III-440-CENÁRIO ATUAL E SOLUÇÕES PARA O ENCERRAMENTO DOS LIXÕES NA REGIÃO DO MATO GRANDE/RN.

João Vinícius Cruz Barbosa[(1)]
Geógrafo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Especialista em Energias Renováveis pela Universidade Potiguar. Pesquisador na Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte.
Luênia Kaline Tavares da Silva[(2)]
Gestora Ambiental e Pesquisadora na Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte.
Robson Henrique Pinto da Silva[(3)]
Geólogo e Coordenador de Meio Ambiente e Saneamento na Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte.
Sérgio Bezerra Pinheiro[(4)]
Engenheiro Civil e Assessor Especial na Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte.
André Luiz Bezerra da Silva[(5)]
Engenheiro Ambiental e Subcoordenador de Saneamento na Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte.

Endereço[(1)]**:** Rua Ismael Pereira da Silva. 1728. Condomínio Atlantis Plaza. Apto. 902. Natal - RN - CEP: 59082-000 - Brasil - Tel: (84) 99164-2064 - e-mail: vinicius.365@gmail.com

RESUMO

Muitos municípios brasileiros descartam seus resíduos em lixões, podendo causar impactos no solo, nas águas, na atmosfera, assim como à saúde da população. No Rio Grande do Norte foram gerados 1.115.075 toneladas de resíduos no ano de 2019, e de acordo com o Plano Estadual de Resíduos Sólidos de 2015, aproximadamente 93% dos municípios destinam seus resíduos para lixões existentes em seu próprio território, ou seja, a grande maioria dos municípios potiguares destina de forma inadequada seu "lixo", sendo os outros 7% destinados a aterros sanitários ou a aterros sanitários controlados. Nesse contexto, o presente artigo objetivou avaliar a situação dos lixões localizados na Região do Mato Grande do Estado do Rio Grande do Norte. Foi feito um levantamento bibliográfico e documental de informações sobre os 13 (treze) lixões da região, relacionando a área onde estão inseridos com os impactos ambientais que podem causar, levando em consideração aspectos como: proximidade com corpos d'agua, vulnerabilidade dos aquíferos da região e também o acumulado de chuvas durante o ano, pois índices pluviométricos elevados podem agravar ainda mais a contaminação das águas e dos solos. Além disso, foram elaborados mapas geológicos com dados fornecidos pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) para que fossem identificadas as áreas mais vulneráveis a infiltração de líquidos poluentes no solo, provenientes dos lixões, principalmente em períodos chuvosos. Correlacionando a localização dos lixões, com o grau de vulnerabilidade dos aquíferos, além de informações sobre a localização dos corpos d'água e o acumulado de chuvas do ano de 2020, foi possível identificar quais as áreas que estão sendo mais afetadas. Concluiu-se que cenário atual dos lixões na Região do Mato Grande é preocupante, quando se analisa ambientalmente onde a região está inserida, uma área de aquíferos considerada de alta ou extrema vulnerabilidade em sua maioria. Além do que alguns lixões estão inseridos em área de duna ou próximos a corpos d'água. Por fim, os resultados deste artigo poderão ser utilizados por instituições interessadas como embasamento técnico-operacional no gerenciamento dos resíduos sólidos municipais, além de contribuir com informações para instituir a Política Estadual de Resíduos Sólidos.

PALAVRAS-CHAVE: Impactos Ambientais, Resíduos Sólidos, Aterros Sanitários.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil muitos municípios descartam seus resíduos sólidos em lixões, também conhecidos como vazadouros a céu aberto, porém, o acúmulo desse tipo de resíduo em local inadequado pode causar impactos no solo, nas águas, na atmosfera e também aos seres vivos.

Segundo Andrade e Ferreira (2011 p. 08),

> Cidades que apresentam gestão deficiente de resíduos sólidos podem sofrer com poluição atmosférica decorrente de material particulado, odores e gases nocivos; poluição hídrica resultante do chorume de "lixões" e do lançamento direto dos resíduos no ambiente; contaminação e degradação do solo; desvalorização imobiliária das áreas próximas aos locais de disposição de resíduos; e proliferação de doenças através de vetores associados aos resíduos sólidos.

No ano de 2010 foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal nº 12.305/2010, que dentre seus objetivos estão a "Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental" e também a "Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos". A PNRS determinou prazos para o encerramento dos lixões nos municípios em todo o país, esse prazo expirou em agosto de 2014, contudo, 60% das prefeituras não conseguiram cumprir a determinação.

O novo marco do saneamento básico (Lei Federal n° 14.026/2020) em seu Artigo 54 consolidou a ampliação do prazo de ajustamento da disposição final adequada dos rejeitos para 31 de dezembro de 2020 e até 2024 para os municípios que até a data da promulgação da lei tenham elaborado o plano de gestão de resíduos sólidos e que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira. Os prazos para o encerramento dos lixões foram consolidados da seguinte forma (BRASIL, 2020):

> I - Até 2 de agosto de 2021, para capitais de Estados e Municípios integrantes de Região Metropolitana (RM) ou de Região Integrada de Desenvolvimento (Ride) de capitais;
> II - Até 2 de agosto de 2022, para Municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010, bem como para Municípios cuja mancha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com países limítrofes;
> III - Até 2 de agosto de 2023, para Municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010; e
> IV - Até 2 de agosto de 2024, para Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010.

No entanto, os prazos acima indicados não se aplicam aos Municípios que até 31 de dezembro de 2020 tenham elaborado plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sustentabilidade econômico-financeira da execução dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) divulgou em seu Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil que o país produziu no ano de 2019 cerca de 79.069.585 toneladas de resíduos sólidos urbanos.

Em se tratando do Rio Grande do Norte (RN) foram gerados 1.115.075 toneladas de resíduos no ano de 2019, e de acordo com o Plano Estadual de Resíduos Sólidos de 2015 (PERS), aproximadamente 93% dos municípios destinam seus resíduos para lixões existentes em seu próprio território, ou seja, a grande maioria dos municípios potiguares destina de forma inadequada seu "lixo", sendo os outros 7% destinados a aterros sanitários ou a aterros sanitários controlados.

A partir do Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado do Rio Grande do Norte (PEGIRS-RN, 2012) foi elaborada uma sugestão de regionalização territorial com proposta de municípios e população atendida. As regiões agrupadas foram: Agreste, Alto Oeste, Assú, Região Metropolitana, Mossoró e Mato Grande.

Este estudo concentra-se na região do Mato Grande, formada por 26 municípios que possuem uma população estimada de 240.822 habitantes, dos quais 114.390 habitantes residiam na zona rural e 126.431 residiam na zona urbana, representando 52,5% da população total (IBGE, 2019).

De acordo com o Projeto de Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU (2020) do Consórcio Intermunicipal de Saneamento do Mato Grande (CISMAG), dos 26 municípios, apenas 15 fazem parte do Consórcio. Os municípios integrantes do CISMAG são: Bento Fernandes, Caiçara do Norte, Galinhos, Jandaíra, Jardim de Angicos, João Câmara, Parazinho, Pedra Grande, Poço Branco, Pureza, Rio do Fogo, São Bento do Norte, São Miguel do Gostoso, Taipú e Touros.

Dos 15 municípios selecionados para a pesquisa, com exceção de São Miguel do Gostoso e Touros, os outros 13 ainda possuem lixões. Em conformidade com os prazos estabelecidos no Novo Marco Regulatório do Saneamento e levando em consideração a demografia dos municípios da região do Mato Grande, onde o município com maior população é João Câmara com 35.160 habitantes, a disposição de resíduos sólidos deve ser adequada à legislação até a data de 2 de agosto de 2024.

Diante deste cenário, o presente estudo teve como objetivo avaliar a situação dos lixões localizados na Região do Mato Grande do Estado do Rio Grande do Norte (RN), com ênfase nos municípios que compõem o Consórcio Intermunicipal de Saneamento do Mato Grande (CISMAG), possibilitando um planejamento que visa soluções para a disposição final de resíduos sólidos.

Este artigo foi desenvolvido no âmbito do Projeto de Pesquisa e Inovação vinculado ao Termo de Cooperação Técnica-Científica formalizado em 2019 entre a Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Norte (FAPERN) e a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH).

2 METODOLOGIA

A seleção da Região do Mato Grande como área de estudo se deu através de uma analise prévia com relação às regiões mais afetadas pela influência dos lixões na esfera ambiental. Isso se deve por ser uma área com alguns lixões em áreas de dunas ou próximos a corpos d'água, além de outros lixões inseridos em zonas de aquíferos que se caracterizam por ter uma elevada capacidade de infiltração, onde juntamente com os períodos mais chuvosos, que provocam carreamento de poluentes, podem causar impactos ambientais em aguas superficiais e subterrâneas, esta última principalmente nas áreas onde a vulnerabilidade dos aquíferos é elevada, como nos aquíferos Jandaíra e Barreiras, por exemplo.

A localização dos lixões e caracterização geológica se deu através de técnicas de geoprocessamento, utilizando arquivos no formato *shapefile* e o software livre *Qgis*. Com a utilização de mapas elaborados com dados retirados do PERS foi possível perceber que a região do Mato Grande apresenta uma quantidade relevante de lixões, com 13 dos 15 municípios dispondo os resíduos inadequadamente, por vezes, encontra-se até mais de um lixão.

Além disso, foram elaborados mapas geológicos com dados fornecidos pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) para que fossem identificadas as áreas mais vulneráveis a infiltração de líquidos poluentes no solo, provenientes dos lixões, principalmente em períodos chuvosos.

No documento referente à Revisão e Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (PERH) (Consórcio Águas Potiguares, 2019), se pode ver uma classificação relacionada à vulnerabilidade dos aquíferos do Estado. Foster, Hirarata e Rocha (1988) propõem um roteiro básico de avaliação da vulnerabilidade natural do aquífero. No PERH é explicado que esse é um método qualitativo de avaliação do grau de vulnerabilidade à contaminação (insignificante, baixo, médio, alto, extremo) através de um índice de vulnerabilidade definido como o produto dos índices atribuídos aos 03 (três) parâmetros de entrada seguintes:

1. O tipo de ocorrência da água subterrânea (ou condição do aquífero), classificado segundo índices variáveis de 0 a 1. Caracteriza a facilidade de acesso do contaminante à zona saturada, no sentido hidráulico.
2. A litologia e grau de consolidação do meio poroso classificado segundo índices compreendidos entre 0,3 e 1. Caracteriza a capacidade de depuração das camadas na zona não saturada, estimada pelo teor de argilas.
3. A distância à água, determinada pela profundidade do nível freático do aquífero livre ou profundidade do teto do aquífero confinado, e classificada segundo índices variáveis de 0,3 a 0,9.

O produto desses parâmetros será o índice de vulnerabilidade do aquífero, expresso de 0 a 1.

Essas informações foram coletadas e adaptadas para a região de estudo da pesquisa, correlacionando a localização dos lixões e o grau de vulnerabilidade da área onde ele está inserido.

Sabendo que em períodos chuvosos aumenta o risco de contaminação de corpos d'água devido à lixiviação, foi necessária a coleta de dados em sites de órgãos públicos como a Empresa de Pesquisa Agropecuária (EMPARN) e a Agencia Nacional de Águas (ANA).

Através da EMPARN foram obtidos os dados de precipitação acumulada no ano de 2020. Todavia, não foi possível coletar dados de todos os municípios estudados devido à ausência de material disponível. Nesse caso, foram coletados dados de 06 (seis) municípios: Bento Fernandes, Jardim de Angicos, João Câmara, Parazinho, Pedra Grande e São Bento do Norte. Da ANA, foram utilizados os arquivos *shapefiles*, necessários para o mapeamento de cursos d'água e massas d'água, no intuito de avaliar a proximidade dos lixões em relação aos corpos d'água da região.

Correlacionando a localização dos lixões, com o grau de vulnerabilidade dos aquíferos, além de informações sobre a localização dos corpos d'água e o acumulado de chuvas do ano de 2020 de alguns municípios da região, foi possível identificar quais as áreas que estão sendo mais afetadas.

Com todas as informações coletadas e análises concluídas, as etapas seguintes consistiram em buscar soluções para a destinação inadequada de resíduos nos municípios inseridos na área de estudo. Essas soluções se basearam em estudos da Associação Internacional de Resíduos Sólidos (ISWA) e publicados pela ABRELPE, onde eles elaboraram um roteiro simplificado com etapas para o encerramento de lixões.

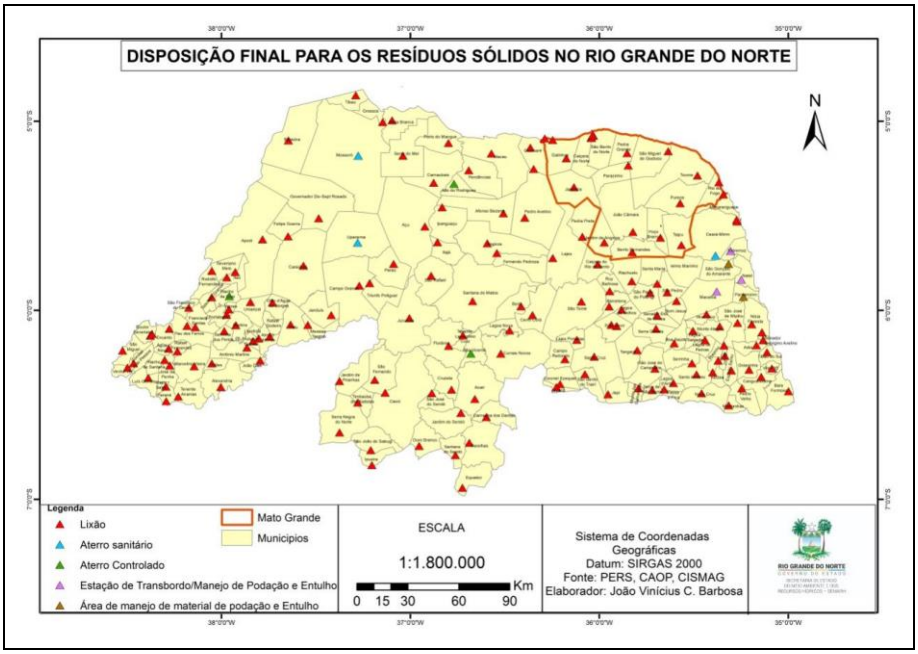
Além disso, artigos e informações coletadas na própria SEMARH contribuíram para que soluções fossem pensadas levando em consideração a localização e as condições dos municípios.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Região do Mato Grande, em específico os municípios que compõem o CISMAG, possui 18 lixões distribuídos em 15 municípios, de acordo com informações do PERS e do Centro de Apoio Operacional do Meio Ambiente (CAOP-MA). A distribuição desses lixões nos municípios ocorre da seguinte forma: 03 lixões em Galinhos, 02 lixões em Caiçara do Norte, 02 lixões em Rio do Fogo, 02 Lixões em São Bento do Norte, 01 lixão nos municípios de Bento Fernandes, Jandaíra, Jardim de Angicos, João Câmara (Figura 1), Parazinho, Pedra Grande, Poço Branco, Pureza e Taipu.

Nos municípios de São Miguel do Gostoso e Touros, apesar de teoricamente não possuírem lixões, segundo informações do próprio CISMAG, não existem estações de transbordo. Assim, os resíduos são depositados a céu aberto até que caminhões recolham e os transportem ao aterro sanitário da BRASECO S/A.

Figura 1: Lixão em João Câmara/RN
Fonte: CISMAG (2021)



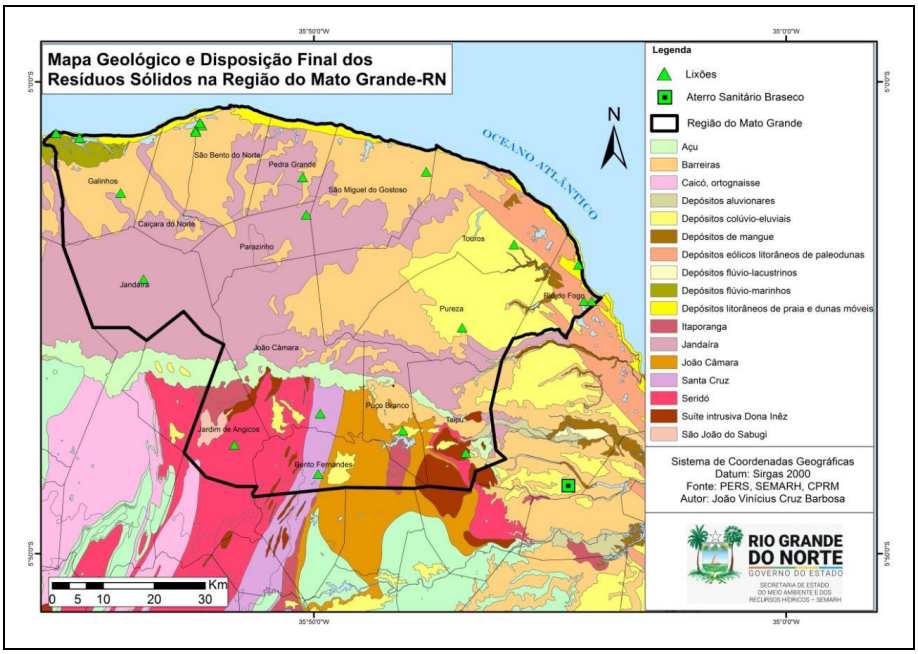
Mapa 1: Disposição final dos Resíduos Sólidos no RN
Fonte: Elaboração própria em 2021.

No Mapa 1, podemos ver que no RN a maioria dos municípios destina seus resíduos para lixões, inclusive na região do Mato Grande, exceto Touros e São Miguel do Gostoso que enviam seus resíduos para o aterro sanitário da BRASECO S/A no município de Ceará Mirim, os demais se utilizam de lixões.

3.1 VULNERABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Os territórios municipais, consequentemente os lixões, estão inseridos em formações geológicas e hidrogeológicas com características específicas que podem favorecer ou não a contaminação das águas subterrâneas.

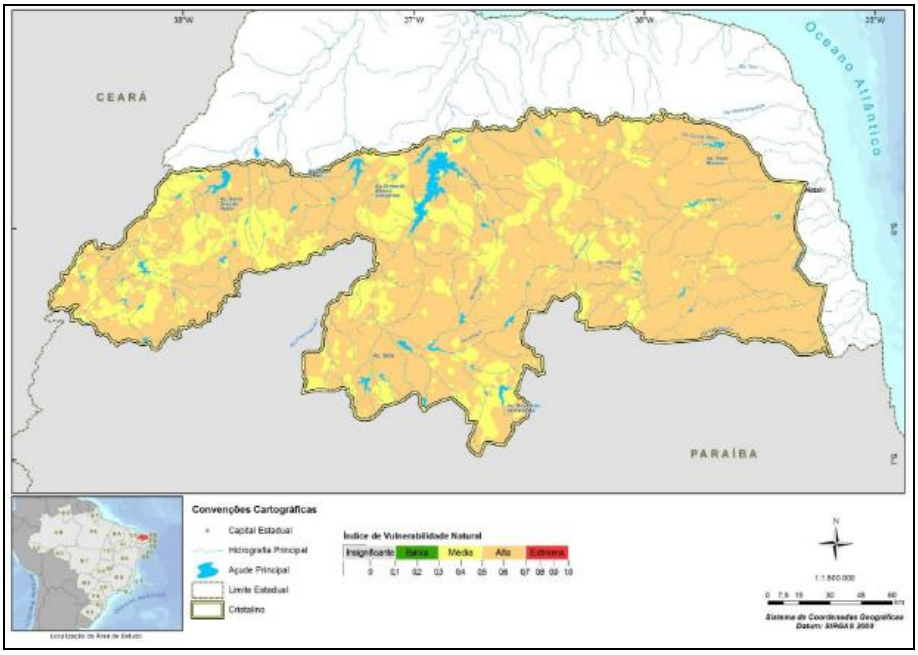
O Mapa 2 presenta as formações geológicas onde é possível ver que alguns lixões estão inseridos em áreas onde ocorrem as formações Jandaíra, Barreiras, Depósitos Colúvio-Eluviais e Depósitos Litorâneos (Dunas), que são formações onde a capacidade de infiltração é elevada, comprometendo os aquíferos nelas inseridos.



Mapa 2: Geologia e os Lixões da Região do Mato Grande
Fonte: Elaboração própria em 2021.

As estruturas hidrogeológicas da região em estudo são: Formação Açú (ocupa 2,52% da região), Formação Barreiras (47,10%), Formação Jandaíra (ocupa 33,01%) e o Embasamento Cristalino (16,57%). Essas estruturas estão inseridas, de acordo com o PERH, em sistemas de aquíferos. Os sistemas são: Sistema Cristalino, Sistema Potiguar e Sistema PE-PB-RN.

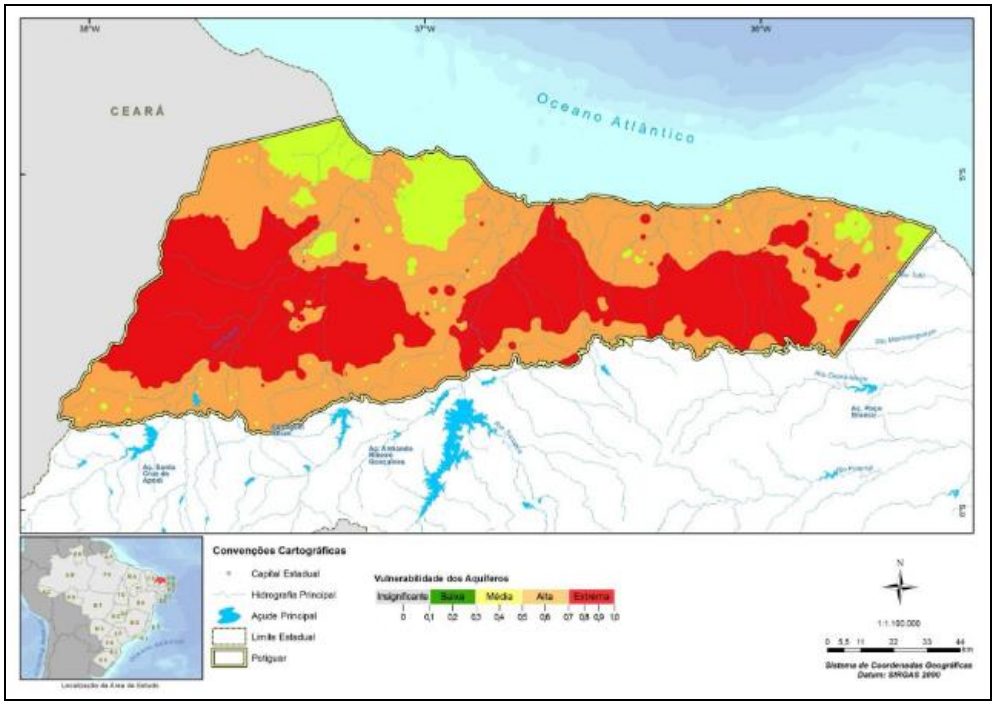
A distribuição espacial da vulnerabilidade natural do sistema aquífero cristalino à contaminação é apresentada no Mapa 3.



Mapa 3: Vulnerabilidade do Sistema Cristalino
Fonte: Consórcio Águas Potiguares (2019).

Com exceção de manchas isoladas de vulnerabilidade média, em todo o restante do território do Sistema Aquífero Cristalino as águas subterrâneas são altamente vulneráveis à contaminação, o que é consistente pela natureza fraturada desse sistema.

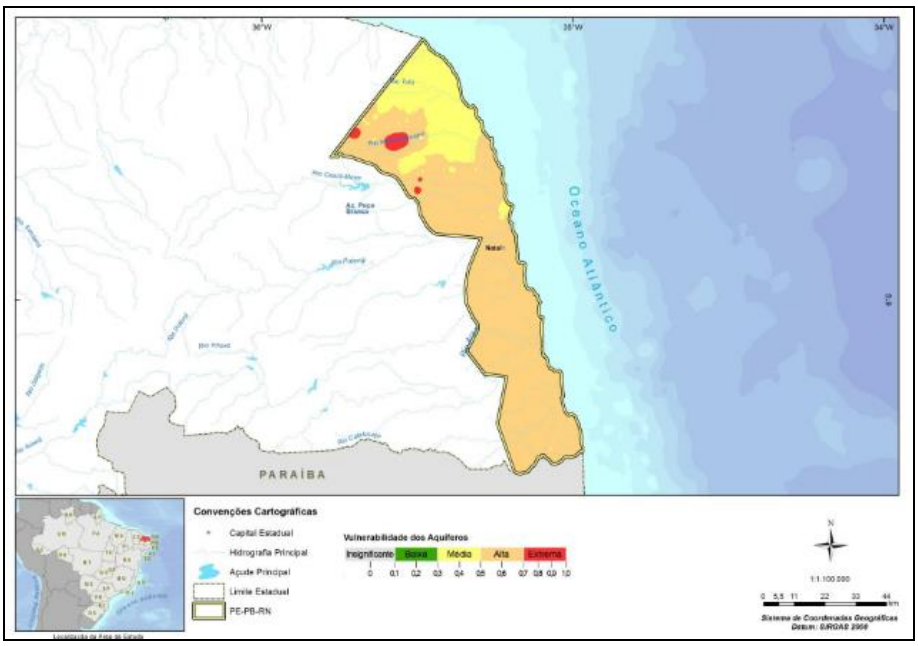
No Sistema Aquífero Potiguar o comportamento geral envolvendo os aquíferos característico como sendo de alta vulnerabilidade como indicado na cor laranja e de vulnerabilidade extrema nas manchas vermelhas, como mostrado no Mapa 4.



Mapa 4: Vulnerabilidade do Sistema Potiguar
Fonte: Consórcio Águas Potiguares (2019).

As manchas vermelhas indicando vulnerabilidade extrema se manifestam principalmente no aquífero Jandaíra devido a sua natureza cárstica (caracterizado pela existência de rochas solúveis, o que facilita a infiltração da água). Nas coberturas aluviais e eólicas a alta vulnerabilidade se aplica, sobretudo, pela pequena profundidade de ocorrências das águas subterrâneas.

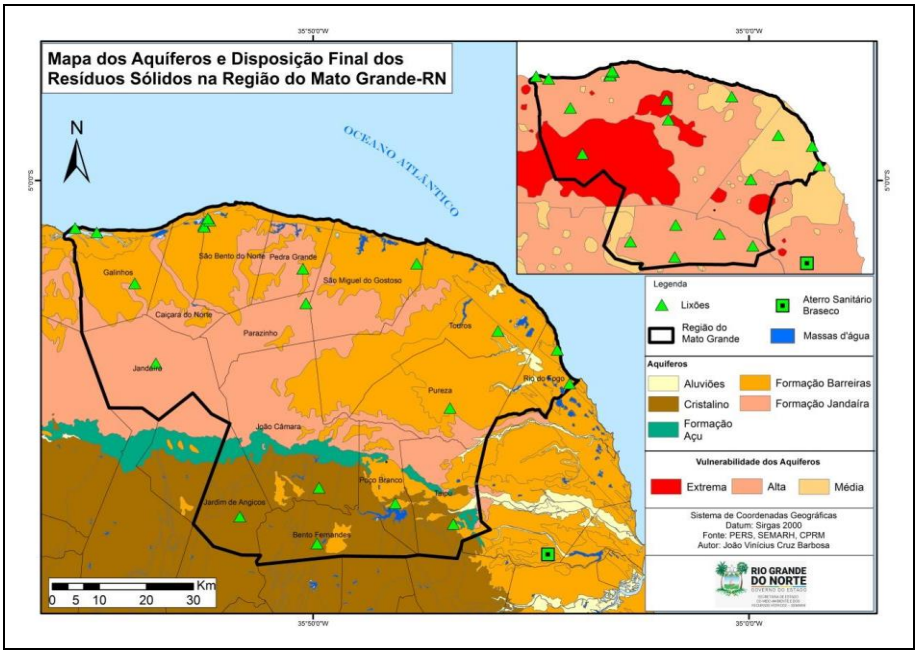
Já no Sistema Aquífero PE-PB-RN a vulnerabilidade é alta em todo o seu domínio, podendo chegar a extrema em áreas de dunas, como se pode ver no Mapa 5.



Mapa 5: Vulnerabilidade do Sistema PE-PB-RN
Fonte: Consórcio Águas Potiguares (2019).

A região do Mato Grande está inserida na junção dos três sistemas de aquíferos citados anteriormente. No Mapa 6 é possível observar que a maioria dos lixões estão inseridos em áreas onde as águas subterrâneas são classificadas como sendo de alta vulnerabilidade, devido a facilidade de infiltração.

Podemos destacar também as áreas em vermelho que são referentes principalmente ao aquífero Jandaíra, que pode ser classificado como de extrema vulnerabilidade devido a sua natureza cárstica, que se caracteriza pela existência de rochas solúveis (especialmente as carbonáticas) o que facilita a infiltração da água.



Mapa 6: Aquíferos, lixões e áreas vulneráveis
Fonte: Elaboração própria em 2021.

3.2 INFLUÊNCIA DAS CHUVAS

O clima da região do Mato Grande se divide entre tropical chuvoso e semiárido. O período chuvoso nos municípios da região, de acordo com o IDEMA (2007) varia de março a agosto. Logo abaixo é possível ver a Tabela 1 com dados retirados da EMPARN contendo informações relacionadas ao acumulado de chuvas no ano de 2020 em 06 (seis) municípios da região.

Tabela 1: Acumulado de chuvas no ano de 2020

Município	Parazinho	João Câmara	Bento Fernandes	São Bento do Norte	Pedra Grande	Jardim de Angicos	**Média**	**Total**
Prec. Anual (mm)	771	842,6	681,5	739,2	944,4	379,2	**726,3**	**4357,9**

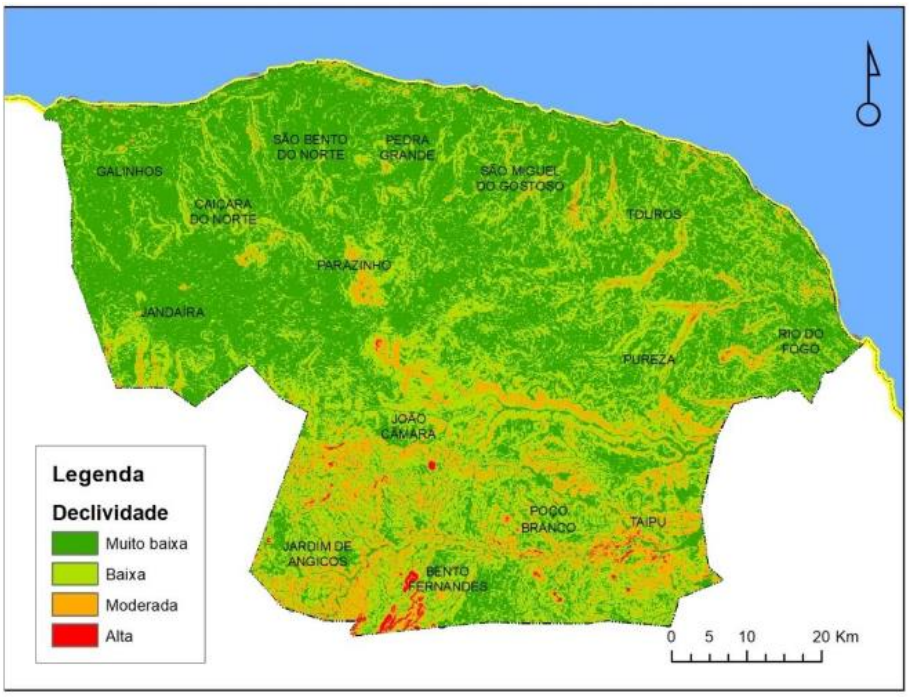
Fonte: EMPARN (2021)

Os municípios citados na tabela, se comparados a capital do Estado, Natal, que alcançou um acumulado de chuvas, no ano de 2020, de 2.161,2 mm, não apresentam níveis de precipitação relevantes, porém, em municípios como Jardim de Angicos, onde a precipitação registrada em 2020 foi de apenas 379,2 mm, ainda assim devemos nos preocupar com a influência das chuvas, pois devemos considerar também a altitude do município e a declividade da região.

De acordo com Freire e Freiras (2009), para cada aumento de declividade torna-se menor a infiltração dos escoamentos superficiais, o que aumenta o poder erosivo da água, sobretudo em locais onde ocorre a retirada da cobertura vegetal ou a disposição de resíduos. Nestes locais, a chuva em função de sua intensidade escoa através da superfície, carreando frações de material de cobertura em quantidades variáveis, entretanto, a

capacidade de transporte da água que escoa superficialmente depende da intensidade das chuvas e declividade do terreno.

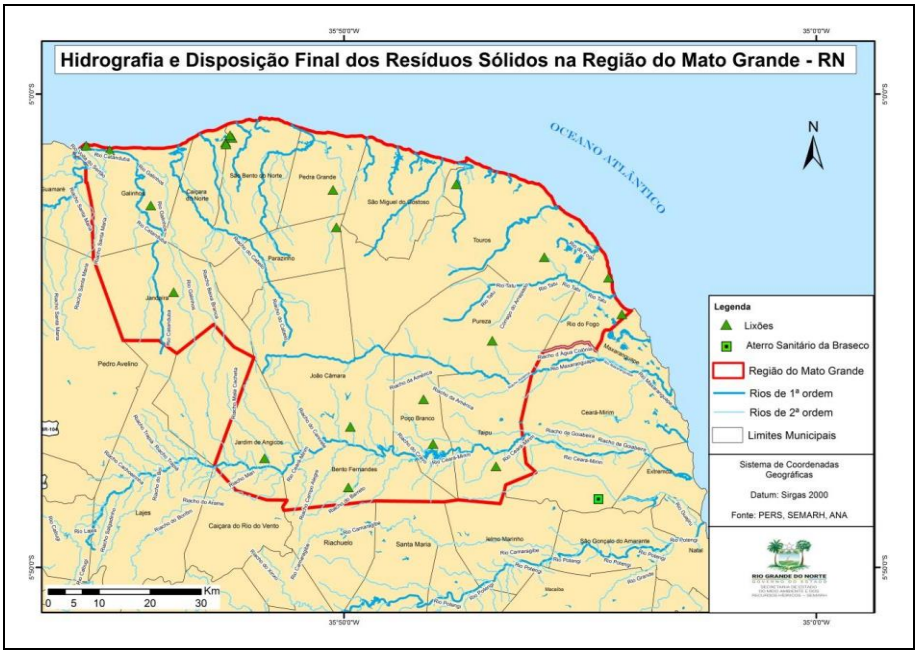
Nos Mapas 7 e 8 podemos ver, respectivamente, o nível de declividade da região e os corpos d'água que coexistem com os lixões.



Mapa 7: Declividade da Região do Mato Grande.
Fonte: MODUS ENGENHARIA E SERVIÇOS EIRELE (2020)

Podemos ver na imagem acima que a declividade na região é diversificada, com a maioria sendo considerada muito baixa (cor verde escura) principalmente mais ao norte, com alguns pontos indicando baixa (verde claro) e moderada (laranja). Entretanto, mais ao sul, a declividade moderada se destaca, com algumas áreas consideradas de alta declividade (em vermelho).

O município de Jardim de Angicos, citado como exemplo anteriormente, se apresenta na imagem estando inserido numa área onde a declividade varia bastante, o que consequentemente influencia no carreamento de resíduos para águas superficiais que se encontram próximas aos lixões, além da possibilidade de infiltração do percolado (chorume), no solo, contaminando também as águas subterrâneas.



Mapa 8: Localização dos lixões e dos corpos d'água na Região do Mato Grande
Fonte: Elaboração própria em 2021.

Na imagem acima podemos observar que há vários lixões, representados por triângulos verdes, localizados próximos a corpos d'água na região do Mato grande, o que agrava ainda mais os impactos ambientais. Se somarmos a vulnerabilidade dos aquíferos na região, mais a influência das chuvas no local que provoca o carreamento de resíduos para os corpos d'água e aumenta a possibilidade de infiltração no solo, além da proximidade desses corpos d'água com o local de disposição de lixo, temos uma situação grave que pode causar danos permanentes ao meio ambiente, pois todos os seres vivos que dependem da água serão afetados.

3.3 SOLUÇÕES PARA O PROBLEMA DOS LIXÕES

Quando o assunto é resolver o problema da disposição inadequada de resíduos sólidos a solução mais comum é encerrar os lixões e destinar os resíduos para aterros sanitários. Porém, é importante se pensar também na revitalização das áreas órfãs.

Próximo à região do Mato Grande está o Aterro Sanitário da BRASECO S/A, localizado no município de Ceará-Mirim e que está em operação desde o dia 24 de junho de 2004, com uma previsão de funcionamento de 25 anos. De acordo com o próprio site da empresa, anualmente é feita a renovação da Licença de Operação junto ao órgão ambiental estadual.

Ainda segundo a BRASECO S/A, o aterro além de resolver a problemática do município do Natal, serve também, para a destinação final dos resíduos sólidos produzidos na área metropolitana, na medida em que os municípios vizinhos vêm aderindo ao sistema e atualmente alguns municípios mais distantes, fora da região metropolitana, também estão destinando seus resíduos ao aterro sanitário, bem como grandes geradores particulares.

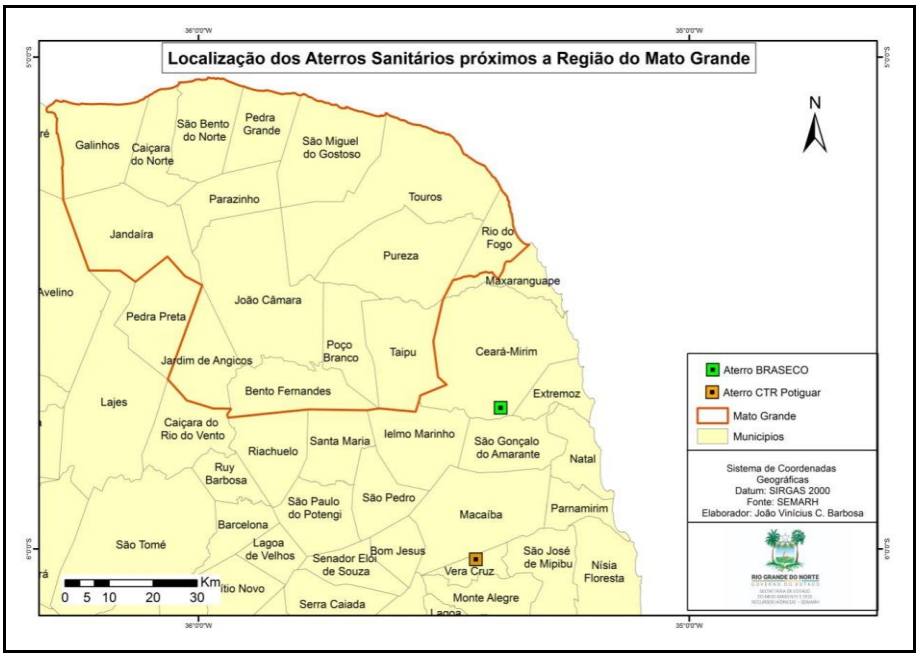
No ano de 2021 entrou em operação o aterro sanitário do município de Vera Cruz, administrado pela Central de Tratamento de Resíduos (CTR Potiguar), que poderá receber e processar resíduos sólidos de diversas cidades potiguares. De acordo com dados secundários, atualmente o aterro atende aos municípios de Parnamirim, Bom Jesus, Várzea, Vera Cruz e empresas privadas, porém, em curto prazo serão incluídos os municípios de São José do Mipibu e Arês. O aterro tem vida útil de 20 anos, no mínimo.

No Mapa 9 é apresentada a localização de dois aterros sanitários onde os municípios da região do Mato Grande podem destinar seus resíduos sólidos.

Devido ao custo e toda a burocracia existente para a construção de novos aterros sanitários, a solução mais adequada nesse caso seria levar em consideração a destinação dos resíduos para os dois aterros já mencionados.

Devido a distancia entre os municípios em questão e os aterros sanitários, é imprescindível a criação de estações de transbordo. Essas estações são pontos de destinação intermediários dos resíduos coletados na cidade, criados em função da considerável distância entre a área de coleta e o aterro sanitário. As estações de transbordo, portanto, são locais onde o resíduo domiciliar é descarregado dos caminhões compactadores e, depois, colocados em uma carreta que leva os resíduos até o aterro sanitário, seu destino final.

Sem as estações de transbordo, os resíduos ficam a céu aberto, sem local adequado para armazenamento até que seja transportado por caminhões ao aterro sanitário.



Mapa 9: Localização dos aterros sanitários dos municípios de Ceará-Mirim e Vera Cruz
Fonte: Elaboração própria em 2021.

Segundo a ABRELPE (2017), as ações imediatas e as melhorias requeridas em todos os lixões devem minimizar o potencial de contaminação futura e os custos de limpeza da área, e sempre se basear em um estudo adequado do local, com avaliação de riscos. As melhorias imediatas citadas a seguir são retiradas do Roteiro para o Encerramento de Lixões da ABRELPE:

Proteção à Saúde:

Controle e registro dos resíduos recebidos; cessar a queima a céu aberto por meio de programas de educação e sensibilização; instalar cercas de segurança para reduzir a entrada de pessoas não autorizadas e animais no lixão; definir uma área de trabalho para os catadores e aplicar cobertura diária.

Impactos Ambientais:
Colocar os resíduos em camadas finas e compactar, aplicar cobertura intermediária em áreas laterais e inativas; executar medidas temporárias de gestão de chorume, como estações de bombeamento para coletar os lixiviados e águas contaminadas (superficial e subterrânea) e direcionar para uma lagoa impermeabilizada (no

local) ou transportar para uma planta de tratamento de águas residuais; capturar o gás em locais visíveis com poços de captação e realizar sua queima em flares para destruição.

Preparação do Novo Sistema:

Segregar os materiais recicláveis na fonte e desviar diversos fluxos de resíduos do lixão, tais como: plásticos, papéis, metais, vidro e outros materiais recicláveis, bem como fluxos de resíduos perigosos (incluindo resíduos eletrônicos e de serviços de saúde); gerenciar as atividades relacionadas à coleta, transporte e disposição (tais como disponibilização de estações de transferência, aprimoramento dos serviços de coleta, manutenção da frota de veículos existente, gerenciamento de odor, controle de pragas, etc).

As melhorias acima possibilitarão a redução do chorume e da contaminação do solo, do ar, das águas superficiais e subterrâneas, reduzindo os impactos ambientais e possibilitando a melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores informais, operadores do lixão e moradores do entorno.

Após a remoção e limpeza, o terreno pode ser tratado como uma área de revitalização ou um parque de recreação. Se o local estiver perto de empreendimentos imobiliários, o valor do terreno pode ser significativamente maior do que os gastos para remoção dos resíduos.

Silva e Lara (2017) afirmam que o Plano de Gestão de Resíduos Sólidos é essencial para que os municípios alcancem as metas previstas e é um dos principais instrumentos da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, necessário para que o município possa pleitear eventuais recursos públicos federais destinados a execução dos serviços públicos de limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos.

Ainda segundo Silva e Lara (2017), caberá aos municípios estabelecerem a cobrança de taxa e ou tarifa decorrente da prestação de serviços de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, no prazo de 12 (doze) meses contados da vigência da Lei nº 14.026, de 2020, sob pena de restar configurada a renúncia da receita prevista na Lei de Responsabilidade Fiscal (Art. 14 da Lei Complementar nº 101/2000), o que acarretará a aplicação das penalidades prevista nesta lei, sem prejuízos da caracterização de ato de improbidade administrativa derivada da renúncia de receita.

Vale destacar que a cobrança pelo serviço de manejo de resíduos urbanos tem como finalidade assegurar maior eficiência econômica em sua prestação. Ela visa, em outras palavras, apoiar e melhorar as condições financeiras dos municípios brasileiros na prestação do serviço em específico.

4 CONCLUSÃO

O presente artigo teve como objetivo avaliar a situação dos lixões localizados na Região do Mato Grande, com ênfase nos municípios que compõem o CISMAG.

Foram correlacionadas as informações de localização dos lixões, com o grau de vulnerabilidade dos aquíferos, além de localizações dos corpos d'água e o acumulado de chuvas do ano de 2020 de alguns municípios da região, para identificar as áreas que estão sendo mais afetadas.

Após as análises, com o auxílio de técnicas de geoprocessamento, concluiu-se que cenário atual dos lixões na Região do Mato Grande é preocupante, quando se analisa ambientalmente onde a região está inserida, uma área de aquíferos considerada de alta ou extrema vulnerabilidade em sua maioria. Alguns lixões estão inseridos em área de duna ou próximos a corpos d'água. Assim como, ainda há a possibilidade de contaminação humana através de vetores de doenças que circulam nas áreas onde existem resíduos sólidos a céu aberto, como ratos e insetos.

Até a data limite - 02 de agosto de 2024 - instituída pelo Novo Marco Regulatório do Saneamento Básico, para os municípios se adequarem à legislação e atenderem aos prazos estipulados - é imprescindível que ocorram estudos socioambientais na região em destaque para que as melhores soluções possíveis sejam elaboradas.

Diante do exposto, sugerem-se estudos sobre as tarifas relacionadas ao manejo de resíduos urbanos, as quais contribuem para a arrecadação de recursos viabilizando uma melhor gestão de resíduos e melhoria nos serviços

de limpeza pública. Assim como, a realização de pesquisas mais aprofundadas em busca de soluções para a destinação inadequada de resíduos sólidos e com aplicação *in loco*, para que seja direcionada a realidade de cada município.

Por fim, os resultados deste artigo poderão ser utilizados por instituições interessadas como embasamento técnico-operacional no gerenciamento dos resíduos sólidos municipais, além de contribuir com informações para instituir a Política Estadual de Resíduos Sólidos e implementar os instrumentos previstos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2020. Disponível em: https://abrelpe.org.br/panorama/. Acesso em: 19 jul. 2021.
2. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). Associação Internacional de Resíduos Sólidos (ISWA). **Roteiro Para o Encerramento de Lixões**. Disponível em: https://abrelpe.org.br/roteiro-para-encerramento-de-lixoes/. Acesso em: 28 jul. 2021.
3. BRASIL. Lei n.º 14.026, de 14 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. .Acesso em: 17 ago. 2021.
4. BRASIL. Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2020. Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil.** Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp101.htm. Acesso em: 25 ago. 2021.
5. BRASIL. Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 7 ago. 2021.
6. CONSÓRCIO ÁGUAS POTIGUARES. **Revisão e Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte**. Produto 5 (A1c) – Disponibilidade Hídrica Subterrânea. 2019.
7. ANDRADE, R. M. de; FERREIRA, J. A. A Gestão de Resíduos Sólidos Urbanosno Brasil frente às questões da Globalização. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 6, n. 1, mar. 2011. ISSN 1982-5528. Disponível em: http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/118. Acesso em 04 ago. 2021.
8. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMPARN). **Acumulado de chuvas do ano de 2020**. Disponível em: http://meteorologia.emparn.rn.gov.br:8181/monitoramento/monitoramento._php. Acesso em: 25 ago. 2021.
9. FOSTER, S. S. D; HIRATA, R. C; ROCHA, G. A. Riscos de Poluição de Águas Subterrâneas: Uma proposta metodológica de avaliação regional. **Revista Águas Subterrâneas**. 1988. https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22664. Acesso em: 27 ago. 2021.
10. FREIRE, G. J. de. M; FREITAS, L. O. Análise da declividade em lixões do estado de Minas Gerais. *In*: **ANAIS XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 679-682.
11. INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEMA). **Perfil do seu Município.** 2008. Disponível em: http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=PASTAC&TARG=875&ACT=&PAGE=&PARM=&LBL. Acesso em: 28 ago. 2021
12. MODUS ENGENHARIA E SERVIÇOS EIRELE. **Consórcio Intermunicipal de Saneamento do Mato Grande – CISMAG:** projeto de destinação final de resíduos sólidos urbanos – RSU. Caderno I: Modelagem operacional e Caderno II: Modelagem de engenharia. 2020.
13. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Aquíferos**. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/CPRM-Divulga/Aquiferos-1377.html.. Acesso em: 30 jul. 2021.
14. RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS).** Natal, RN. 2015
15. SILVA, T; LARA, E.V.C.V. **Gestão de Resíduos Sólidos sob a ótica da Lei nº 14.026/2020 - Novo Marco Legal do Saneamento Básico.** Confiatta Grupo. 2021

16. TORRES, P.; BORBA, L.E.; RIASCOS, J; VIDAL, J.C. **Tratabilidade biológica de chorume produzido em aterro não controlado.** Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro - Brasil. Vol. 2 – nº 2 – ABR/JUN 1997, p 55-62. ISSN 1413-4152.