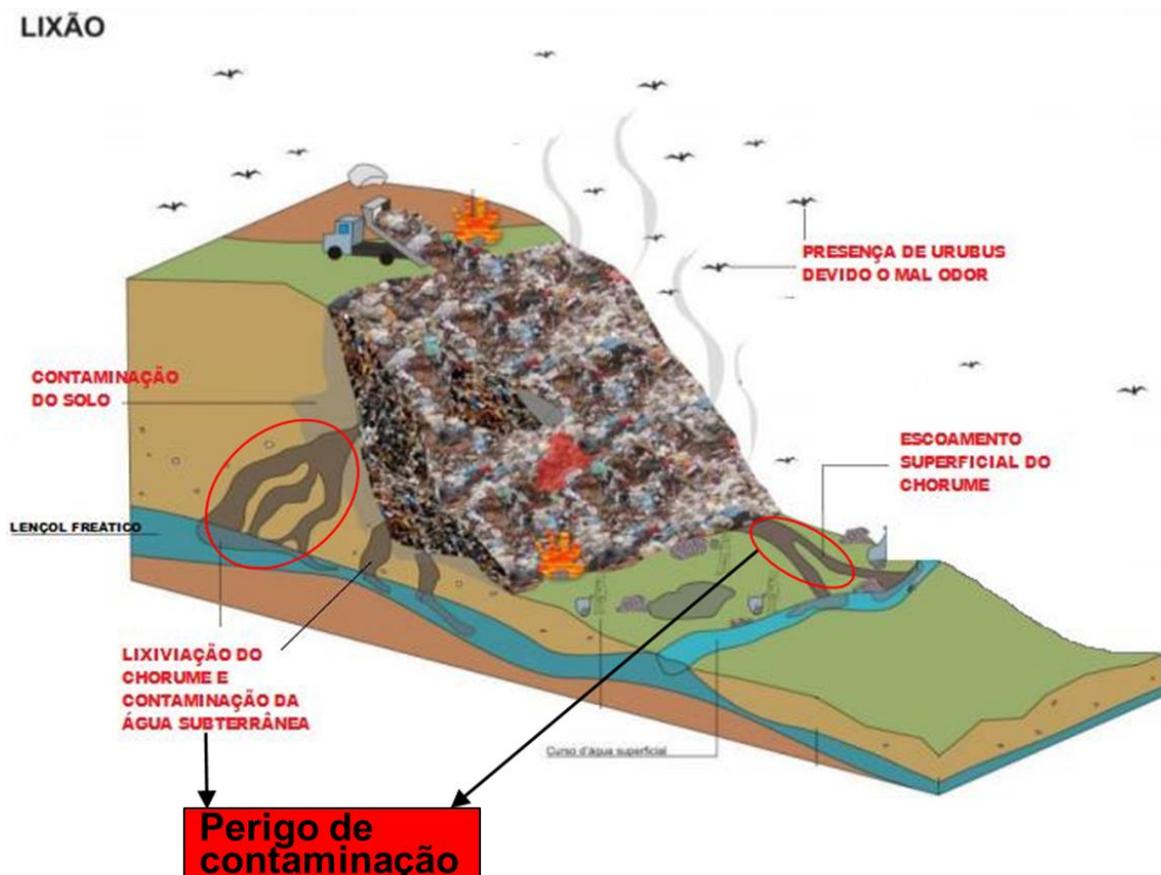


Figura 1: Modelo esquemático de Lixão. Fonte: Adaptado de FEPAM (2001).

Por outro lado, os aterros sanitários, são tidos como alternativas mais ambientalmente adequadas de disposição final de resíduos, pelo fato de haver um sistema de proteção do solo e do substrato rochoso, drenagem e sistema de tratamento de chorume, controle da estabilidade de taludes, monitoramento de gás metano e das águas subterrâneas, conforme figura 2.

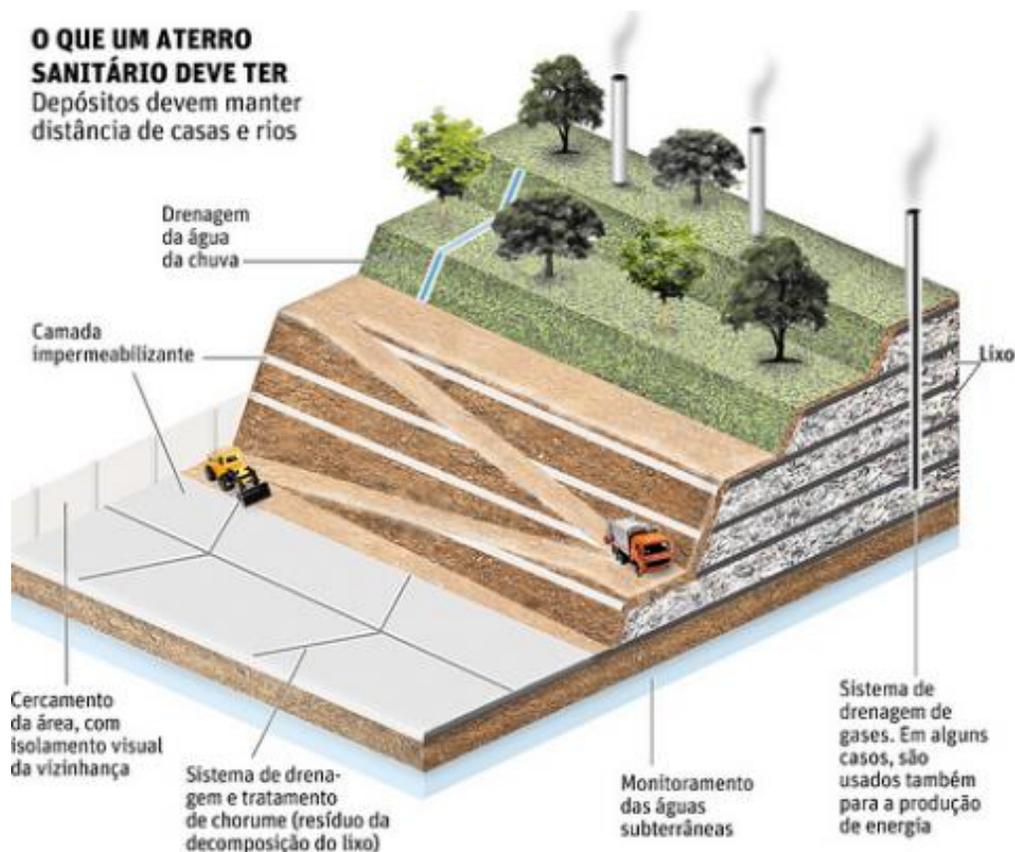


Figura 2: Modelo de Aterro Sanitário. Fonte: Graltec Eccaplan, 2021. Disponível em: <<https://eccaplan.com.br/blog/2021/03/03/27-mil-toneladas-dia-lixo-grande-sp/>>. Acesso em: 18 JUN 2021.

Na implantação dos aterros sanitários, é seguido um conjunto de normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, que dispõe de alguns critérios mínimos para a escolha do local mais adequado ambientalmente para construção de um aterro sanitário para disposição final de resíduos sólidos.

As tabelas 1 e 2 a seguir mostram, respectivamente, os critérios ambientais que são levados em consideração na escolha de uma área para construção de aterros sanitários convencionais e as normas relativas a construção de aterros sanitários.

CRITÉRIOS AMBIENTAIS	
Topografia	Declividade entre 1 e 30%
Geologia e tipos de solo existentes	Coefficiente de permeabilidade inferior a 10 ⁻⁶ cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m
Recursos Hídricos superficiais	O aterro deve ser localizado a uma distância mínima de 200 m* de qualquer coleção hídrica ou curso de água
Recursos Hídricos subterrâneos	entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada natural de espessura mínima de 1,50 m* de solo insaturado.
Vegetação	Redução do fenômeno de erosão, da formação de poeira e transporte de odores
Distância mínima a núcleos populacionais	recomendanda-se que esta distância seja superior a 500 m*
Unidades de conservação	Observar as distâncias recomendadas por lei
<i>*A critério do OCA essa distância pode ser alterada</i>	

Tabela 1: Principais Normas relativas ao gerenciamento e disposição final de resíduos Sólidos. Fonte: NBR 13.896/1997.

NORMAS TÉCNICAS NBRs (ABNT) SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS	
ABNT NBR 13896/1997	Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação
ABNT NBR 8418/1983	Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos
ABNT NBR 8419/1992	Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos
ABNT NBR 15849/2010	Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento
ABNT NBR 15113/2004	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação

Tabela 2: Principais Normas NBR relativas ao construção de aterros sanitários para disposição final de resíduos Sólidos.

De acordo com os dados do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR (2020), mais de 60% dos municípios brasileiros dispõe seus resíduos na forma de lixões e aterro controlado, sendo esta última forma de disposição também inadequada, por não haver sistema de proteção de base, com destaque para a região nordestina (Figura 4), onde encontra-se concentrado a maior parte dos lixões (Abrelpe, 2018).

Disposição Final	Brasil 2017	Regiões e Brasil - 2018					
		Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Brasil
Aterro Sanitário	2.218	93	454	162	820	1.040	2.569
Aterro Controlado	1.742	110	496	152	641	109	1.508
Lixão	1.610	247	844	153	207	42	1.493
BRASIL	5.570	450	1.794	467	1.668	1.191	5.570

Figura 3: Formas de disposição de Resíduos Sólidos no Brasil e regiões brasileiras. Fonte: Abrelpe (2018)

Já na Bahia, a quantidade de lixões representa mais de 80%, de acordo com estudos diagnósticos do Ministério Público Estadual da Bahia – MPE/BA, da Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia – CONDER, da Secretaria de Desenvolvimento Urbano da Bahia – SEDUR-BA e dados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento Básico – SNIS (Tabela 3).

Fontes de Pesquisa	Lixão	Aterro controlado	AS (simplificado e convencional)	Total municípios pesquisados
MPE/BA (2007)	276	-	50	326
CONDER (2008)	259	-	55	314
SEDUR (2012)	304	7	32	343
SNIS (2017)	278	29	15	322

Tabela 3: Panorama de disposição de resíduos no estado da Bahia. Fonte: MPE/BA (2007), CONDER (2008), SEDUR (2012), SNIS (2017).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) havia estabelecido inicialmente o prazo de até 2014 para extinção dos lixões, que por sua vez, foi prorrogado recentemente pelo Novo Marco Regulatório do Saneamento (Lei nº14.026/2020), cujos prazos estão estabelecidos, de acordo com a população do município no artigo 54 desta lei.

Vale a pena destacar que o prazo máximo estabelecido é de até 02 de agosto de 2024, que é para os municípios com população inferior a 50 mil habitantes. Essa faixa populacional, corresponde a mais de 80% dos municípios baianos, de acordo com o IBGE (2020), não dispendo de equipes técnicas e de orçamentos suficientes para diagnosticarem seus lixões, e gerenciarem sozinhos o processo de manejo e disposição final de resíduos ambientalmente adequada e muito menos para custear a recuperação ambiental de lixões (MPE, 2006; Brasil, 2012; Ramos, 2017).

Um outro problema agravante é a ausência de Planos de Saneamento contemplando resíduos ou de Planos de Gerenciamento Integrados de Resíduos - PGIRS por parte da maioria dos municípios baianos, impedindo-lhes o acesso a recursos públicos federais e algumas fontes de financiamento, como BNDS e BIRD (Brasil, 2012).

A tabela 4 mostra a legislação pertinente à Gestão dos Resíduos Sólidos e no âmbito do saneamento básico, tendo em vista que os resíduos sólidos constitui um dos 4 eixos do saneamento.

LEGISLAÇÃO	TEOR
Lei nº 11.445/2007	Lei de Saneamento Básico
Decreto - no 7.217, de 2010	Decreto regulamentador da Lei de Saneamento Básico
Lei - no 12.305, de 2010	Política Estadual de Resíduos Sólidos
Decreto - no 7.404, de 2010	Decreto regulamentador da Política Nacional de Resíduos Sólidos
Lei nº 12932/2014	Política Estadual de Resíduos Sólidos
Lei nº14.026/2020	Novo Marco do Saneamento

Tabela 4:Legislação Pertinente a Gestão de Resíduos Sólidos.

O problema da disposição inadequada de lixo é de ordem mundial, onde no sul e sudeste asiático, mais de 90% dos resíduos são descartados sem nenhum controle (Yang et al., 2019).

Por se tratar de uma disposição inadequada de resíduos, sem nenhuma técnica ou controle ambiental, ocorre quase sempre desrespeitando algum compartimento do meio físico, situando-se próximos a rios e nascentes, encostas íngremes, solos desprotegidos, geralmente altamente permeáveis, gerando grandes riscos de contaminação subterrânea, uma vez que não houve nenhum estudo prévio que comprove a correta opção locacional (Alves, 2016).

Diante disso, faz-se necessária a recuperação imediata desses lixões levando em consideração as peculiaridades ambientais de cada um desses locais, visando a formulação de melhores estratégias e medidas de intervenção ambiental e recuperação dessas áreas (Bitar, 1995; Florentino Santos, 2011; Romeiro, 2014; Nogueira, 2015).

Dentre os aspectos do meio físico os quais interagem diretamente com os lixões estão o clima, que contribui para o aumento do volume de chorume (Bastiani, 2011; Feldhaus, 2019; Yang, 2019 et al.); o tipo de solo, que influencia no regime de infiltração do solo, definindo a rapidez ou dificuldade com que um líquido infiltra no solo (Fenn, 1975; Pereira, 2015; Silva, 2017); o relevo, que influencia no potencial de escorregamentos e assoreamentos de rios, quando os resíduos são dispostos em locais declivosos (Highland & Bobrowsky, 2008); e recursos hídricos, que a depender de sua proximidade com os rios ou da profundidade do nível freático, pode tornar o risco de contaminação mais elevado que o normal (Alves, 2016).

Diante da diversidade nos fatores fisiográficos que podem variar de lixão para lixão, certamente terá dificuldades inerentes ao manejo dos resíduos nos lixões, que são controladas por fatores físicos e pelas próprias características dos resíduos que compõem o lixão, podendo inviabilizar tecnicamente a sua recuperação ou limitar o uso de algumas técnicas de recuperação (FEPAM, 2010).

Dessa forma, um bom diagnóstico ambiental acerca da situação particular desses lixões, assim como, o conhecimento dos fatores do meio físico que podem influenciar na escolha das técnicas de recuperação em cada área, torna-se fundamental na seleção das técnicas mais adequadas a serem aplicadas na recuperação dessas áreas degradadas, bem como, na otimização dos custos e viabilização de possíveis projetos de recuperação, vinculados a Planos de Gerenciamento de Resíduos municipais.

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo geral avaliar parâmetros Pede-climáticos e de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU de lixões na Bahia, visando entender sua interação na potencialização dos riscos ambientais de contaminação.

O conhecimento dos lixões mais potencialmente contaminados, pode servir para planejamento na adoção de medidas mitigadoras, assim como ferramenta de apoio a tomada de decisão, na definição de estratégias, critérios e prioridades na alocação de recursos na recuperação de áreas degradadas, a partir da identificação das áreas mais contaminadas, num cenário em que mais de 80% dos municípios baianos são classificados como municípios de pequeno porte, de acordo com o IBGE (2020), os quais carecem de corpo técnico e dispõem de poucos recursos financeiros.

Referências

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004 – Resíduos sólidos – Classificação. ABNT, p. 1–77, 2004.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.896 – Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. ABNT, p. 1–12, 1997.

ALVES, G.; De; O. Degradação do Solo em Área de Disposição Irregular de Resíduos Sólidos no Semiárido Tropical. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Dissertação de Mestrado, 2016, 84p.

BRASIL. 2012. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília. Disponível em: <https://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos_diversos_do_portal/PNRS_Revisao_Decreto_280812.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2021.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo. 2020. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2018/2019.pdf>>. Acesso em: 02 de novembro de 2019.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo. 2020. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>>. Acesso em: 12 de julho de 2021.

BAHIA. Estudo de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para o Estado da Bahia. Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia - SEDUR, Vol 1. 457p., 2014. Disponível em: <<http://www.sedur.ba.gov.br/arquivos/File/DocumentoSinteseEstudoRegionalizacao.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2021.

BASTIANI, F. Avaliação da influência de elementos meteorológicos na vazão de lixiviado gerado no aterro sanitário do município de Lajeado/RS. 2011.86p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Centro de Ciências exatas e Tecnológicas UNIVATES. Lajeado, RS, 2011.

BITAR, O.Y., BRAGA, T.O. O meio físico na recuperação de áreas degradadas. In: BITAR, O.Y., coord. Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo: ABGE/IPT- Digeo, 1995. p.165-179. (Série Meio Ambiente).

FEAM. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Caderno técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/Flavia/areas_degradadas.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2020.

Fenn, D.G.; Hanley, K. J.; Degeare, T.V. 1975. Use the Water Balance Method for Predicting Leachate Generation at Waste Disposal Sites. Cincinnati (U.S), Environmental Protection Agency. 168 p.

FLORENTINO SANTOS, D. et al. O Meio Físico na Recuperação de Áreas Degradadas. Revista da Ciência da Administração Recife, PE: 2011. Versão eletrônica v.4.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatísticas. 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao.html>>. Acessoem: 11 marc. 2020.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos Relatório de Pesquisa. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Brasília, 2013, 82p.

Mateus, M.Do.S.C.S. 2008. Proposta de Modelo para Avaliação do Balanço Hídrico de Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos: Estudo de Caso do Aterro Metropolitano Centro de Salvador - BA. Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal da Bahia, Tese de Doutorado. 336p.

MPE. Ministério Público do Estado da Bahia. Desafio do Lixo Problemas, Responsabilidades e Perspectivas Relatório. Centro de Apoio Operacional às Promotorias de Justiça de Meio Ambiente. Salvador, 2006, 125p.

NOGUEIRA, I.; de; A.; Recuperação de Lixões: Proposta de Metodologia de Apoio à Tomada de Decisão. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2015. 102 p.

Oliveira, J.A.M.De; Medeiros, P.C.; Oliveira, C.M.M.De. Diagnóstico do Vazadouro a Céu Aberto no Município de Januária – MG, Por Meio de Dois Métodos de Avaliação de Impacto Ambiental. 2018. Revista Gestão & Sustentabilidade. 7 (1): 363-374.

Pereira, M.M.; Moura, R.S.; Campos, A.R.F.; Lima, J.G.A.; Solva, M.G.; Viana, P.C. 2015. Determinação da Velocidade de Infiltração Pelo Método do Infiltrômetro do Anel. Em: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, Cruz das Almas, 2015. Resumos expandidos, Cruz das Almas, UFRB, p. 1066-1071.

RAMOS, N.; F.; GOMES, J.; C.; CASTILHOS JR, A.; B.; GOURDON, R. Desenvolvimento de ferramenta para diagnóstico ambiental de lixões de resíduos sólidos urbanos no Brasil. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2017. v.22 n.6. 1233-1241.

ROMEIRO, C.; E.; SOUZA, C.; E.; de; LOPES, F.; W.; Discussões sobre a Recuperação de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos. In: I Simpósio Mineiro de Geografia. Universidade Federal de Alfenas. 2014. 385-401.

SILVA, N. F.; CUNHA, F. N.; FILHO, F. R. C.; MORAIS, W. A.; CUNHA, E. S.; ROQUE, R. C.; ALVES, D. K. M.; TEIXEIRA, M. B. Métodos para estimativa da infiltração de água em um latossolo sob plantio direto e com convencional. Global Science Technology, v.10, n.1, p.169-176, 2017.

SNIS. 2020. Sistema Nacional Sobre Saneamento. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 05 abr. 2020.

HIGHLAND, L.M.; BOBROWSKY, P. 2008, The landslide handbook — A guide to understanding landslides: Reston, Virginia, U.S. Geological Survey Circular 1325, 129 p.

YANG, H.; YUE, B; LIU, Y.; GAO, H.; ZHANG, Z. Rural Solid Wast-Characteristics and leachate Pollution Assessment For Diferent Precipitation Levels, China. 2019. Revista Environmental Science and Pollution Research. 26: 11234-11244.

CAPÍTULO 2

ARTIGO - ASSESSMENT OF THE POTENTIAL OF CONTAMINATION OF DUMPS IN BAHIA – BRAZIL, USING PARAMETERS OF THE PHYSICAL MEDIA AND OF URBAN SOLID WASTE

**Assessment of the Potential of Contamination of Dumps in Bahia – Brazil, Using Parameters of
the physical media and of Urban Solid Waste**

Avaliação do Potencial de Contaminação de Lixões na Bahia – Brasil, Utilizando Parâmetros do Meio
Físico e de Resíduos Sólidos Urbanos – RSU

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

MATERIAIS E MÉTODOS

HIPÓTESE DE TRABALHO

CRITÉRIO DE SELEÇÃO DOS LIXÕES E DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

AQUISIÇÃO DE DADOS E DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS ESTUDADOS

Determinação do Potencial de água capaz de se converter em lixiviado

Estimativa de chorume

Estimativa do excedente Hídrico

Estimativa do Potencial de infiltração do solo

Aquisição de parâmetros hidrográficos

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Potencial de lixiviado produzido pelos lixões

Potencial de alcance do lixiviado nos recursos hídricos

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

REFERÊNCIAS

RESUMO

Os lixões constituem formas inadequadas de disposição de Resíduos Sólidos Urbanos – RS, que dependendo das condições físicas ambientais de disposição - quantidade de chuva, permeabilidade dos solos, proximidades com corpos hídricos, entre outros – condicionam a vulnerabilidade à contaminação de grandes mananciais, tais como: nascentes, rios, e águas subterrâneas, principalmente devido ao chorume. Dessa forma, este trabalho visa avaliar o potencial de contaminação de lixões da Bahia, considerando parâmetros climáticos, pedológicos, hidrográficos e de Resíduos Sólidos (fração orgânica, umidade gravimétrica e produção diária de RSU dos municípios estudados), dada a grande variabilidade nesses aspectos no Estado. Para atingir tal objetivo, foram analisados: 1) o potencial de lixiviado (chorume) gerado pelos lixões; 2) o potencial de infiltração dos solos; e 3) o potencial de alcance do lixiviado nos recursos hídricos. Os resultados mostraram que o potencial de contaminação dos lixões depende da variação no potencial hídrico de produção de lixiviado, assim como, das características inerentes a cada classe de solo, que controlam sua infiltração no subsolo ou escoamento em superfície, que pode atingir os recursos hídricos superficiais e/ou subterrâneos, a depender se sua proximidade. Esses aspectos variam em larga escala de leste para oeste no Estado da Bahia, partindo da zona costeira.

Palavras chave: Lixões; chorume; potencial de contaminação

ABSTRACT

Dumps are inadequate forms of urban solid waste disposal - RS, which depending on the physical environmental conditions of disposal - amount of rain, soil permeability, proximity to water bodies, among others - condition the vulnerability to contamination of large water sources, such as: springs, rivers, and groundwater, mainly due to leachate. Thus, this work aims to evaluate the potential for contamination of dumps in Bahia, considering climatic, pedological, hydrographic and solid waste parameters (organic fraction, gravimetric moisture and daily MSW production in the studied municipalities), given the great variability in these aspects in the State. To achieve this goal, the following

were analyzed: 1) the leachate potential (slurry) generated by the dumps; 2) the potential for soil infiltration; and 3) the potential to reach the leachate in water resources. The results showed that the potential for contamination of landfills depends on the variation in the water potential of leachate production, as well as the characteristics inherent to each soil class, which control its infiltration into the subsoil or surface runoff, which can reach water resources surface and/or underground, depending on their proximity. These aspects vary widely from east to west in the State of Bahia, starting from the coastal zone.

Keywords: Dumps; leachate; potential for contamination

RESUMEN

Los vertederos son formas inadecuadas de disposición de residuos sólidos urbanos - RS, que dependiendo de las condiciones ambientales físicas de disposición - cantidad de lluvia, permeabilidad del suelo, proximidad a cuerpos de agua, entre otras - condicionan la vulnerabilidad a la contaminación de grandes fuentes de agua, tales como: manantiales, ríos y aguas subterráneas, principalmente debido a los lixiviados. Así, este trabajo tiene como objetivo evaluar el potencial de contaminación de botaderos en Bahía, considerando parámetros climáticos, edafológicos, hidrográficos y de residuos sólidos (fracción orgánica, humedad gravimétrica y producción diaria de RSU en los municipios estudiados), dada la gran variabilidad en estos aspectos en el Estado. Para lograr este objetivo, se analizó lo siguiente: 1) el potencial de lixiviados (purines) generado por los botaderos; 2) el potencial de infiltración del suelo; y 3) el potencial para alcanzar el lixiviado en los recursos hídricos. Los resultados mostraron que el potencial de contaminación de los rellenos sanitarios depende de la variación del potencial hídrico de la producción de lixiviados, así como de las características inherentes a cada clase de suelo, que controlan su infiltración al subsuelo o escorrentía superficial, que puede llegar a los recursos hídricos superficiales. y / o subterráneo, dependiendo de su proximidad. Estos aspectos varían mucho de este a oeste en el Estado de Bahía, partiendo de la zona costera.

Palabras llave: Botaderos; estiércol líquido; potencial de contaminación

INTRODUÇÃO

Os lixões constituem uma forma inadequada de disposição final de resíduos e rejeitos, que consiste na descarga do material no solo sem qualquer técnica ou medida de controle ambiental (Júnior, 2018).

Dentre os produtos gerados a partir dos lixões, destaca-se a geração de chorume, que consiste num líquido de coloração escura de mal odor, proveniente da decomposição da fração orgânica dos Resíduos Sólidos Urbanos – RSU (Sá et. al, 2012).

O chorume é composto por elementos de alta toxicidade, dentre os quais, estão o cádmio, chumbo, mercúrio e zinco, dentre outros, os quais podem ser carregados pela infiltração da água da chuva através dos resíduos sólidos, podendo levar a poluição de recursos hídricos subterrâneos pela infiltração no subsolo ou de rios e riachos por escoamento superficial (Figura 1), que porventura estejam próximos (Marques, 2014; Diniz, 2016; Oliveira et al., 2018; Helene, 2019).

De acordo com Diniz (2016), há duas fontes principais que causam a geração de chorume: a primeira é a umidade dos resíduos e a segunda, a água da chuva.

A umidade dos resíduos constitui a principal fonte de água que compõe o chorume inicial, sendo sua maior parte, proveniente da decomposição da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos, que possui uma faixa de variação de umidade entre 50 e 80% (Tchbanoglous et al.,1994; Valencia, 2003).



Figura 1 - Esquema da geração e percolação de líquidos lixiviados em lixões. Fonte: Modificado de Catapreta (2008) citado por Souza (2011)

Esta maior produção de umidade a partir dos resíduos orgânicos, pode ser atribuída a sua maior predominância na composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos, que no Brasil é de 60%, em relação aos demais componentes, como plástico, papel e vidro, por exemplo. Este fato, já indica um grande potencial de geração de chorume por parte dos lixões.

A segunda fonte de água para geração do chorume refere-se à parcela da água da chuva que infiltra e circula através dos resíduos no vazadouro, onde o chorume pode se misturar, ganhar volume, infiltrando-se no solo, originando uma nova solução, denominada de lixiviado ou percolado (Valencia, 2003; Souza, 2011; Feldhaus, 2019).

Segundo Yang (2019), a quantidade de lixiviado varia em função da tipologia climática, sazonalidade e intensidade pluviométrica, principalmente em regiões de climas úmidos, onde há um elevado índice pluviométrico em relação aos climas semiáridos.

Essa variação na quantidade de lixiviado em função do clima, promove um impacto significativo sobre os lixões da Bahia, onde há uma grande variabilidade nos aspectos do meio físico, tais como classes de

solo, tipos de relevo, geologia e biomas diferentes, configurando locais de grandes peculiaridades (CPRM, 2010).

A pluviometria influencia no maior aumento no volume de chorume, a medida que circula através da massa de resíduos, acelerando a decomposição dos resíduos, principalmente os orgânicos, que possui maior potencial de gerar umidade.

Em contrapartida, as classes de solo fornecem uma ideia do poder de infiltração do substrato onde se encontra o lixão, de modo que, quanto mais permeável, maior é a facilidade de haver uma contaminação pela infiltração de chorume.

De forma geral, solos situados em condições climáticas de maior pluviometria, são mais desenvolvidos, com tendência a possuir uma mineralogia do tipo 1:1 predominantemente caulinitica na fração argila, que confere aos solos uma maior formação de macro e microporos no solo, favorecendo a maior permeabilidade desses solos (Embrapa, 2018; Santos et al., 2013; Ker et al., 2012).

Por outro lado, em climas de menor pluviometria (semiárido, por exemplo), há pouca disponibilidade de água, evaporação mais intensa, o intemperismo é mais lento, gerando solos pouco desenvolvidos e pouco profundos, mineralogia na fração argila do tipo 2:1, que confere estruturas do tipo colunares e prismáticas, gerando solos menos permeáveis (Embrapa, 2018; Santos et al., 2013; Ker et al., 2012).

Entretanto, a pequena profundidade dos solos de climas pouco chuvosos, pode elevar o potencial de contaminação desses solos, em detrimento de sua menor permeabilidade, uma vez que, quanto menor a profundidade, menor a distância de infiltração de um contaminante até as águas subterrâneas.

Dessa forma, visando considerar algumas peculiaridades dos lixões no estudo, foram considerados: parâmetros climáticos e de RSU, para avaliação da quantidade de lixiviado produzido pelos lixões; parâmetros pedológicos, na análise da infiltração dos solos dos lixões; parâmetros hidrográficos, na avaliação da facilidade de alcance do lixiviado aos recursos hídricos.

Logo, o objetivo deste artigo é avaliar o potencial de contaminação ambiental por lixões no Estado da Bahia a partir da análise de fatores pedo-climáticos, hidrográficos e de produção de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia desenvolvida neste trabalho pode ser sumarizada nos seguintes passos: 1) Hipótese de trabalho; 2) Critério de seleção dos lixões e delimitação da área de estudo; 3) Aquisição de dados e determinação dos parâmetros estudados.

HIPÓTESE DE TRABALHO

O potencial de contaminação dos lixões ou vazadouros a céu aberto refere-se neste trabalho, à probabilidade ou possibilidade de ocorrência de uma contaminação seja do solo ou dos recursos hídricos, devido ao chorume resultante da decomposição dos Resíduos Sólidos Urbanos - RSU, exposto diretamente sobre solos de características de infiltração e sujeito a variações climáticas distintas.

Este trabalho se ateve apenas a análise geral do comportamento hídrico dos lixões com a variação da pluviometria de leste a oeste no estado da Bahia e seus impactos em relação a rapidez de sua infiltração no solo, onde foram considerados alguns parâmetros para estimativa da produção de lixiviado pelos vazadouros, assim como, parâmetros que traduzem a permeabilidade de seus solos.

Dessa forma, não constitui foco do trabalho, a abordagem da dinâmica em subsuperfície do lixiviado, considerando os aspectos relacionados a trocas hídricas de retenção de água do solo e pela massa de resíduos, bem como sua interação físico-química com os recursos hídricos, de modo que este trabalho, constitui uma análise generalista, devendo ser implementado com outros parâmetros específicos de acordo com a peculiaridade de cada lixão.

CRITÉRIO DE SELEÇÃO DOS LIXÕES E DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Foram selecionados 10 lixões para o estudo, considerando a variação na pluviometria (Figura 2) e nas classes de solos (Tabela 1), dada a grande variabilidade nesses aspectos no estado da Bahia. A partir de então, foram definidos os parâmetros a serem trabalhados.

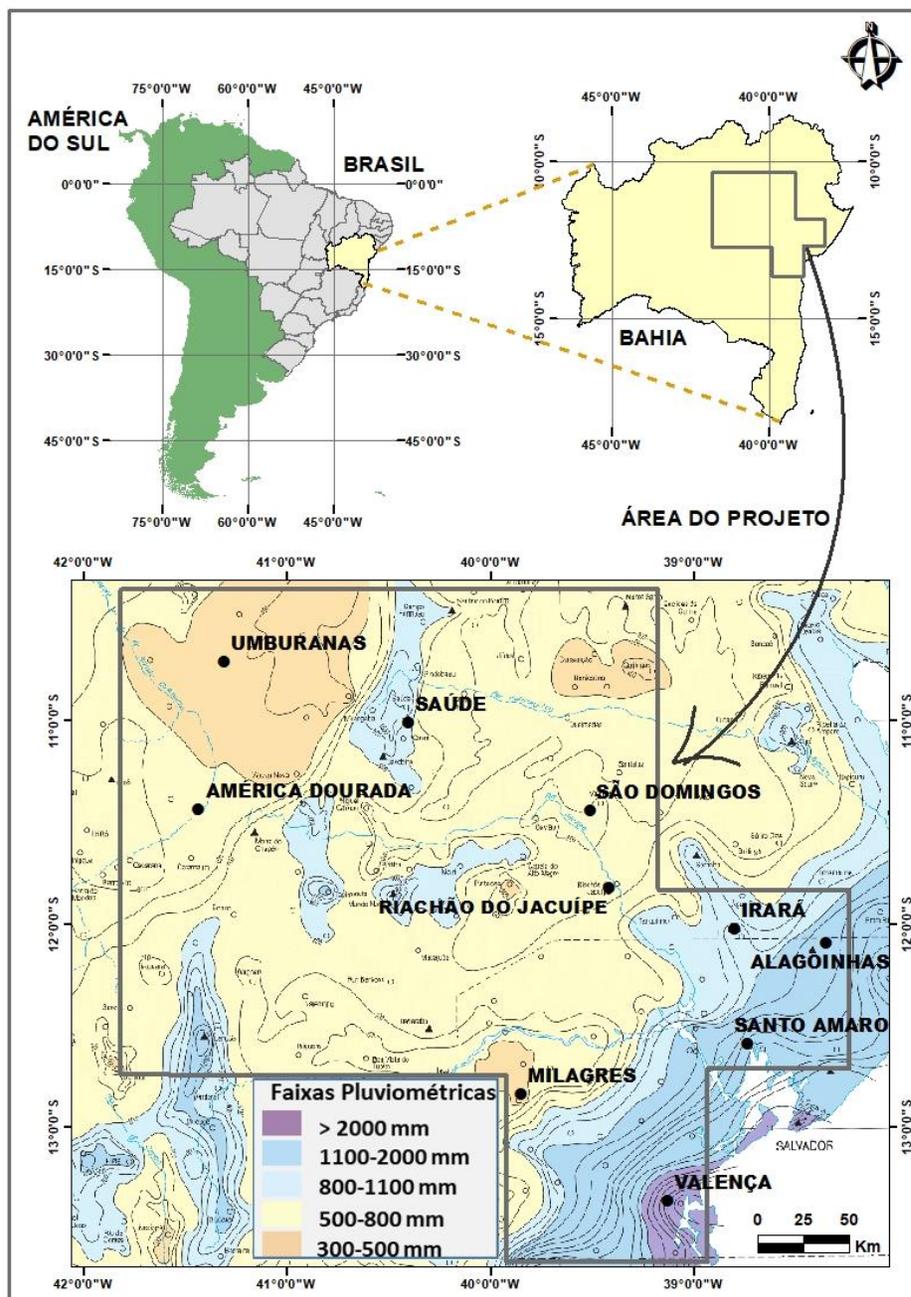


Figura 2 - Variação pluviométrica espacial dos lixões estudados. Adaptado de SEI (2003).

A tabela 1 mostra os lixões com suas faixas pluviométricas e classes de solos correspondentes nas quais estão situados.

Lixões/Municípios da área do projeto	Faixa de precipitação Anual	Classes de Solos do local área do lixão
Lixão de Valença	> 2000 mm	Latossolo
Lixão de Santo Amaro	Entre 2000 e 1100 mm	Vertissolo
Lixão de Alagoinhas		Argissolo
Lixão de Irará	Entre 1100 e 800 mm	Argissolo
Lixão de Riachão do Jacuípe		Neossolo
Lixão de Saúde		Latossolo
Lixão de São Domingos	Entre 800 e 500 mm	Planossolo
Lixão de Umburanas	< 500 mm	Cambissolo
Lixão de Milagres		Neossolo

Tabela 1 - Lixões municipais em função de suas classes de solo e faixas pluviométricas

AQUISIÇÃO DE DADOS E DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS ESTUDADOS

Os parâmetros estudados, envolvem duas categorias: meio físico (climáticos, pedológicos, hidrográficos); e RSU.

Os parâmetros climáticos estudados foram adquiridos no sitio eletrônico do Instituto Nacional de Meteorologia –INMET, complementados por dados da organização não governamental Clima-Date.org, tendo em vista indisponibilidade de dados no INMET para todos os lixões municipais estudados.

Com relação aos dados de RSU, a produção diária de resíduos foi obtida no sitio eletrônico do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, enquanto que, os dados de fração orgânica, foram

compilados de planos de saneamento de municípios nos quais se inserem os lixões, ou de municípios vizinhos. Já os dados de umidade, obteve-se da literatura (artigos e trabalhos acadêmicos), adotando um valor de 60%, com base nos trabalhos de Carvalho (1999), Nascimento (2007), Maciel (2009) e Melo (2015).

Os parâmetros climáticos e de RSU foram utilizados na estimativa do potencial de lixiviado produzido.

Os parâmetros de solo foram adquiridos tanto de forma secundária (textura e estrutura, obtidos do projeto Radambrasil), quanto primária, como é o caso dos dados de infiltração do solo dos lixões, obtidas a partir de dados de campo.

Quanto aos parâmetros hidrográficos, a distância entre o lixão e corpos d'água superficiais (rios, córregos e riachos) foram determinados por meio de imagens de satélite disponível pela plataforma eletrônica do Google Earth Pro ou por meio de modelos digitais de terreno - MDT, enquanto que, a profundidade estimada do nível freático, foi obtida através de dados de poços do Sistema de Informações de Água Subterrânea – SIAGAS da Companhia Brasileira de Recursos Minerais – CPRM.

A partir dos parâmetros pedológicos e hidrográficos analisou-se o potencial de infiltração dos solos e de alcance do lixiviado nos recursos hídricos, respectivamente.

O fluxograma da figura 3, resume todos os aspectos metodológicos desenvolvidos na pesquisa.

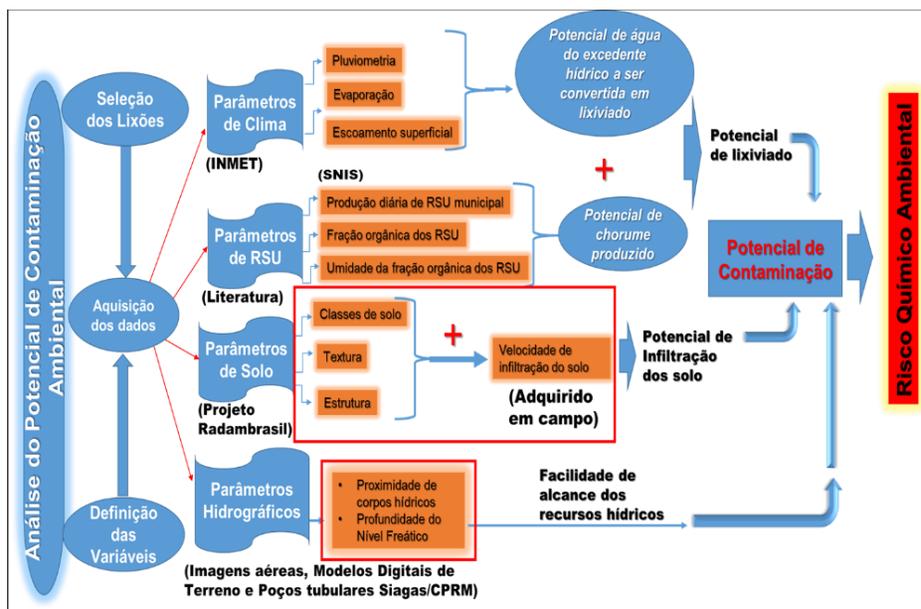


Figura 3 - Fluxograma dos aspectos metodológicos.

Determinação do Potencial de água capaz de se converter em lixiviado

O potencial de lixiviado pode ser obtido por duas fontes principais de água: chorume, proveniente da umidade dos resíduos e excedente hídrico pluviométrico.

Estimativa de chorume

Nos cálculos da estimativa de chorume dos lixões, inicialmente foi calculada a proporção orgânica dos RSU para cada município. Em seguida, calculou-se a massa de água, referente a umidade correspondente a proporção orgânica presente em tais resíduos. Depois, converteu-se o valor da massa de água dos RSU para volume em m^3 , multiplicando o valor da massa pela densidade da água ($1000 \text{ kg}/m^3$), encontrando o volume de água nos RSU em $m^3/\text{ton.}$ de resíduos diários, que corresponde a quantidade de chorume produzido. Na obtenção dos valores de volume de água diários para valores mensais, multiplicou-se por 30, por meio de regra de três simples (Figura 4).

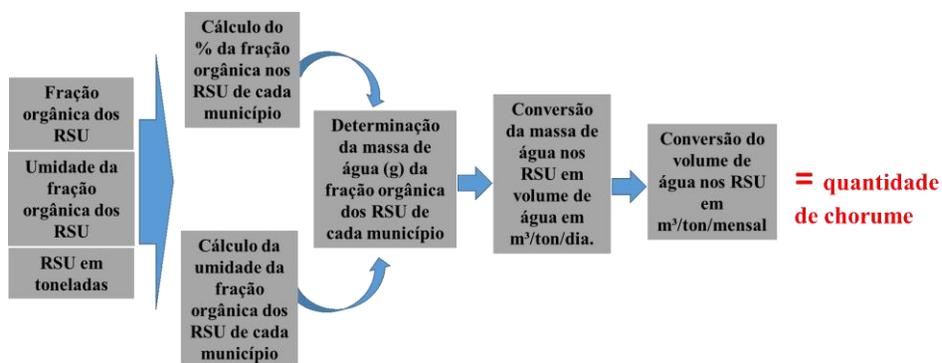


Figura 4 - Fluxograma dos procedimentos de cálculos de estimativa de chorume produzido pelos lixões.

Durante os procedimentos de cálculo, foram consideradas as seguintes especificações: a umidade gravimétrica dos resíduos considerou-se apenas a gerada a partir da fração orgânica dos resíduos, desprezando-se aquelas provenientes das demais frações dos RSU (papel, plásticos, etc), visando a simplificação dos cálculos; para os municípios distantes da costa considerou-se que apenas metade da fração orgânica presente nos RSU são encaminhadas aos lixões, devido nos municípios do interior, as pessoas terem o costume de utilizar restos de alimentos e cascas de legumes e frutas, por exemplo, para alimentar animais ou uso como adubos nas plantas; desprezou-se alguns parâmetros como a capacidade de campo dos resíduos, adotando que toda água dos resíduos contribui para o chorume; considerou-se dados de umidade de resíduos novos, antes de serem aterrados, visando evitar a influência na variação do regime de umidade dos resíduos, devido aos fatores climáticos;

Estimativa do excedente Hídrico

A partir dos parâmetros de climáticos foram estimados o excedente hídrico proveniente da pluviometria, a partir do qual foi calculado o volume aproximado de lixiviado produzido por cada lixão utilizando a equação modificada do método Racional conforme Wilken (1978):

$EH = [(P - EP) - ES] * A$, sendo EH, o excedente hídrico; P, a precipitação média mensal em milímetros; EP, evaporação de piche, em milímetros; A, a área de contribuição dos lixões, em metros quadrados; ES= Escoamento Superficial (run-off) (mm), calculado por $ES = C * P$, sendo C, o coeficiente de escoamento superficial, obtido de Dunne & Leopold (1978).

Estimativa do Potencial de infiltração do solo

Na estimativa do potencial de infiltração do solo considerou-se parâmetros pedológicos como velocidade de infiltração, adquirida por meio do teste de infiltração de campo e foi feita uma avaliação com alguns parâmetros de solo adquiridos secundariamente, como textura, estrutura e classes de solo.

A velocidade de infiltração dos solos foi determinada a partir de testes de infiltração em campo, por meio do método dos anéis concêntricos, que é um dos métodos clássicos mais utilizados no Brasil, de acordo com Lier (2020), consistindo no encaixe dos anéis externo e interno sobre o solo, onde aplica-se uma lâmina de água sobre ambos anéis, e mede-se a taxa de infiltração pela variação temporal da altura da lâmina de água no anel interno.

Conforme estabelecido no método, foram utilizadas duas latas com diâmetros diferentes, de diâmetro interno e externo, medindo 8,5 e 22 cm, respectivamente, uma régua milimetrada de 25 cm e um garrafão de água de 20 litros (Figura 5).



Figura 5 - A. Solo do Lixão de Irará-BA; B. Solo do Lixão de Saúde-BA; C. Solo do Lixão de São Domingos-BA. Teste de infiltração na área de estudo pelo método dos anéis concêntricos.

O anel externo tem a função de reduzir o efeito da dispersão lateral da água infiltrada do anel interno, mantendo as linhas de fluxo na vertical, de modo que, a medida que a água infiltra, mede-se o rebaixamento da lâmina d'água, por meio da leitura observada na régua milimetrada e do tempo de deslocamento da lâmina de água devido à infiltração, para posteriormente, determinar a Velocidade de infiltração em cm/h dos solos dos lixões estudados.

A partir dos dados de variação na altura da lâmina d'água e o tempo transcorrido, foi determinada a velocidade de infiltração pela razão entre esses dois parâmetros.

Os dados de infiltração foram validados a partir da construção de curvas de infiltração, por meio do método de Kostiakov (1932).

Aquisição de parâmetros hidrográficos

Os parâmetros hidrográficos considerados foram a distância do lixão ao corpo hídrico superficial mais próximo (rios, riachos), determinada por imagens de satélite e modelos digitais de terreno – MDT e a distância vertical (profundidade) do lixão até o nível freático, que foi estimada com base em dados de poços tubulares próximos do lixão, do SIAGAS/CPRM. A figura 6 representa tais distâncias.

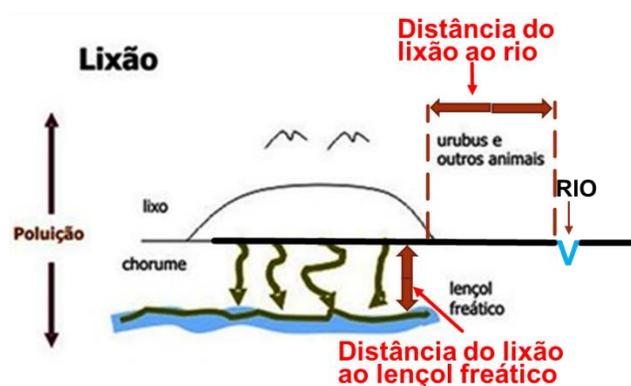


Figura 6 - Fonte: Modificado de INEA (2010)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

POTENCIAL DE LIXIVIADO PRODUZIDO PELOS LIXÕES

A tabela 2 mostra os cálculos do volume de água em m³ por dia produzido pelos lixões de cada município, a partir de seus resíduos, o qual representa a quantidade de chorume produzida pelos lixões.

Municípios	População	RSU (ton./dia)	Fração orgânica dos RSU em %	Teor de Umidade da fração orgânica dos RSU (%)	Potencial de chorume (m ³)	Potencial de chorume Mensal (m ³)
Milagres (BA)	10.893,0	4,0	24,7	60,0	0,6	17,8
Umburanas (BA)	19.402,0	3,0	24,7	60,0	0,4	13,3
São Domingos (BA)	9.072,0	4,8	24,7	60,0	0,7	21,3
América Dourada (BA)	16.090,0	17,0	24,7	60,0	2,5	75,6
Riachão do Jacuípe (BA)	33.468,0	15,0	22,0	60,0	2,0	59,4
Saúde (BA)	12.943,0	3,5	25,2	60,0	0,5	15,8
Irará	29.173,0	10,6	25,2	60,0	1,6	48,0
Alagoinhas (BA)	152.327,0	76,0	47,0	60,0	21,4	643,0
Santo Amaro (BA)	60.131,0	36,0	49,9	60,0	10,8	323,6
Valença (BA)	97.233,0	36,3	70,2	60,0	15,3	458,4

Tabela 2 - Quantidade de água nos RSU diários (chorume) devido à fração orgânica dos RSU.

Na análise do potencial de chorume produzido pelos lixões, observou-se que os municípios de Alagoinhas, Santo Amaro e Valença produzem maiores quantidades de chorume a partir de seus resíduos orgânicos, os quais coincidem com os municípios de médio a grande porte, caracterizados por população acima de 30 mil habitantes e situados a zona costeira (Figura 7).

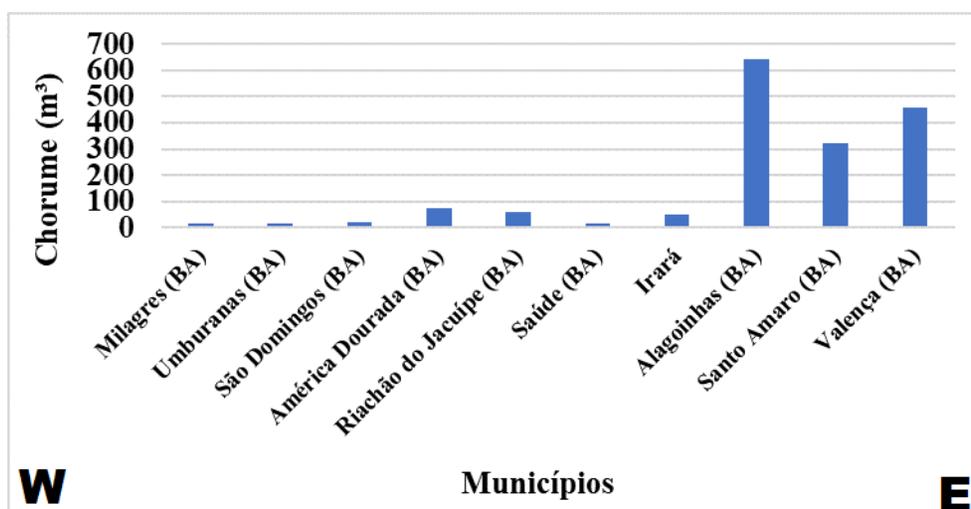


Figura 7 - Potencial de chorume gerado a partir dos RSU municipais, com base em dados médios do SNIS (2020).

Esses valores altos apenas para a fração orgânica dos RSU, já implica que, a umidade proveniente das demais frações dos resíduos (papel, plástico, etc), não consideradas neste estudo, podem potencializar o aumento na quantidade de chorume.

A partir dos cálculos do excedente hídrico da água da chuva, verifica-se que apenas os municípios de Irará, Alagoinhas, Santo Amaro e Valença possuem excedente hídrico capaz de incrementar água ao chorume, se convertendo em lixiviado, os quais coincidem com os lixões municipais mais próximos a zona costeira, onde possuem maior precipitação. Esses excedentes hídricos são maiores para os meses de abril a julho (Figura 8).

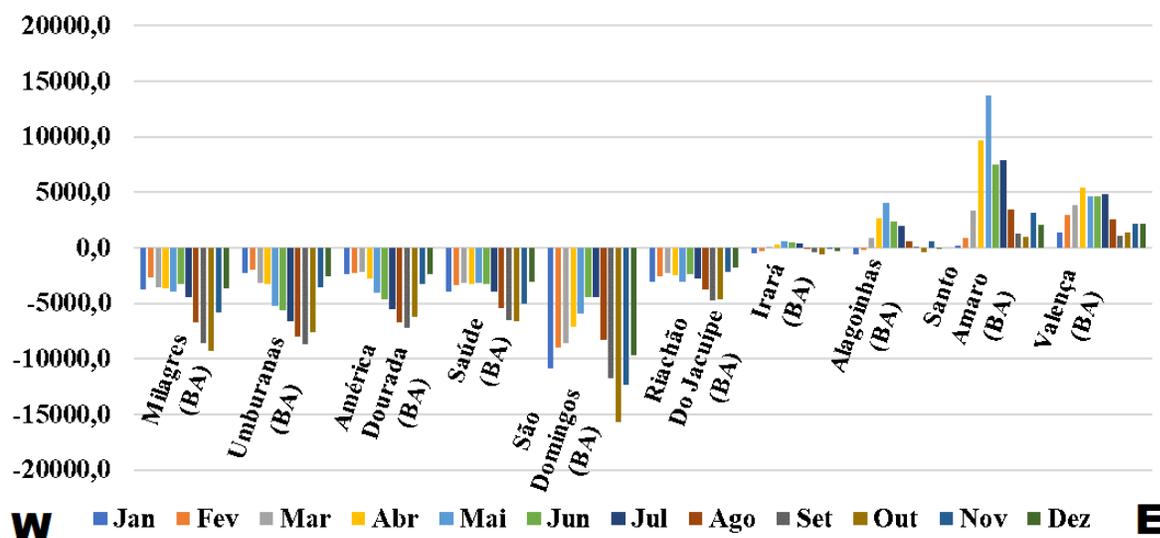


Figura 8 - Gráfico do excedente hídrico mensal (P-ES-EVP), em m³ para os municípios estudados. Dados médios mensais (1982 – 2012), adaptado de INMET e Clima-date.org (2020).

Por outro lado, nos lixões mais situados a oeste, na região interiorana (Figura 9), onde possuem menores índices pluviométricos, não houve incremento de água ao chorume proveniente do excedente pluviométrico.

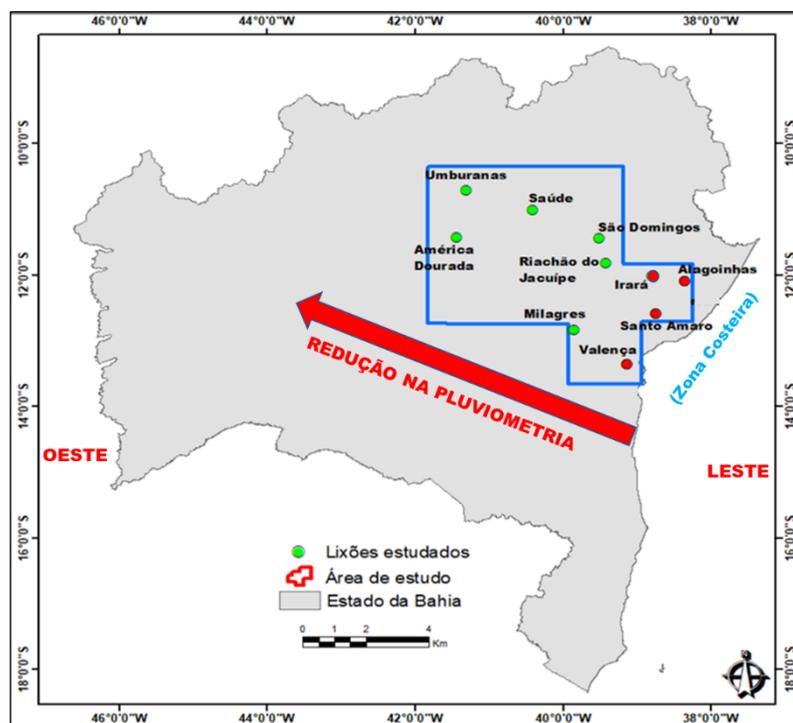


Figura 9 - Espacialização dos lixões de leste para oeste a partir da zona costeira.

Diante dos cálculos da estimativa do potencial de chorume, proveniente da umidade dos RSU orgânicos e da água proveniente do excedente hídrico da chuva (pluviometria) dos lixões municipais em questão, pôde ser obtido o potencial de lixiviado produzido pelos lixões, pelas somas consecutivas dessas duas contribuições hídricas.

Os lixões que apresentaram maiores produções de lixiviado foram os lixões de Alagoinhas, Santo Amaro e Valença (Figura 10), os quais estão relacionados aos maiores excedentes hídricos pluviométricos, que por sua vez, possuem forte relação com a pluviometria, que aumenta de oeste (W) para leste (E) no estado da Bahia, conforme explicitado no balanço hídrico para os lixões (Figura 11).

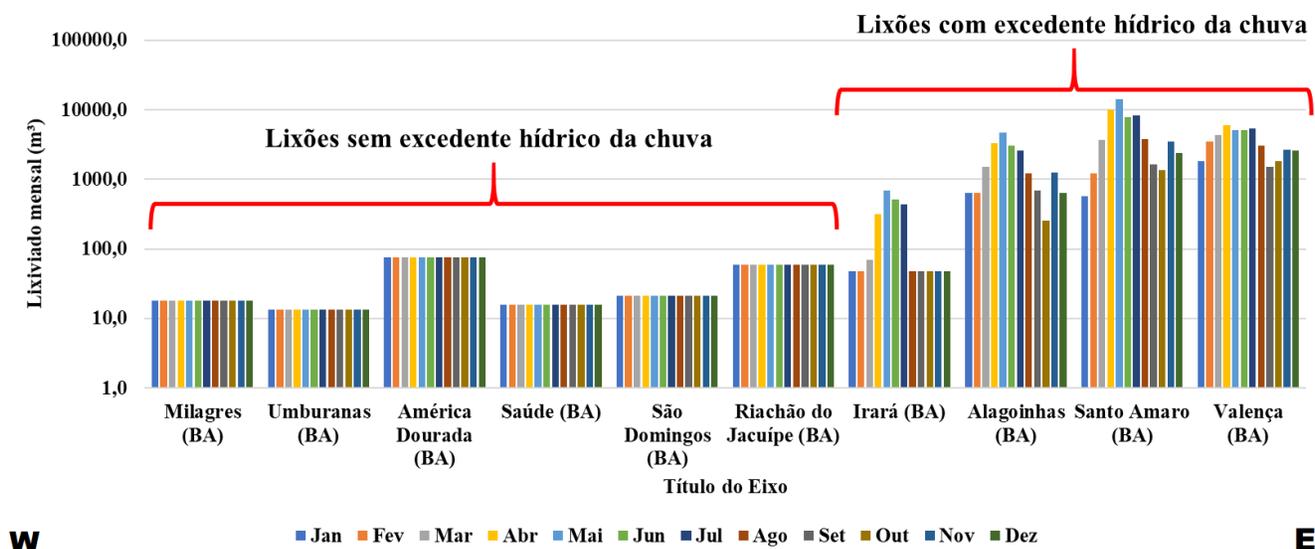


Figura 10 - Estimativa do Potencial de lixiviado mensal gerado pelos lixões, com base em dados médios mensais (1982 – 2012), adaptado de INMET e Clima-date.org (2020).

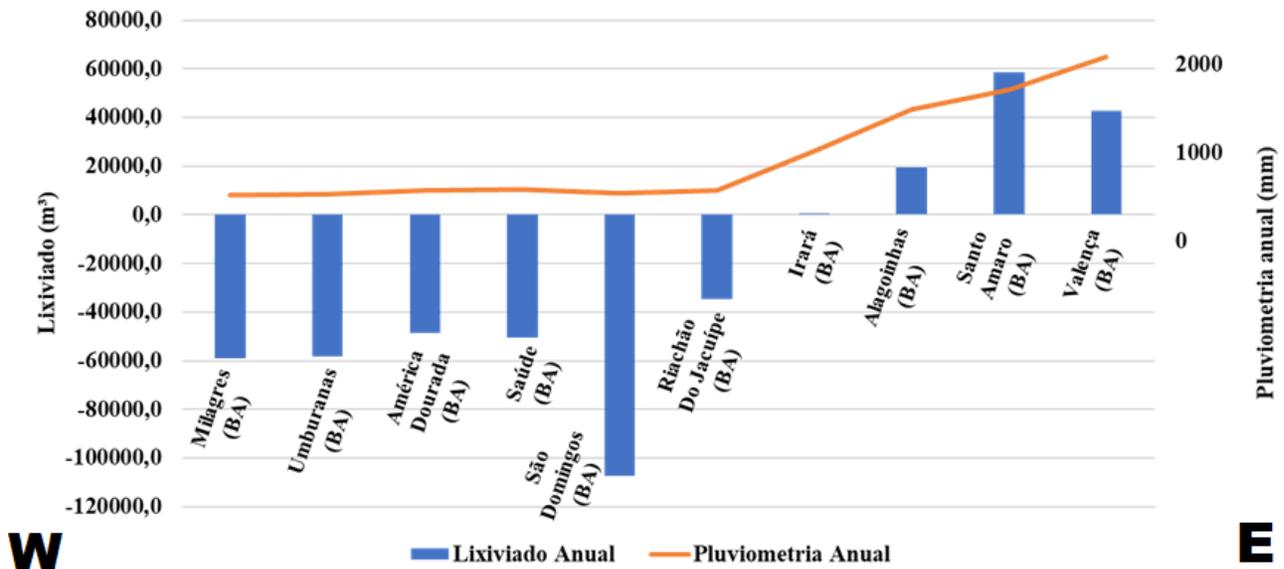


Figura 11 - Produção de lixiviado nos municípios estudados (dados calculados) e relação com a pluviosidade, com base em dados médios mensais (1982 – 2012), adaptado de INMET e Clima-date.org (2020).

Além disso, o balanço hídrico dos lixões da figura 11 também mostrou que a entradas de água (soma da pluviosidade com o chorume) é menor que as saídas de água (evaporação + escoamento superficial) apenas para os municípios de Irará, Alagoinhas, Santo Amaro e Valença, denotando o maior potencial de lixiviado resultante para infiltrar no solo ou escoar superficialmente, para esses municípios, dependendo da permeabilidade dos seus solos. Nos outros casos, o balanço hídrico negativo, significa dizer que o tanto a água proveniente da pluviosidade tanto o chorume é perdido por evaporação, denotando que não houve disponibilidade de lixiviado com potencial para infiltrar no solo.

POTENCIAL DE INFILTRAÇÃO DOS SOLOS E O IMPACTO NAS CLASSES DE SOLO

Em relação a análise do potencial de infiltração dos solos, a maioria dos lixões estudados possuem solos com velocidades acima de 3,9 cm/h (Tabela 3), que é considerada uma velocidade muito alta, de acordo com a classificação de Bernardo (2006), que considera as seguintes escalas: VI baixa (<0,5); VI

média (0,5-1,5); VI alta (1,5-3); VI muito alta (>3), com destaque para os lixões de Valença, Milagres e Alagoinhas, que possuem maiores velocidades de infiltração de seus solos.

Lixões		Textura	Estrutura	VI dos solos (cm/h)	Classificação Da VI
Lixão de Santo Amaro	Vertissolo	Muito argilosa	Colunar, prismática	0,23	Baixa
Lixão de Alagoinhas	Argissolo	Franco-arenosa	Pouco estruturado	10,32	Muito alta
Lixão de Iará	Argissolo	Franco-argilo-arenosa	Blocos subangulares	3,90	Muito Alta
Lixão de Riachão do Jacuípe	Neossolo	Franco-arenosa	Fraca, em blocos subangulares, solo pouco espesso, substrato rochoso próximo da superfície	0,20	Baixa
Lixão de São Domingos	Planossolo	Argilosa	Blocos angulares a subangulares	3,30	Muito alta
Lixão de Saúde	Argissolo	Franco-arenosa	Pouco estruturado, com horizonte B endurecido	1,10	Média
Lixão de Umburanas	Cambissolo	Franco argilo-arenosa	Fraca, grãos simples	7,43	Muito alta
Lixão de América Dourada	Cambissolo	Franco-argilosa	Blocos subangulares a angulares	5,63	Muito alta
Lixão de Milagres	Neossolo	Franca	Granular	11,16	Muito alta
Lixão de Valença	Latossolo	Muito argilosa	Granular	20,00	Muito alta

Tabela 3 - Velocidade de Infiltração média obtidas para os solos estudados.

Essas maiores velocidades para esses solos podem ser associadas as próprias características das classes de solo e suas características morfológicas, como textura e estrutura.

As estruturas dos solos constituem agregados de partículas de areia, silte e argila, as quais unidas, geram os macroporos dos solos, que são responsáveis pela drenagem de líquidos do solo, atuando no controle da permeabilidade (Ker et al., 2012).

O tipo de estrutura, depende do tipo de mineral de argila presentes no solo, de modo que, uma maior predominância de minerais do tipo 2:1, proporciona a formação de estruturas colunares e prismática, que conferem baixa permeabilidade dos solos, gerando solos com drenagem deficiente, como é o caso do Vertissolo presentes no lixão de Santo Amaro, traduzidos por sua baixa velocidade de infiltração baixa (0,23 cm/h).

Estruturas do tipo subangulares a granulares, possuem uma maior predominância de minerais 1:1 e 0:1, proporcionando maiores formações de macroporos, que confere uma maior permeabilidade aos solos, como é o caso do Latossolo do Lixão de Valença, que possui estrutura granular e sua velocidade muito alta (20 cm/h)

Além disso, velocidades baixas foram encontradas para solos com influência do substrato próximo da superfície, como é o caso do solo do lixão de Riachão de Jacuípe, que são pouco espessos, potencializando nesse caso, o escoamento superficial do chorume ou lixiviado sobre o solo, o que favorece os riscos de contaminação de corpos hídricos superficiais.

Os valores de taxa de infiltração obtidos neste trabalho, enquadram-se numa faixa similar aos encontrados por Paixão (2009): 39,61-0,71 cm/h; Pereira et al. (2015): 10,8 – 6,6 cm/h; Fagundes (2012): 15 – 4 cm/h; Pinheiro et al. (2009): 133 – 1,92 cm/h.

POTENCIAL DE ALCANCE DO LIXIVIADO NOS RECURSOS HÍDRICOS

Em relação ao potencial de alcance do lixiviado nas águas subterrâneas, percebe-se que o lixão de Valença apresentou menor tempo de alcance (7,1 dias), devido a maior velocidade de infiltração de seus solos (Tabela 4).

Além disso, 3 lixões apresentaram menores distâncias de corpos hídricos superficiais, abaixo do recomendável pela NBR 13.896/1997 para aterros sanitários, que este lixão apresenta uma menor distância de corpos d'água superficial (rios, riachos, etc). Esses aspectos associados à sua elevada produção de lixiviado, em relação a maioria dos lixões estudados (atrás apenas no lixão de Santo Amaro), sendo o lixão de Valença, classificado como o de maior potencial de contaminação.

Lixões	Lixiviado anual (m³)	VI dos solos (cm/h)	Distância de corpos d'água superficial (m)	Profundidade estimado do nível freático (m)	Tempo de alcance das águas subterrâneas (dias)	Compartimento
Lixão de Milagres	213,42	11,16	780,57	138	51,52	Semiárido
Lixão de Umburanas	161,00	7,43	1610,14	73,64	41,30	Semiárido
Lixão de América Dourada	907,00	5,63	1135,6	18,5	13,70	Semiárido
Lixão de Saúde	190,60	1,1	1863,64	25	94,70	Zona intermediária
Lixão de São Domingos	256,10	3,3	358,17	11	13,90	Zona intermediária
Lixão de Riachão do Jacuípe	713,00	0,2	819,33	23	479,17	Zona intermediária
Lixão de Ipirá	23.58,20	3,9	138,2	47	50,21	Zona costeira
Lixão de Alagoinhas	<i>20.513,40</i>	<i>10,32</i>	916,3	35	<i>14,13</i>	Zona costeira
Lixão de Santo Amaro	58.404,43	0,23	148,61	22	398,60	Zona costeira
<i>Lixão de Valença</i>	<i>42.727,00</i>	<i>20</i>	<i>< 10</i>	<i>34</i>	<i>7,10</i>	<i>Zona costeira</i>

Tabela 4 - Relação entre velocidade de infiltração, produção de lixiviado e parâmetros hidrográficos.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação de Geologia da Universidade Federal da Bahia, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de mestrado ao primeiro autor, e à sociedade.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da CAPES - Código de financiamento 001.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Essa pesquisa indicou uma tendência na variação do comportamento hídrico de leste para oeste e na permeabilidade para os diferentes tipos de solo dos lixões, a partir dos parâmetros estudados.

Foi verificado o forte controle climático, especialmente a pluviometria, na formação do lixiviado, nos quais, os lixões com maiores produção de lixiviado estão relacionados aos municípios com maiores excedentes hídricos, coincidindo com os municípios de maiores pluviosidade.

Foi verificada a elevada permeabilidade associada aos solos com estrutura granulares, que associada a grande proximidade de lixões com recursos hídricos, favorece uma maior rapidez no alcance desses mananciais, como verificado para o lixão de Valença, que apresentou solos com velocidades de infiltração muito altas e uma maior rapidez no alcance do nível freático, o que denota um maior potencial de contaminação para este lixão.

Percebe-se a análise desses parâmetros estudados trouxe um bom entendimento do comportamento hídrico nos lixões, assim como, das peculiaridades de seus substratos onde estão localizados (classes de solo), os quais constituem parâmetros essenciais na análise do potencial de contaminação por fontes de contaminação, como os lixões, fazendo necessário, a realização de estudos mais detalhados, envolvendo maior número de parâmetros, visando verificar a dinâmica do lixiviado em subsuperfície, considerando as trocas e retenções de água tanto no solo quanto na massa de resíduos sólidos.

Este tipo de análise, pode servir no auxílio a tomadas de decisão em relação a adoção de medidas de intervenção ambientais em áreas impactadas por lixões, como instrumento de gestão de áreas contaminadas e definição de ordem de prioridade na alocação de recursos para sua recuperação.

A grande variabilidade dos aspectos estudados para os lixões traduz gestões diferentes no estado, com soluções mais simplificadas e mais baratas em cada caso, dependendo das peculiaridades de cada lixão.

REFERÊNCIAS

- AM ONLINE PROJECTS. Climate-date.org. **Dados históricos climatológicos (período1981-2012)**. Disponível em: < <https://pt.climate-data.org/info/sources/>> Acesso em: 27ago2020.
- BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 625p., 2006.
- CARVALHO, M.DE.F. **Comportamento Mecânico de Resíduos Sólidos Urbanos**. São Carlos, 1999. 300p. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geodiversidade do Estado da Bahia**. Salvador: Programa Geologia do Brasil, Levantamento da Geodiversidade, 184p., 2010.
- DUNNE, T.; LEOPOLD, L.B. **Water in Environmental Planning**. New York: Freeman. 818p., 1978.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 355p., 2018.
- FAGUNDES, E.A.A.; KOETZ, M.; RUDEL, N.; SANTOS, T.S. DOS. Porto, R. 2012. Determinação da Infiltração e Velocidade de Infiltração de Água Pelo Método de Infiltrômetro de Anel em Solo de Cerrado no Município de Rondonópolis-MT. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, p. 369-378.

FELDHAUS, C.R. **Influência de Parâmetros de Entrada em Modelos de Simulação de Aterros de Resíduos**. Joinville, 2019. 113p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina.

Google. Google Earth website. Disponível em: <<http://earth.google.com/>>, 2021.

HELENE, L.P.I. **Dinâmica de Geração e Fluxo de Chorume em Aterro Sanitário de Pequeno Porte a partir de Monitoramento Geofísico**. Rio Claro, 2019. 110p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociência e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista.

INMET. 2020. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil (período 1981-2012)**. Disponível em: < <https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso em: 14fev2020 e 15fev2020.

JÚNIOR, M.A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: Compromisso Empresarial para Reciclagem - CEMPRE, 316p., 2018.

KER, J.C; CURI, N; SCHAEFER, C.E.G.R.; TORRADO, P.V. **Pedologia Fundamentos**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 343p., 2012.

KOSTIAKOV, A.N. 1932. On the dynamics of the coefficient of water-percolation in soils and on the necessity of studying it from a dynamic point of view for purposes of amelioration. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL ABOUT SOIL SCIENCE SOCIETY, Moscow, Part A: p. 17-21.

LIER, Q.DE.J.V. **Física do Solo Baseada em Processos**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 413p., 2020.

MARQUES, L.C.A. **Avaliação da Contaminação dos Mananciais do Utinga e dos Rios Guamá e Aurá por Metais pelo Depósito de Resíduos Sólidos do Aurá**. Belém, 2014. 68p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Universidade do Estado do Pará.

MELO, F.H.F.DE.A. **Caracterização e Estudo do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos em um Consórcio Municipal do Estado de Pernambuco**. Caruaru, 2015. 123p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Centro Acadêmico do Agreste, Universidade Federal de Pernambuco.

NASCIMENTO, J.F.S.DO. **Comportamento Mecânico de Resíduos Sólidos Urbanos**. São Carlos, 2007. 160p. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, J.A.M.DE; MEDEIRO, P.C.; OLIVEIRA, C.M.M.DE. Diagnóstico do Vazadouro a Céu Aberto no Município de Januária – MG, Por Meio de Dois Métodos de Avaliação de Impacto Ambiental. **Revista Gestão & Sustentabilidade**. V. 7, p. 363-374, 2018.

OLIVEIRA, D.B.C.DE; SOARES, W.De.A.; HOLANDA, M.A.C.R.DE. 2018. Análise de Desempenho de Modelos de Infiltração Unidimensional de Água no Solo. **Revista de Águas Subterrâneas**. V. 32, p. 35-42, 2018.

PAIXÃO, F.J.R. DA; ANDRADE, A.R.S.; AZEVEDO, C.V.DE; COSTA, T.L.; GUERRA, H.O.C. Ajuste da Curva de Infiltração Por Meio de Diferentes Modelos Empíricos. **Revista Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v. 2, p. 107-112, 2009.

PEREIRA, M.M.; MOURA, R.S.; CAMPOS, A.R.F.; LIMA, J.G.A.; SOLVA, M.G.; VIANA, P.C. 2015. Determinação da Velocidade de Infiltração Pelo Método do Infiltrômetro do Anel. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. **Resumos expandidos**, Cruz das Almas: UFRB, 2015, p. 1066-1071.

PINHEIRO, A.; TEIXEIRA, L.P; KAUFMANN, V. Capacidade de Infiltração de Água em Solos Sob Diferentes Usos e Práticas de Manejo Agrícola. **Revista Ambiente & Água**, v. 4, p. 188-199, 2009.

RADAMBRASIL. **Levantamento dos Recursos Naturais: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso Potencial da Terra, Folha SD-24 Salvador**. Rio de Janeiro: Convênio MME/SUDENE/DNOCS/UFBACEPED/CBPM, 624p., 1981.

RADAMBRASIL. **Levantamento dos Recursos Naturais: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso Potencial da Terra, Folhas SC-24/25 Aracaju/Recife**. Rio de Janeiro: Convênio MME/SUDENE/DNOCS/UFBACEPED/CBPM, 855p., 1983.

SÁ, L.; F.; DE JUCÁ, J.; F.; T.; SOBRINHO, A. DA; M. Tratamento do lixiviado de aterro sanitário usando destilador solar. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, p. 204-217, 2012.

SANTOS, R.D.DOS; LEMOS, R.C.DE; SANTOS, H.G.DOS; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C.DOS; SHIMIZU, S.H. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa: Convênio UFV/UFRRJ/EMBRAPA/IBGE, 100p., 2013.

SIAGAS. 2020. **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas**. Disponível em: <<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/index.php>>. Acesso em: 12jul2021.

SNIS. 2020. **Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 05abr2020.

SOUZA, V.O.A.DE. **Simulação de Fluxo Vertical em Aterro de Resíduos Sólidos Urbanos**. Rio de Janeiro, 2011. 176p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

TCBANOGLOUS, G.; THESSSEN, H.; VIGIL, S.A. Composicion y Caracteristicas, Generacion, Movimento y Control de los Gases de Vertedoro. **Gestion Integral de Resíduos Sólidos**, v. 1, Mc Graw Hill. 1994.

VALENCIA, M.N.R., Monge, I. **Serial Water Balance Method For Predicting Leachate Generation in Landfills**. 2003. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0734242X0302100206>>. Acesso em: 14nov2019.

YANG, H.; Yue, B; Liu, Y.; Gao, H.; Zhang, Z. Rural Solid Wast-Characteristics and leachate Pollution Assessment For Diferent Precipitation Levels, China. **Revista Environmental Science and Pollution Research**. v. 26, p. 11234-11244, 2019.

CAPÍTULO 3

CONCLUSÕES

Diante dos resultados e discussões acerca dos trabalhos desenvolvidos durante a pesquisa, pode-se concluir que:

- O potencial de contaminação de cada lixão é condicionado fortemente por fatores climáticos, pedológicos, hidrográficos e de produção de lixiviado, os quais constituem importantes indicadores do potencial de contaminação dos lixões.
- Fatores climáticos influenciam fortemente na produção de lixiviado nos lixões, de modo que os municípios com maiores índices pluviométricos causaram maior incremento de água ao chorume;
- A estrutura do solo foi um dos fatores pedológicos que mais condicionaram na velocidade de infiltração dos solos, onde solos com estrutura granular apresentaram maiores velocidades de infiltração, por proporcionar maior formação de macroporos no solo, como o do lixão de Valença.
- Lixões com menores profundidades do seu nível freático e situados a pequenas distâncias de corpos hídricos, possuem maiores probabilidades de contaminação dessas águas, seja por infiltração ou escoamento superficial, respectivamente.
- Recomenda-se portanto, que as ações de intervenção ambiental sejam priorizadas nos lixões com pluviosidade muito alta, conjugadas com altas taxas de produção de lixiviado, velocidades altas de infiltração de seus solos e com maiores proximidades com corpos hídricos, por constituírem locais com maiores riscos de contaminação ambiental.
- Apesar destas recomendações propostas para tomada de decisão na recuperação de áreas degradadas por lixões, não fica dispensado uma análise detalhada e específica dos lixões, fazendo-se necessário, estudos minuciosos, envolvendo mais parâmetros e fatores, diagnósticos de detalhe sobre a extensão e nível dos danos ambientais, por meio de ferramentas de geofísica eletrorresistiva, monitoramento por piezômetros, análises químicas de água dos rios e de água dos poços piezométricos, além do monitoramento de gás metano.
- No caso de municípios de pequeno porte, buscar por parcerias com órgãos e entidades públicas, universidades, os quais dispõem de ferramentas que podem ser aplicadas nesses diagnósticos, bem como, corpo técnico especializado, como servidores públicos profissionais, alunos de graduação e pós-graduação e professores, podendo ser firmados convênios entre prefeitura e entidades públicas, resultando em concessões de bolsas de iniciação científica, mestrado e

doutorado.

- Este trabalho pode servir como instrumento orientador em tomadas de decisão por gestores municipais, na definição de áreas prioritárias na alocação de recursos para sua recuperação, principalmente nos municípios de pequeno porte que abrange mais de 80% dos municípios baianos.
- Além disso, as especificidades dos lixões nos seus aspectos físicos denotam uma gestão dessas áreas de forma diferente, buscando soluções mais simplificadas para os lixões com menores pluviosidades e solos com menores permeabilidades.

APÊNDICE A – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DOS LIXÕES

1.Lixão de Santo Amaro – BA (Coordenada: 12°35'21.50"S/ 38°43'59.78"W)

Vista da entrada do lixão.

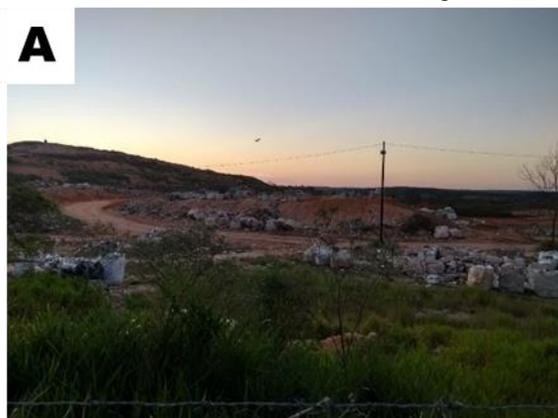


Teste de infiltração



2. Lixão de Alagoinhas – BA (Coordenada: 12° 5'36.22"S/ 38°20'52.88"O)

Vista geral do lixão de Alagoinhas (A) e (B)



Talude de resíduos (A) e solo arenoso do lixão de Alagoinhas (B)



3. Lixão de Irará – BA (Coordenada: 12° 1'34.51"S/ 38°47'43.50"W)

Vista geral do lixão de Irará (A) e presença de animais no lixão (B)



Lago eutrofizado possivelmente com chorume do lixão de Irará (A) e talude de resíduos (D)



Solo do lixão de Irará (E)



4.Lixão de Riachão do Jacuípe – BA (Coordenada: 11°49'17.63"S/ 39°24'55.63"W)

Vista geral do lixão de Riachão de Jacuípe (A) e (B)



Presença de restos mortais de animais e pneus em lixão de Riachão de Jacuípe (C) e substrato rochoso do lixão (D)



5. Lixão de São Domingos – BA (Coordenada: 11°26'40.99"S/ 39°30'33.84"W)

Vista geral do lixão de São Domingos (A) e pilhas de resíduos (B) e (C)



Presença de resíduos recicláveis selecionados por catadores em sacos (C) e presença de sucros erosivos no solo (D)



Solo (E) e substrato rochoso (F) do lixão de São Domingos



6.Lixão de Saúde – BA (Coordenada: 11° 0'47.84"S/ 40°24'7.06"W)

Vista geral do lixão de Saúde em 2015 (A), (B), (C) e (D).



Vista geral do lixão de saúde - situação atual – 2020 (E) e (F)



Pilhas de resíduos no lixão de saúde - situação atual – 2020 (G) e solo do lixão (H)



7.Lixão de Umburanas – BA (Coordenada: 10°42'40.56"S/ 41°18'31.19"W)

Vista geral do lixão de Umburanas (A) e (B).



Vista geral da estrada próxima ao lixão (C) e pilha de resíduos (D).



Solo do lixão (E)



8.Lixão De América Dourada – BA (Coordenada: 11°26'16.90"S/ 41°25'54.85"O)

Vista geral do lixão de América Dourada (A), (B), (C) e teste de infiltração (D).





Solo do lixão (E) e (F).



9. Lixão de Milagres – BA (Coordenada: 12°50'22.84"S/ 39°50'52.76"O)

Vista geral do lixão de Milagres (A), (B), (C) e solo do lixão (D).





Substrato rochoso do lixão de Milagres (E) e (F).



11. Lixão de Valença – BA (Coordenada: 13°21'50.91"S/ 39° 7'39.57"W)

Vista geral do lixão de Valença (A) e (B).



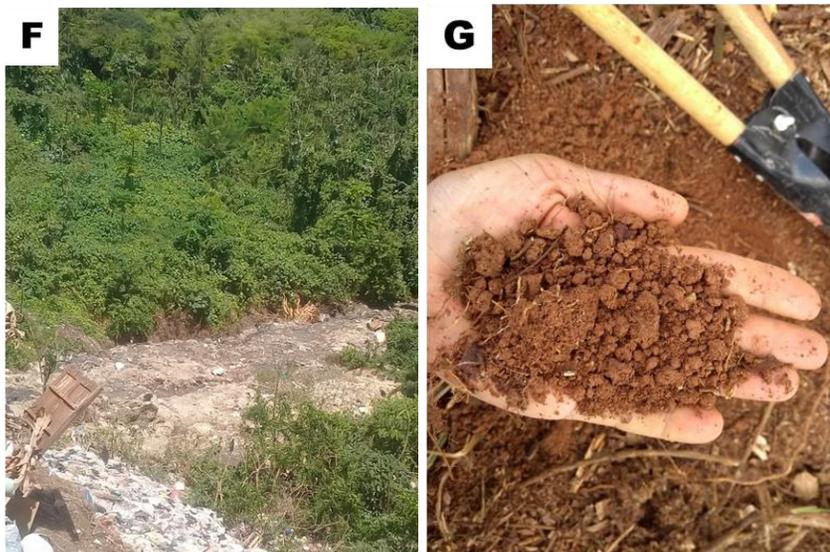
Vista de deslizamentos de taludes de resíduos e assoreamento de rio em lixão de Valença (C) e (D).



Vista de deslizamentos de talude de resíduos e disposição de chorume a céu aberto em lixão de Valença (E)

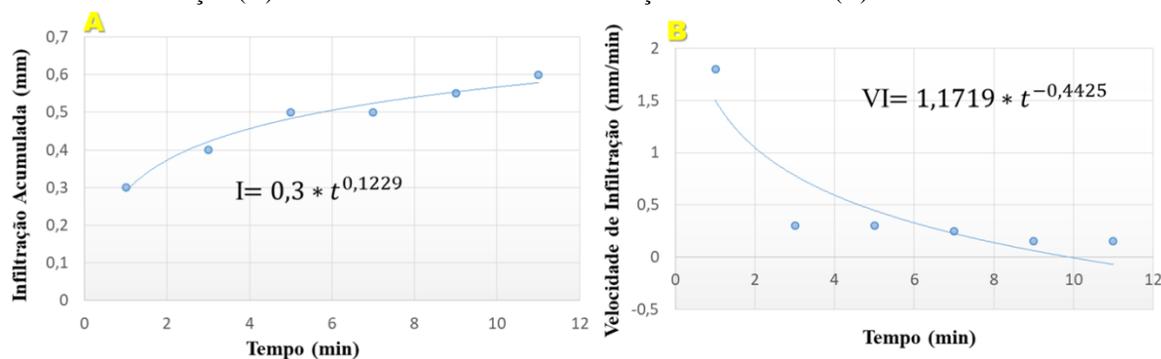


Disposição de chorume a céu aberto (F) em lixão de Valença e solo do lixão (G)

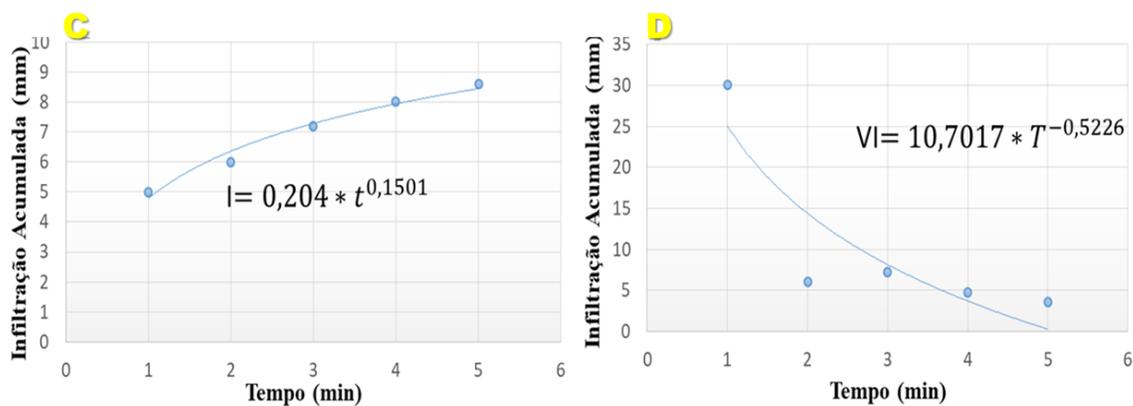


APÊNDICE B – MODELOS DE INFILTRAÇÃO DOS SOLOS DOS LIXÕES

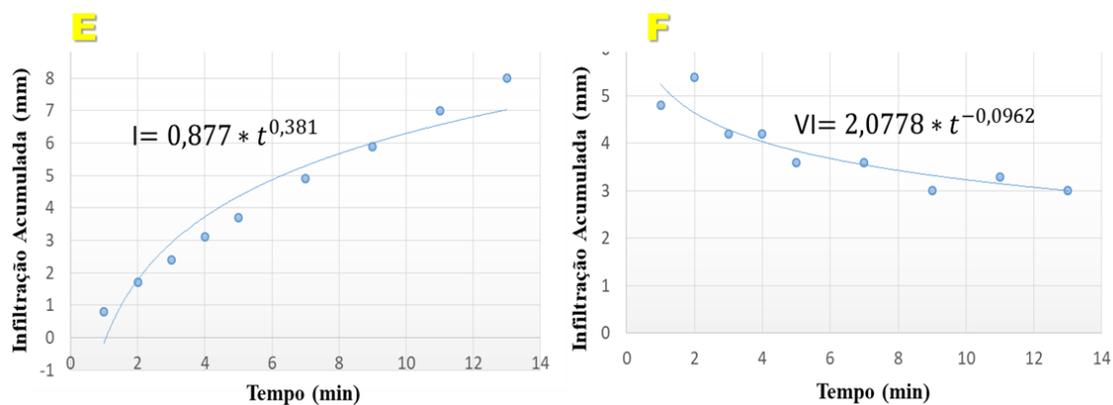
Modelo de infiltração (A) e modelo de velocidade de infiltração de Kostiakov (B) do solo de Santo Amaro - BA.



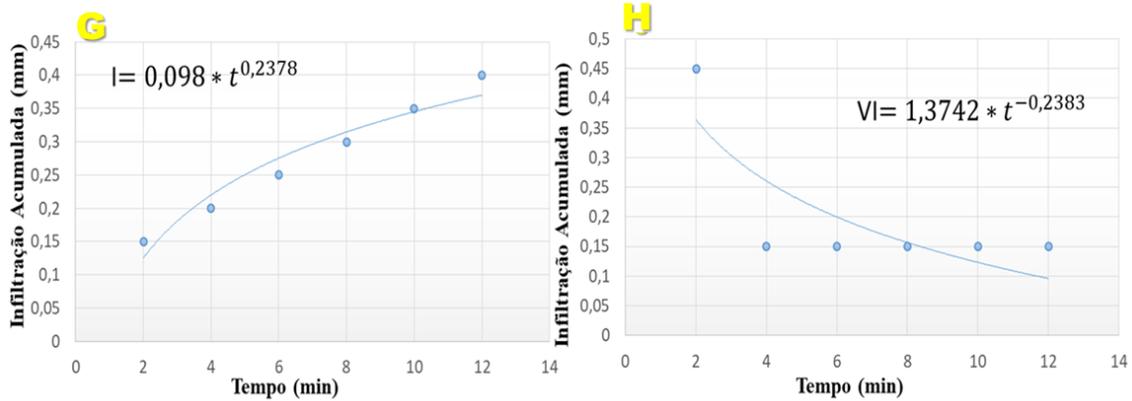
Modelo de infiltração (C) e modelo de velocidade de infiltração de Kostiakov (D) do solo de Alagoinhas - BA.



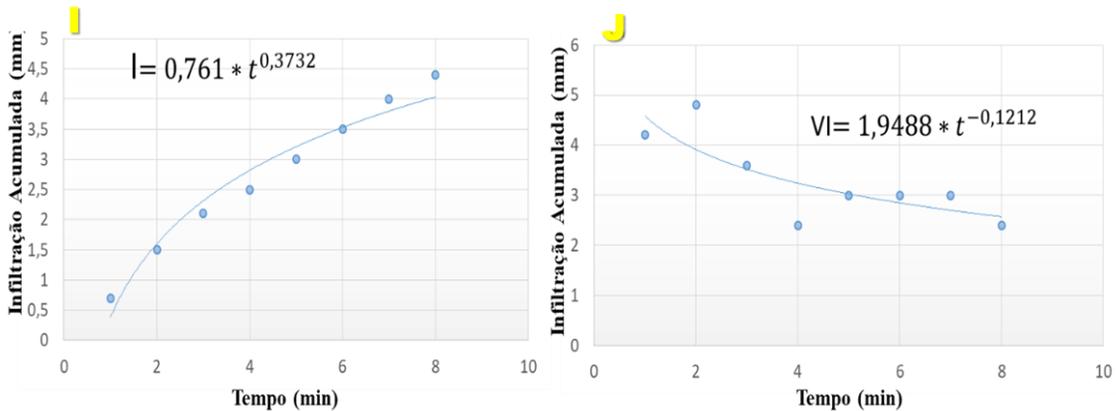
Modelo de infiltração (E) e modelo de velocidade de infiltração de Kostiakov (F) do solo de Irará - BA.



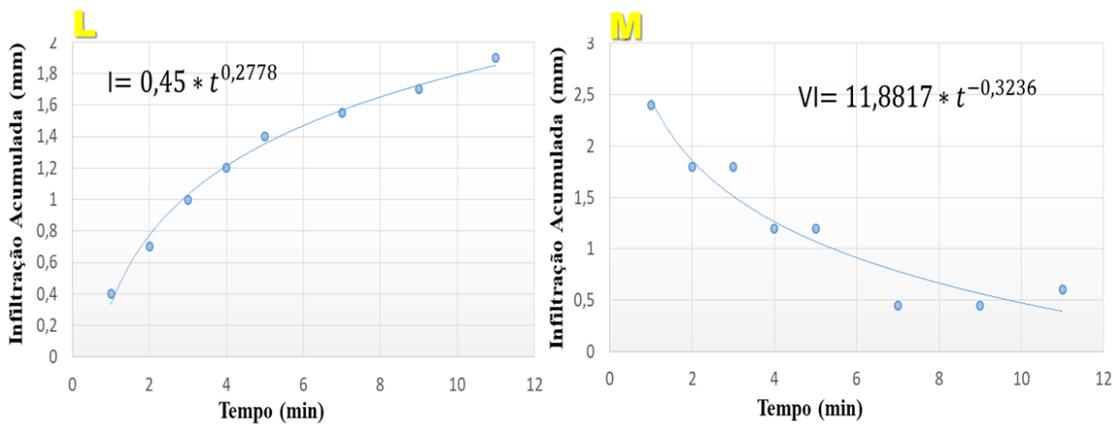
Modelo de infiltração (G) e modelo de velocidade de infiltração de Kostiakov (H) do solo de Riachão do Jacuípe - BA.



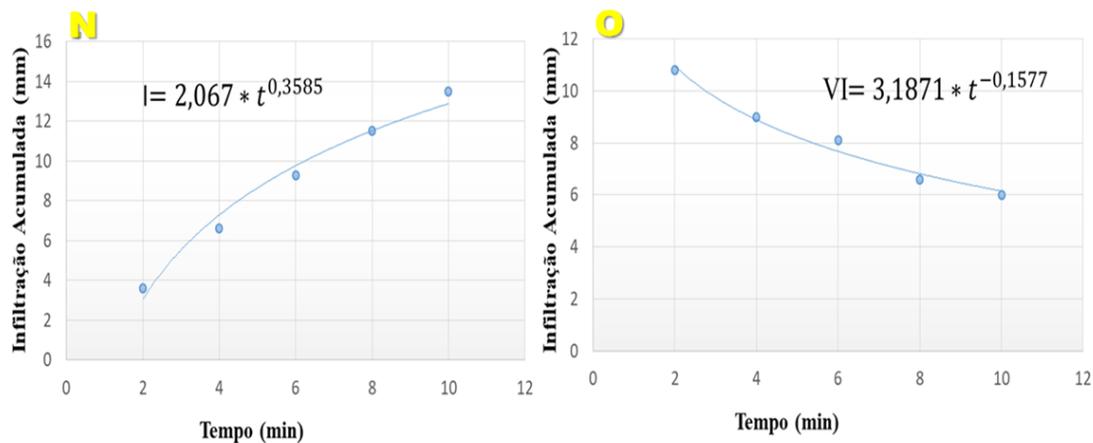
Modelo de infiltração (I) e modelo de velocidade de infiltração de Kostiakov (J) do solo de São Domingos - BA.



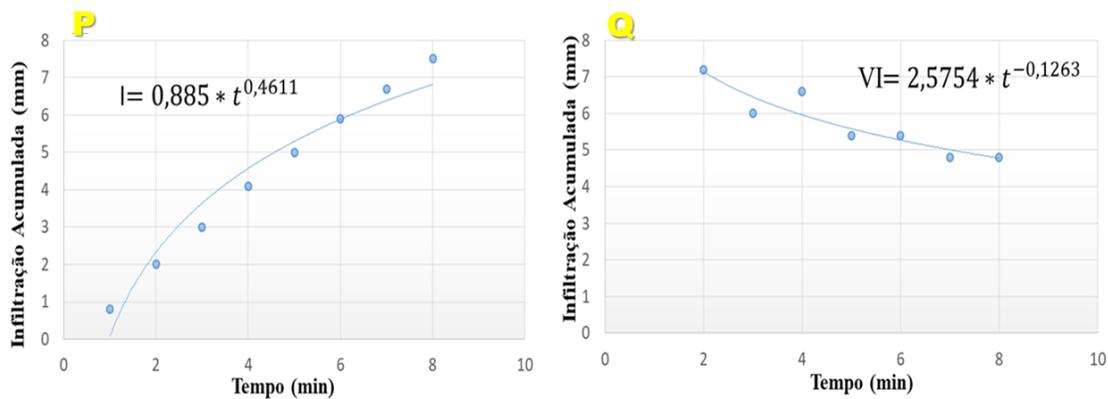
Modelo de infiltração (L) e modelo de velocidade de infiltração de Kostiakov (M) do solo de Saúde - BA.



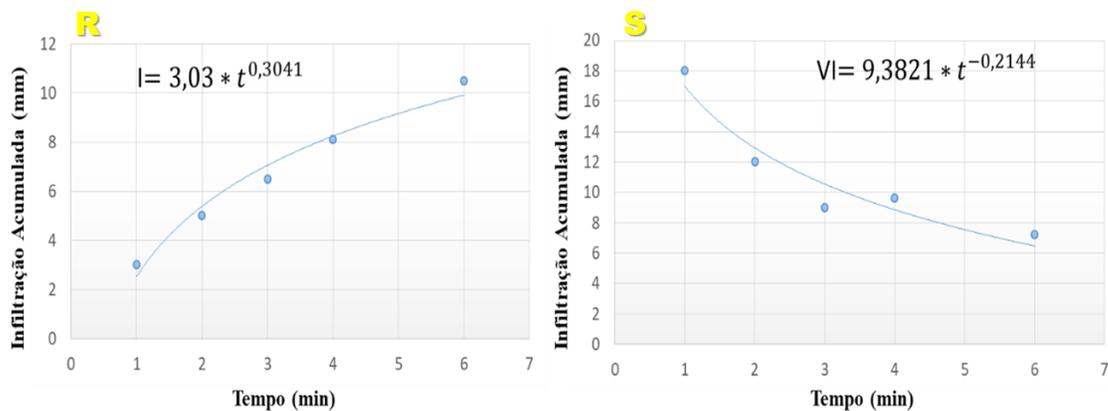
Modelo de infiltração (N) e modelo de velocidade de infiltração de Kostiakov (O) do solo de Umburanas - BA.



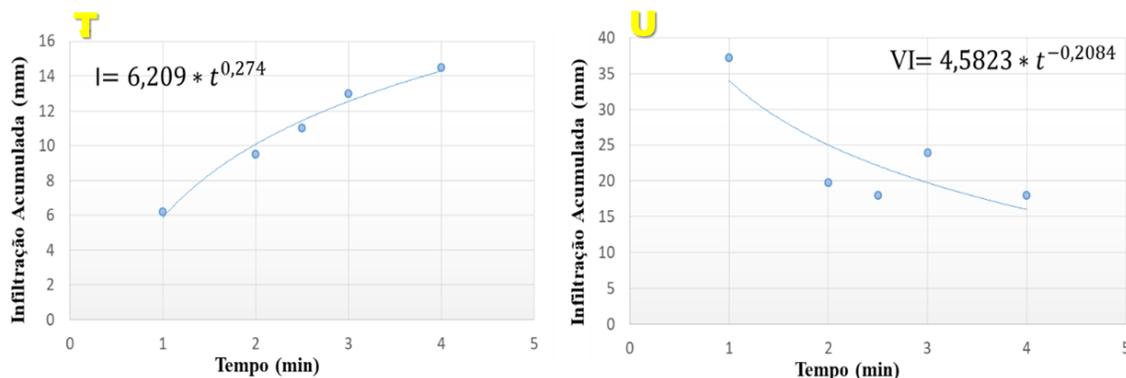
Modelo de infiltração (P) e modelo de velocidade de infiltração de Kostiakov (Q) do solo de América Dourada - BA.



Modelo de infiltração (R) e modelo de velocidade de infiltração de Kostiakov (S) do solo de Milagres - BA.



Modelo de infiltração (T) e modelo de velocidade de infiltração de Kostiakov (U) do solo de Valença - BA.



Parâmetros do modelo de infiltração com base em Kostiakov (1932) calculados

Lixões	Parâmetros do modelo de infiltração de Kostiakov				
	C	n	R ² *	$I = C * T^n$	Equações de regressão
Lixão de Santo Amaro	0,29957116	0,1229	0,9823	$I = 0,3 * T^{0,1229}$	$y = -0,4425x + 0,1586$
Lixão de Terra Nova	1,26794379	0,0454	0,8563	$I = 1,268 * t^{0,0454}$	$y = 0,0454x + 0,1031$
Lixão de Alagoinhas	0,20384497	0,1501	0,9899	$I = 0,204 * t^{0,1501}$	$y = 0,1501x + 0,6907$
Lixão de Irará	0,87740479	0,381	0,9957	$I = 0,877 * t^{0,381}$	$y = 0,381x - 0,0568$
Lixão de Riachão do Jacuípe	0,09788136	0,2378	0,9867	$I = 0,098 * t^{0,2378}$	$y = 0,2378x - 1,0093$
Lixão de São Domingos	0,76085167	0,3732	0,9921	$I = 0,761 * t^{0,3732}$	$y = 0,3732x - 0,1187$
Lixão de Saúde	0,44998703	0,2778	0,9698	$I = 0,45 * t^{0,2778}$	$y = 0,2778x - 0,3468$
Lixão de Umburanas	2,06728332	0,3585	0,9984	$I = 2,067 * t^{0,3585}$	$y = 0,3585x + 0,3154$
Lixão de América Dourada	0,88491183	0,4611	0,9922	$I = 0,885 * t^{0,4611}$	$y = 0,4611x - 0,0531$
Lixão de Milagres	3,0297026	0,3041	0,9993	$I = 3,03 * t^{0,3041}$	$y = 0,3041x + 0,4814$
Lixão de Valença	6,20869034	0,274	0,9932	$I = 6,209 * t^{0,274}$	$y = 0,274x + 0,793$

R²* Coeficiente de determinação da equação de regressão para o modelo da Infiltração (I) acumulada no tempo

Parâmetros do modelo de velocidade de infiltração com base em Kostiakov (1932) calculados

Lixões	Parâmetros do modelo de infiltração de Kostiakov							
	C	n	R ² **	$VI = nC * T^{n-1}$	VI (média)*	VI inicial	VI final	Equações de regressão
Lixão de Santo Amaro	2,102	0,5575	0,9299	$VI = 1,1719 * T^{-0,4425}$	0,23	1,5	0,15	$y = 0,1229x - 0,5235$
Lixão de Terra Nova	6,83177784	0,2902	0,9431	$VI = 1,8851 * T^{-0,5402}$	0,3	7,2	0,15	$y = -0,7098x + 0,6844$
Lixão de Alagoinhas	22,4165733	0,4774	0,8631	$VI = 10,7017 * T^{-0,5226}$	10,32	30	3,6	$y = -0,5226x + 1,3704$
Lixão de Irará	2,29893778	0,9038	0,8338	$VI = 2,0778 * T^{-0,0962}$	3,9	4,8	3	$y = -0,0962x + 0,7313$
Lixão de Riachão do Jacuípe	1,80417334	0,7617	0,6572	$VI = 1,3742 * T^{-0,2383}$	0,2	0,45	0,15	$y = -0,2383x + 0,6821$
Lixão de São Domingos	2,21753881	0,8788	0,6269	$VI = 1,9488 * T^{-0,1212}$	3,3	4,2	2,4	$y = -0,1212x + 0,6672$
Lixão de Saúde	17,5660957	0,8788	0,8238	$VI = 11,8817 * T^{-0,3236}$	1,071	2,4	0,6	$y = -0,3236x + 0,475$
Lixão de Umburanas	3,78376306	0,8423	0,9542	$VI = 3,1871 * T^{-0,1577}$	7,425	10,8	6	$y = -0,3236x + 0,475$
Lixão de América Dourada	2,94767939	0,8737	0,858	$VI = 2,5754 * T^{-0,1263}$	5,625	7,2	4,8	$y = -0,1263x + 0,946$
Lixão de Milagres	11,9425484	0,7856	0,951	$VI = 9,3821 * T^{-0,2144}$	11,16	18	7,2	$y = -0,2144x + 2,2388$
Lixão de Valença	5,78864978	0,7916	0,6768	$VI = 4,5823 * T^{-0,2084}$	19,95	37,2	18	$y = -0,2084x + 1,5222$

R²** Coeficiente de determinação da equação de regressão para o modelo da Velocidade de Infiltração (VI) no tempo

VI (média)* Não considerou-se a VI inicial, por possuir um valor muito acima da média

APÊNDICE C – TABELA DE CÁLCULO DE ESTIMATIVA DE CHORUME DOS LIXÕES

Tabela de cálculo de estimativa de chorume

Municípios	População	RSU (ton/dia)	RSU (Kg/dia)	Gravimetria (Fração orgânica dos RSU) em %
Milagres (BA)	10893	4	4000	24,7
Umburanas (BA)	19402	3	3000	24,7
América Dourada (BA)	16090	17	17000	24,7
Saúde (BA)	12943	3,5	3500	25,155
São Domingos (BA)	9072	4,8	4800	24,7
Riachão do Jacuípe (BA)	33468	15	15000	22
Irará	29173	10,6	10600	25,155
Alagoinhas (BA)	152327	76	76000	47
Santo Amaro (BA)	60131	36	36000	49,94
Valença (BA)	97233	36,3	36300	70,15

Tabela de cálculo de estimativa de chorume (continuação)

Teor de Umidade da fração orgânica dos RSU (%)	Qde mat. Org. nos RSU (Kg)	Qde umidade da mat. Org. dos RSU (Kg)	Volume de água em m³/ton./dia Resíduos= potencial de chorume (m³)	Potencial de chorume Mensal (m³)
60	988	592,8	0,5928	17,784
60	741	444,6	0,4446	13,338
60	4199	2519,4	2,5194	75,582
60	880,425	528,255	0,528255	15,84765
60	1185,6	711,36	0,71136	21,3408
60	3300	1980	1,98	59,4
60	2666,43	1599,858	1,599858	47,99574
60	35720	21432	21,432	642,96
60	17978,4	10787,04	10,78704	323,6112
60	25464,45	15278,67	15,27867	458,3601

APÊNDICE D – DADOS CLIMÁTICOS E DE ESTIMATIVA DE LIXIVIADO DOS LIXÕES

PRECIPITAÇÃO (MM)												
Municípios estudados	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Milagres (BA)	72	66	62	37	22	28	20	15	13	26	66	90
Umburanas (BA)	102	81	49	42	3	2	2	0	2	29	114	108
São Domingos (BA)	53	54	55	50	50	44	44	28	20	21	57	63
América Dourada (BA)	100	75	83	44	7	3	2	1	5	34	110	109
Riachão do Jacuípe (BA)	84	62	66	37	4	4	2	3	9	60	121	122
Saúde (BA)	76	69	84	53	30	22	18	13	11	34	74	102
Irará	72	70	96	105	128	103	101	69	49	50	94	85
Alagoinhas (BA)	79	83	121	189	238	161	147	97	72	75	117	109
Santo Amaro (BA)	82	86	128	235	296	182	189	115	80	86	123	111
Valença (BA)	135	172	203	238	209	208	215	156	118	130	151	147

EVAPORAÇÃO (MM)												
Municípios estudados	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Milagres (BA)	123,6	100,3	112,6	92,8	86,6	80,5	92,9	126,2	156,3	180,1	153,8	138,3
Umburanas (BA)	152,8	127,75	135,4	131,4	156,95	169,55	196,65	235,65	259,15	252,8	203	167,4
São Domingos (BA)	142,1	125,5	122,9	104,9	93,9	75,3	75,2	98,7	126,1	163,4	159,6	138,9
América Dourada (BA)	159,6	135,3	138,9	127,4	144,6	161,0	188,9	228,8	247,6	238,7	195,5	165,6
Riachão do Jacuípe (BA)	139	108,6	106,2	86,4	69,6	55	62,2	84,9	111,7	153,3	150,5	142,9
Saúde (BA)	166,0	146,5	153,3	130,3	108,2	105,3	118,7	152,4	178,3	200,8	193,6	166,3
Irará	97,25	78,4	79,85	67,25	57,05	50,3	54,05	63,75	73,55	94,2	87,3	96,35
Alagoinhas (BA)	87,7	76,5	71,7	63,1	55,1	49,9	54,1	61,7	63,2	81,6	77,3	97,3
Santo Amaro (BA)	64,0	58,3	59,1	52,3	45,5	40,1	40,4	42,5	47,9	56,8	58,5	63,1
Valença (BA)	78,6	70,9	75,0	66,4	61,1	61,7	61,8	67,5	72,0	74,2	72,6	70,0

Saúde (BA)	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	190,2
São Domingos (BA)	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	256,1
Riachão do Jacuípe (BA)	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4	712,8
Irará (BA)	48,0	48,0	69,6	319,2	686,0	507,3	440,1	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	2358,2
Alagoinhas (BA)	643,0	643,0	1501,9	3333,0	4702,1	3040,7	2596,7	1215,2	687,1	254,1	1253,8	643,0	20513,4
Santo Amaro (BA)	563,8	1229,5	3723,2	10034,6	14065,8	7874,5	8257,0	3822,5	1635,7	1340,7	3463,8	2393,3	58404,4
Valença (BA)	183,7	3442,0	4344,5	5919,3	5136,6	5076,8	5315,2	3030,2	1523,7	1847,2	2642,5	2613,1	42726,9

APÊNDICE E – IMAGENS AÉREAS DOS LOCAIS DOS LIXÕES ESTUDADOS

Imagens aéreas dos lixões municipais estudados.

Lixão de Valença



Lixão de Santo Amaro



Lixão de Irará



Lixão de Alagoinhas



Lixão de São Domingos



Lixão de Riachão do Jacuípe



Lixão de Milagres**Lixão de América Dourada****Lixão de Umburanas****Lixão de Saúde**

Fonte: Adaptado GOOGLE. Google Earth website. Disponível em: <http://earth.google.com/>>. Acesso em 22 fev. 2020.

ANEXO A – REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA

Geosciences = Geociências

Atual Arquivos Sobre ▾

Revista
GEOCIÊNCIAS

unesp

ISSN: 1980-900X (online)

Open Journal Systems

Idioma

English

Español (España)

Português (Brasil)

Edição Atual

v. 40 n. 1 (2021): REVISTA GEOCIÊNCIAS UNESP, Volume 40, Número 1

Publicado: 2021-03-24

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO DE TRABALHOS

GEOCIÊNCIAS é uma revista trimestral *on-line*, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Rio Claro, que divulga trabalhos sobre temas de Geologia e Geografia Física, básicos e de aplicação, de autores da Unesp e de outras instituições, do país e do exterior, de interesse para a comunidade geocientífica, e a coletividade em geral.

A partir do ano de 2009, a revista passou a ser editada apenas no formato eletrônico, com o ISSN 1980-900X, seguindo a tendência das revistas internacionais.

1. TIPO DE TRABALHO PUBLICADO

A revista publica Artigos com dados e resultados originais e inéditos de pesquisas científicas e técnicas, redigidos em português, inglês ou espanhol.

2. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

a) O trabalho deve ter:

- 1) Título, coerente com o conteúdo.
- 2) Nomes do(s) autor(es), completos e por extenso, **encaminhados em separado do texto do artigo.**
- 3) Instituição(ões)/empresa(s) a que se vincula(m), com endereço(s): logradouro, CEP, cidade, estado, endereço eletrônico, completos e sem abreviaturas ou siglas.
- 4) Sumário dos itens e subitens, mostrando a hierarquia deles.

- 5) Resumo de até 200 palavras, em parágrafo único, sem incluir citações bibliográficas, seguido de até cinco palavras-chave que reflitam a natureza e conteúdo do trabalho e escritos na língua utilizada no artigo.
 - 6) Título, resumo e palavras-chave vertidos para outra língua dentre as indicadas acima.
- b) A estrutura do artigo deve ter, ressalvada a natureza do trabalho que exija explanação diferente e mais adequada à boa exposição das informações:
- 1) Introdução, contextualizando o trabalho e definindo o objetivo do artigo.
 - 2) Materiais, métodos e técnicas.
 - 3) Apresentação de dados.
 - 4) Discussões, interpretações e resultados.
 - 5) Conclusões ou considerações finais.
 - 6) Agradecimentos.
 - 7) Lista das referências bibliográficas citadas.
- c) A hierarquia de itens e subitens deve ser feita em até 5 níveis:
- 1) Nível 1: negrito, em maiúsculas, centrado. Ex.: **INTRODUÇÃO**.
 - 2) Nível 2: negrito, caixa alta, alinhado à esquerda. Ex.: **LITOLOGIA**.
 - 3) Nível 3: negrito, primeiras letras em maiúsculas e as demais em minúsculas, alinhado à esquerda. Ex.: **Aspectos do Relevô**.
 - 4) Nível 4: itálico, negrito, primeiras letras em maiúsculas e as demais em minúsculas, alinhado à esquerda. Ex.: ***Xístos do Grupo São Roque***.
 - 5) Nível 5: itálico, não-negrito, primeiras letras em maiúsculas e as demais em minúsculas, alinhado à esquerda. Ex.: *Características Texturais dos Sedimentos*.

3. SUBMISSÃO DO ARTIGO

- a) O texto deve ser elaborado em tamanho A4, margens de 2 cm, espaço duplo, recuos (parágrafos) de 0,5 cm, fonte Times New Roman de 12 pontos, sem formatação, sem hifenização, utilizando o editor de textos Microsoft Word. Extensão: até 30 páginas, incluindo texto, ilustrações e referências bibliográficas. Não são aceitos textos escaneados.
- 1) Unidades e símbolos de medidas devem seguir o sistema de padronização internacional (ex.: M para milhão, G para bilhão, m, cm, km, kb, MPa etc.). Símbolos não-usuais e abreviaturas, quando utilizados, devem ter os significados explicitados quando da primeira citação no texto.
 - 2) Equações e fórmulas devem ser inseridas no texto em formato **JPG**. Todos os símbolos e abreviaturas utilizados devem ter seus significados explicitados. Se forem citadas no texto podem ser numeradas com algarismos arábicos sucessivos, colocados à direita.
 - 3) Palavras estrangeiras e citações, se usadas, devem aparecer em itálico.
 - 4) Notas de rodapé não são aceitas (inclusive para indicação dos nomes de instituições ou empresas). Eventuais notas complementares podem ser inseridas no fim do texto, referidas como APÊNDICES, limitados à exposição de detalhes imprescindíveis à compreensão do texto (p. ex., minúcias de ensaios, deduções de equações).
 - 5) A redação deve ser impessoal (terceira pessoa).

4. ILUSTRAÇÕES

- a) As ilustrações e suas legendas devem ser apresentadas em separado do texto, com as respectivas legendas.
- b) São ilustrações:
- 1) TABELAS (sem molduras verticais das células) e QUADROS (com molduras horizontais e verticais das células) elaboradas no Winword ou Excel, dispostas em formato Retrato.
 - 2) FIGURAS, que são mapas, perfis, diagramas e assemelhados, em preto & branco, tons de cinza ou coloridas, numeradas sequencialmente com algarismos arábicos, na ordem de inserção no texto. As figuras devem ser apresentadas em formato **tif**. No texto devem ser apontados os locais de inserção em uma linha logo após o parágrafo em que é feita a primeira citação.
 - 3) FOTOS, FOTOMICROGRAFIAS, IMAGENS e assemelhados, e PRANCHAS, que são quadros de tais documentos. Devem se apresentadas em tons de cinza, em formato **jpg**, com resolução

mínima de 300 dpi. Não são aceitas cópias xerográficas. Inserir escala gráfica, se necessário. Indicações devem ter tamanhos ou espessuras que comportem redução e visibilidade no tamanho de largura máxima entre 8 a 17 cm (largura útil da página impressa).

c) Ilustrações coloridas podem ser utilizadas.

5. CITAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

a) Citações no texto:

- 1) de um autor – ex.: Adams (1989), (Adams, 1996);
- 2) de dois autores – ex.: Cox & Singer (1986), (Cox & Singer, 1986);
- 3) de trabalhos de mais de 2 autores – ex.: Lopes et al. (1992), (Lopes et al., 1992);
- 4) de mais de um trabalho do mesmo autor e do mesmo ano ou de anos distintos – ex.: Johnson (1995a, b, c); Roberts (1996, 1997); (Johnson, 1995a, b; Roberts, 1996a, b, 1997);
- 5) Para citações indiretas, usar **segundo** em vez de **apud** – ex.: Lucas (1975, segundo Silva, 1993).
- 6) Evitar o uso de **op. cit.** – ex.: Martins (1998) em vez de Martins (op. cit.).

b) Lista de REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- 1) Seguir a ordem alfabética dos nomes dos autores e numerar consecutivamente. Se houver mais de um trabalho do(s) mesmo(s) autor(es) num ano, indicar no final (a), (b), (c)...
- 2) Entrada de um autor – ex.: SILVA, A.L. DA.
- 3) Entrada de dois autores – ex.: SILVA, J.L. & RUIZ, A. DA S.
- 4) Entrada de de três ou mais autores – citar todos. Ex.: LIMA, E.S.; MARQUES, J.S.; CAMPOS, A.
- 5) Exemplos de citação de publicações:

Livros, monografias, relatórios

COSTA, M.C. da & ANGÉLICA, R.S. (Coordenadores). **Contribuições à Geologia da Amazônia**. Belém: Financiadora de Estudos e Projetos e Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo Norte, 446 p., 1997.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Jacupiranga-Guará - geologia, levantamento geoquímico, processamento aerogeofísico e metalogenia das folhas SG22-X-8-VI-2 (Jacupiranga) e SG22-X-B-VI-4 (Rio Guará), Estado de São Paulo, Escala 1 :50.000**. São Paulo: Convênio Secretaria de Estado de Energia / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Serviço Geológico do Brasil, 245 p., 1999.

Capítulos de livros

ROOSEVELT, A.C. The influence of geology on soils, biota and the human occupation of Amazonia. In: COSTA, M.C. da & ANGÉLICA, R.S. (Coordenadores), **Contribuições à Geologia da Amazônia**. Belém: Financiadora de Estudos e Projetos e Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo Norte, p. 1-14, 1997.

Dissertações e Teses

SANTOS, M. DOS. **Serra da Mantiqueira e Planalto do Alto Rio Grande: a bacia terciária de Aiuruoca e evolução morfotectônica**. Rio Claro, 1999. 134 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

Artigos de periódicos

FERREIRA, M.C. Análise espacial da densidade de drenagem em Sistema de Informação Geográfica através de um modelo digital de distâncias interfluviais. **Geociências**, v. 18, n. 1, p. 7-22, 1999.

Resumos (estendidos ou não) publicados em eventos técnico-científicos

ROY, P. Estuaries and coastal valley-fills in Southeast Australia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 6, 1997, Curitiba. **Resumos Expandidos...** São Paulo: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 1997, p. 12-13.

c) Outros

- 1) Programas de computação (*softwares*) citados no texto devem ser referenciados como trabalhos, com dados de autoria, versão, local, data.

- 2) Documentos consultados na Internet: citar a URL e data de acesso. Ex.: C.M.L. da Cunha & I.A. Mendes. **Proposta de análise integrada dos elementos físicos da paisagem: uma abordagem geomorfológica**. Disponível em:
<http://www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista/Sumario0301.htm>. Acessado em: 25jan2006.
- 3) Trabalhos aceitos para publicação ou no prelo: citar, com indicação da situação.
- 4) Comunicações pessoais e trabalhos em preparação ou submetidos para publicação não devem ser citados na listagem bibliográfica, mas apenas no texto.
- 5) Não devem ser citados documentos (relatórios e outros) confidenciais ou inacessíveis aos leitores.

6. ANÁLISE DOS TRABALHOS E PROCEDIMENTOS DA EDITORIA

- 1) O autor ou primeiro autor será comunicado da recepção do trabalho, dos resultados das avaliações pelos Consultores e aceitação para publicação.
- 2) Os trabalhos receberão avaliação crítica do mérito por um ou dois membros do Conselho Editorial e/ou Corpo Consultivo tendo em vista a publicação na revista. O prazo para avaliação é de 30 dias.
- 3) Trabalhos não recomendados serão devolvidos. Aqueles cuja aceitação dependa de modificações ou ajustes serão devolvidos ao(s) autor(es) para adequação.
- 4) Revisões de aspectos formais dos trabalhos, antes da impressão final, serão efetuadas pelo Conselho Editorial.
- 5) Os dados, informações e conceitos emitidos nos trabalhos são de inteira responsabilidade dos autores. O autor ou primeiro autor do trabalho responde pela autorização de sua publicação e cessão de direitos autorais à revista.

7. ENCAMINHAMENTO

Os trabalhos devem ser enviados exclusivamente por meio eletrônico pelo sistema SEER através do endereço:

<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias>

ANEXO B – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO

Outlook

Pesquisar

Reunir-se Agora

Nova mensagem

Excluir Arquivar Lixo Eletrônico Limpar Mover para Categorizar Adiar

Pastas

Caixa de En... 1434

Lixo Eletrônico 9

Rascunhos

Itens Enviados

Itens Excluídos

Arquivo Morto

Anotações

Histórico de Conv...

Nova pasta

Grupos

[Geociencias] Agradecimento pela Submissão

Prof. Dr. Norberto Morales <revigeoc.rc@unesp.br>
Qui, 15/07/2021 14:55
Para: Você

Marcelo,

Agradecemos a submissão do seu manuscrito "AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE LIXÕES NA BAHIA – BRASIL, UTILIZANDO PARÂMETROS DO MEIO FÍSICO E DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - RSU" para Geosciences = Geociências. Através da interface de administração do sistema, utilizado para a submissão, será possível acompanhar o progresso do documento dentro do processo editorial, bastando logar no sistema localizado em:

URL do Manuscrito: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/authorDashboard/submission/16132>
Login: mjesus

Em caso de dúvidas, envie suas questões para este email. Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de transmitir ao público seu trabalho.

Prof. Dr. Norberto Morales
Geosciences = Geociências <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias>

Responder Encaminhar

Biblioteca da Submissão Ver metadados

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE LIXÕES NA BAHIA – BRASIL, UTILIZANDO PARÂMETROS DO MEIO FÍSICO E DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - RSU
Marcelo Henrique Jesus, Sr

Submissão Avaliação Edição de Texto Editoração

Arquivos da Submissão Q Buscar

84551-1	mjesus, ARTIGO1 - MARCELO HENRIQUE DE JESUS.docx	July 15, 2021	Texto do artigo
---------	--	---------------	-----------------

Baixar Todos os Arquivos

Discussão da pre-avaliação Adicionar comentários

Name	De	Última resposta	Respostas	Fechado
Comentários para o editor	mjesus	-	0	<input type="checkbox"/>
	2021-07-15 02:42 PM			