

III- 1578 - PRÉ-SELEÇÃO DE ÁREAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE AÇAILÂNDIA-MA

João Pedro Portela Adriano ⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental. Escola de Minas. Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

Múcio André dos Santos Alves Mendes ⁽²⁾

Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa - UFV. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil da Escola Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (DECIV/EM - UFOP).

Tamara Daiane de Souza ⁽³⁾

Doutora em Recursos Hídricos e Ambientais com ênfase em tratamento de efluentes pela Universidade Federal de Viçosa - UFV. Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Urbana da Escola Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (DEURB/EM - UFOP).

Endereço⁽²⁾: Campus Morro do Cruzeiro - Bauxita - Ouro Preto - MG - CEP: 35400-000 - Brasil - Tel: (31) 3559-1471 - e-mail: mucio.mendes@ufop.edu.br.

RESUMO

O município de Açailândia no estado do Maranhão, apesar de ser a quarta cidade com maior PIB do estado, ainda dispõe seus resíduos sólidos urbanos em lixões. Assim, é de grande importância a utilização de ferramentas que facilitem e otimizem a gestão e gerenciamento da disposição final de RSU. Desse modo, o objetivo desse estudo foi fazer um pré-seleção de áreas mais adequadas para a instalação de um aterro sanitário no município de Açailândia-MA por meio de SIG. Para isso, calculou-se inicialmente a projeção populacional e a geração de RSU para 20 anos, assim obteve-se o volume de RSU que o aterro receberá, chegando-se à área total do aterro sanitário que foi de 45,2 ha. Foram determinadas por meio de bases cartográficas 7 condicionantes técnicas: uso e ocupação do solo, corpos hídricos, declividade, mancha urbana, tipos de solo, rodovias e áreas de segurança aeroportuárias. Assim, estabeleceu-se as restrições necessárias para cada uma, e reclassificou-se adotando notas de 1 a 9 para cada critério e pesos para a análise multicritérios em um software sistemas de informações geográficas. Ao todo, 16 áreas foram classificadas como aptas considerando o tamanho da área calculada. Apesar de se mostrar uma metodologia eficiente e que otimiza o processo, se faz necessário uma análise in loco das áreas para o estudo de outros critérios não abordados no estudo, como a profundidade do lençol freático.

PALAVRAS-CHAVE: Palavras-chaves: Saneamento. Disposição Adequada de Resíduos. SIG. Açailândia. Maranhão.

INTRODUÇÃO

O aumento da população, juntamente com o desenvolvimento econômico, proporciona uma grande demanda na alimentação, na energia, em produtos para diversos fins e consumos, consequentemente, os resíduos sólidos gerados, tanto no processo, quanto ao final da cadeia, aumentam proporcionalmente. Desta forma, caso não haja, um manejo correto para os resíduos sólidos urbanos, a poluição no ambiente se torna um problema muito sério a ser considerado em âmbito global (DAMICO et al., 2018).

A gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil, carece de melhorias e planejamentos adequados para a minimização de impactos ambientais e sanitários. De 2010 para 2019 a geração de RSU no Brasil teve um aumento de 66,69 milhões de toneladas por ano, para 79 milhões de toneladas por ano. Esse aumento na geração tem um grande impacto na gestão de RSU, afetando na coleta e transporte, no tratamento e no destino final (ABRELPE, 2020).

No Brasil, foi instituído pela Lei Federal nº 12.305/2010, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), a fim de determinar uma série de diretrizes e metas para o gerenciamento dos resíduos em território nacional. A PNRS, proporciona aos estados e municípios, autonomia para formulação de políticas próprias, pode-se citar

que dentre os principais instrumentos do PNRS, está a obrigatoriedade da elaboração dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos ancorados em princípios como a responsabilidade compartilhada, a logística reversa e coleta seletiva. (OLIVEIRA et al., 2018).

Com base na PNRS, os resíduos sólidos podem ser classificados conforme sua origem e periculosidade. Esta caracterização é de suma importância para a caracterizá-los, já que cada tipo deve receber uma forma de ser acondicionado, coletado e transportado, além do tratamento e sua disposição final adequada (DAMICO et al., 2018).

Em relação as regiões do Brasil, observa-se no levantamento feito pela ABRELPE (2020), que a região Nordeste carece de cuidados referente aos RSU. Em 2019, essa região, gerou um total de 19.700.875 ton/ano, sendo a segunda maior região geradora de RSU, além de ter um dos índices mais baixos de cobertura de coleta em 2019, chegando a 81%, juntamente com a região Norte. É preciso um estudo mais aprofundado para entender o motivo da alta geração de RSU na região, entretanto, fatores que podem justificar isso, são o nível educacional e cultural da população em relação ao RSU, e uma interpretação precipitada dos gestores em relação a PNRS, não se prioriza a não geração, e a redução.

Outra grande preocupação, se dá pela disposição final desses RSU, que em 2019, teve 31,5% destinados para lixões (ABRELPE,2020). A PNRS tinha como um dos objetivos estabelecer um prazo para o fim dos lixões no país até o término de 2014, situação que não ocorreu. Neste contexto, o novo Marco do Saneamento Básico, teve como principal alteração em relação à disposição de resíduos sólidos, novos prazos para se encerrar a utilização de lixões. Para as capitais e regiões metropolitanas o período foi até o dia 2 de agosto de 2021, enquanto cidades com mais de 100 mil habitantes têm até agosto de 2022 como prazo final. Cidades entre 50 e 100 mil habitantes têm até 2023 para eliminar o problema e municípios com menos de 50 mil habitantes têm até 2024 (BRASIL,2020).

O município de Açailândia no estado do Maranhão, apesar de ser a quarta cidade com maior PIB do estado, segundo IBGE (2019), ainda dispõe seus resíduos sólidos urbanos em lixões. Assim, é de grande importância a utilização de ferramentas que facilitem e otimizem a gestão e gerenciamento da disposição final de RSU. Dentre estas ferramentas tem-se o uso do sistema de informação geográfica (SIG), para a definição de áreas levando em consideração os aspectos técnicos, ambientais e socioeconômicos (LOURENÇO et al., 2015).

Diante de tais perspectivas, se busca com este trabalho pré-selecionar áreas mais adequadas para a implantação de um aterro sanitário no município de Açailândia-MA por meio de SIG.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Município de Açailândia, fica localizado no estado do Maranhão (Figura 5), e possui uma área territorial de 5.805, 159 km², sua população foi estimada em 113.783 habitantes no ano de 2021 (IBGE, 2021). Tem como principais fontes econômicas a exportação de ferro gusa gerado pelas siderúrgicas localizadas no distrito industrial, uma aciaria considerada uma das maiores da região, e o setor agropecuário.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento SNIS (2020), o município possui uma cobertura total de coleta de resíduos sólidos de 75%, e uma geração per capita de 1,02 kg/hab/dia. Dos parâmetros de qualidade da água bruta, a turbidez, a cor aparente, o pH, a alcalinidade, a temperatura e os índices de coliformes totais e fecais são periodicamente registrados na maioria das estações de tratamento de água.

Para calcular a área do aterro, levou-se em conta uma vida útil operacional de 20 anos. Para a obtenção do volume de RSU que o aterro receberá, foi estimada a massa de RSU que será gerada pelo município em 20 anos. Para esse cálculo, primeiramente, encontrou-se a projeção populacional durante esse período, por meio de uma projeção geométrica. A utilização desse método de projeção se deu conforme realizado no PMSB.

Para estimativa da geração per capita de RSU, utilizou-se o dado do SNIS (2020), e adotou-se uma taxa de aumento por ano de 0,39%, com base no aumento de geração per capita no Brasil de 2017 para 2018

(ABRELPE, 2019). Desta forma foi obtida a geração de RSU em quilograma por dia e a geração de RSU em tonelada por ano.

Para o cálculo de volume de RSU que o aterro receberá em 20 anos, considerou-se o peso específico do resíduo compactado de 0,7 ton/m³, de acordo com Catapreta & Simões (2007), o valor escolhido baseia-se nas condições básicas na compactação, juntamente com grande composição de matéria orgânica, características comuns em aterros no país, esse número pode variar de 0,7 a 1,1 ton/m³. O volume de terra considerado para a cobertura foi de 20% do volume que o aterro receberá (BARROS, 2012).

A área a ser ocupada pelo aterro foi calculada levando em consideração um formato paralelepípedo retangular, com uma altura de 5 metros, então a área da seção foi dada pela equação 5, considerou-se 30% da área total do aterro, como área adicional para operação (BARROS, 2012).

Os critérios estabelecidos, obedeceram sobretudo a uma diretriz legal, com legislações praticadas em âmbito nacional, abrangendo aspectos técnicos, físicos, econômicos, ambientais e sociais. De acordo com LOURENÇO et al. (2015), foram escolhidos 7 critérios para a análise da área: Proximidade de recursos hídricos; Proximidade de rodovias; Proximidade de áreas de segurança aeroportuárias; Proximidade da mancha urbana; Declividade; Uso e ocupação do solo; Tipo de solo.

Para o uso e ocupação do solo, foram restringidas as áreas de corpo hídrico e de mancha urbana. Conforme a resolução CONAMA 404 (2008), priorizou-se áreas antropizadas. Verificou-se no território para a restrição as Unidades de Conservação de acordo com a Lei Federal 9.985 de 2000.

A NBR 13.896 (1997), apresenta critérios para o projeto de implantação do aterro sanitário, neste sentido utilizou-se a mesma para a definição destes critérios. Estabeleceu-se uma distância mínima de corpos hídricos de 200 m, e uma distância mínima de núcleos populacionais de 500 m. Os tipos de solo foram instruídos por essa Norma, a fim de obter-se locais mais estáveis e com maior grau de impermeabilidade.

Referente as Áreas de Segurança Aeroportuárias (ASA's), a resolução CONAMA 04 (1995) é o marco regulatório que restringe o uso do solo em torno de aeródromos a um raio mínimo de 13 km de distância de qualquer atividade que proporcione riscos, como por exemplo possível atração de aves.

Em relação as rodovias, a distância recomendada de no mínimo 100 metros, de modo a minimizar impactos no ambiente, como ruídos, odores, modificação de paisagem, movimento de animais, mudança da paisagem (SNSA 2008). Em contrapartida, é válido pontuar que maiores distâncias refletem em custos mais elevados de transporte.

As bases cartográficas territoriais foram obtidas por meio do IBGE (2021), já os dados cartográficos referentes aos corpos hídricos, rodovias e ASA's foram por meio do IBGE (2017). A base dos tipos de solo, foram por meio de uma colaboração IBGE- EMBRAPA (2001).

Os dados de declividade gerados através do software de SIG, vieram por meio de um modelo digital de elevação SRTM de 30m de resolução, do ano de 2009, adquiridos pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS).

Para a classificação do uso e ocupação do solo, utilizou-se imagens fornecidas pelo MapBiomas Coleção 7 (2021), assumindo 5 macro-classes: mancha urbana, cobertura arbórea, agricultura, corpos hídricos e campos antrópicos, que englobam solo exposto, pastagem e afloramento rochoso. A partir do mapa de uso e ocupação do solo, foi extraído o mapa de mancha urbana.

Todos os mapas foram reclassificados, atribuindo-se notas para cada critério. Esta nota variou de 1 a 9 (um a nove), onde um representa a restrição e nove a melhor aptidão. As zonas previamente identificadas como restritas foram desclassificadas e retiradas da análise.

Os usos para rodovias, hidrografia, ASA's e manchas urbanas foram reclassificadas e atribuiu-se notas de aptidão pelo grau de importância referente aos critérios de distância.

Em relação a declividade do terreno, os tipos de solos e o uso e ocupação, foram atribuídas notas de aptidão a reclassificação referente aos critérios de importância ambiental do local.

A Tabela 1 apresenta o resultado da ponderação feita na reclassificação dos mapas segundo seus atributos, e a Tabela 2, apresenta os pesos atribuídos para os mapas na análise multicritério, que permitiu delimitar áreas aptas para implantação de aterro sanitário.

Tabela 1 Classificação dos mapas segundo seus atributos

Categoria	Critérios	Notas
Corpo Hídricos	0 - 200m	restringido
	200 - 600 m	3
	600 - 1000 m	7
	>1000 m	9
Mancha Urbana	0 - 500 m	restringido
	500 - 1000 m	3
	1000- 2000 m	5
	2000 – 4000 m	9
	4000 – 10000 m	7
	>10000 m	2
ASA	0 - 13000 m	restringido
	> 13000 m	9
Rodovias	0 - 100 m	restringido
	100 - 500 m	2
	500 - 1000 m	7
	1000 - 2000 m	9
	> 2000 m	5
Declividade (%)	0 - 3 %	9
	3 - 5 %	8
	5 - 10 %	7
	10 - 20 %	5
	20 – 30 %	3
	> 30 %	restringido
Tipo de solo	Argilossolo Vermelho-Amarelo	9
	Latossolo Amarelo	5
Uso e Ocupação	Cobertura arbórea	2
	Agricultura	5
	Campos antrópicos	9
	Mancha urbana	restringido
	Corpo hídrico	restringido

Fonte: Autor, 2022.

Tabela 6 Pesos atribuídos aos mapas na sobreposição ponderada

Mapas	Pesos (%)
Uso e ocupação do solo	25
Proximidade a hidrografia	20
Declividade	15
Proximidade a mancha urbana	15
Tipos de solo	10
Proximidade a rodovias	10
Proximidade a ASA	5
Total (%)	100

Fonte: Autor, 2022.

Após a realização da análise multicritérios, foi possível selecionar as áreas mais adequadas para implantação do aterro no município, levando em consideração o dimensionamento da área aproximada que o aterro sanitário vai demandar, de acordo com a geração de resíduos sólidos urbanos na cidade. A classificação baseou-se na pontuação final determinada em cada de cada área.

RESULTADOS

ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO

Para a obtenção da área total, calculou-se a quantidade de resíduos sólidos gerados no município para um tempo de 20 anos. O valor da geração per capita utilizado foi 1,02 kg/hab/dia, valor próximo da geração média estadual que de 1,03 kg/hab/dia e da média nacional que é 1,01 kg/hab/dia (SNIS, 2020). O valor final obtido foi de 1.014.127,68 ton/20 anos.

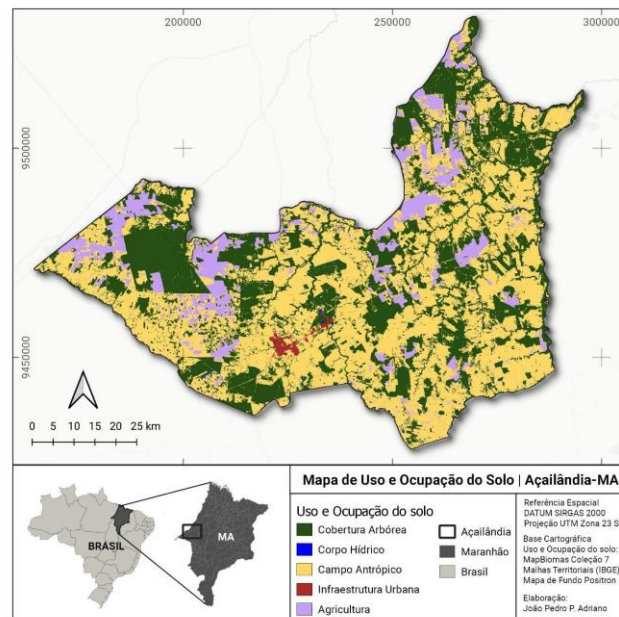
Dessa forma, para a obtenção do volume de resíduos sólidos que o aterro sanitário receberá durante esse período, considerou-se o peso específico dos RSU compactado como 0,7 ton/m³ e um acréscimo de volume de terra para cobertura de 20%. É válido ressaltar que devido a atual situação do município em relação ao manejo de RSU, o PMSB indica um cenário tendencial, no qual apenas se manteriam os serviços de limpeza e coleta. Em vista disto, optou-se pelo cálculo de uma área maior para essa primeira pré-seleção de uma região mais adequada. Espera-se que no projeto de dimensionamento oficial para a construção do aterro sanitário, seja levado em consideração projetos para a coleta seletiva, projetos de educação ambiental para que se chegue o mais perto possível do estabelecido na PNRS. A fim de diminuir consideravelmente o que vai para o aterro, além de ser possível obter uma parte menor das áreas apresentadas neste estudo para a construção, de modo a deixar mais viável economicamente.

Após, o cálculo do volume de RSU que o aterro sanitário receberá, definiu-se a área total necessária para a construção do aterro pela razão entre o volume e a altura da seção do aterro sanitário. De acordo com BARROS, 2021, considerou-se uma altura de 5 m em um formato paralelepípedo e um acréscimo de 30% da área total para áreas adicionais. A área para o aterro sanitário obtida foi de 45,2 ha.

CONDICIONANTES TÉCNICAS

Cada parâmetro utilizado para a análise, foi determinado e restringido principalmente com base na ABNT NBR 13.896 (1997), ABNT NBR 15.849 (2010), resolução CONAMA 404 (2008), resolução CONAMA 04 (1995). Para cada parâmetro elaborou-se um mapa com o propósito de ilustrar a situação no município estudado. Para o uso e ocupação do solo foram considerados 5 tipos de uso e ocupação, conforme a figura 1. O campo antrópico ocupa cerca de 52% do território, a cobertura arbórea 36,7%, agricultura 10,5% e mancha urbana 0,5%. Posteriormente foram reclassificadas com notas que variaram de 1 a 9.

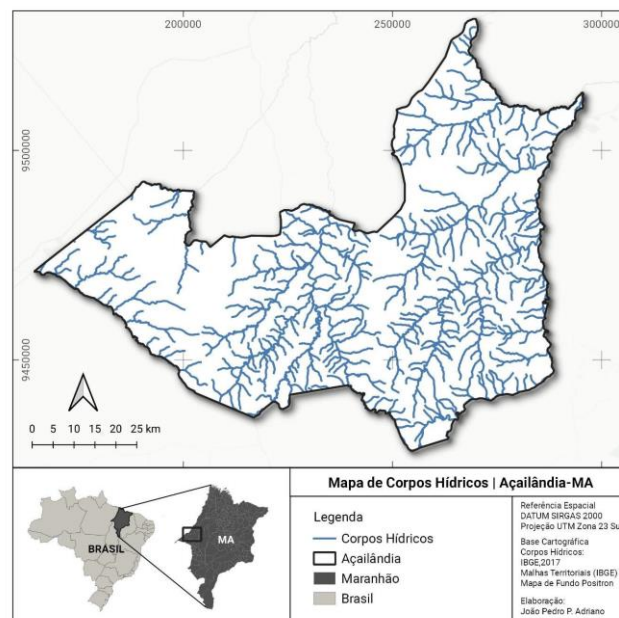
Figura 1- Mapa de uso e ocupação do solo.



Fonte: Autor, 2022.

O mapa de corpos hídricos do município apresenta todas as drenagens conforme a Figura 2. Todas as drenagens tiveram uma restrição de 200 m de distância, e posteriormente foram reclassificadas de acordo com os critérios de distância adotados para a ponderação.

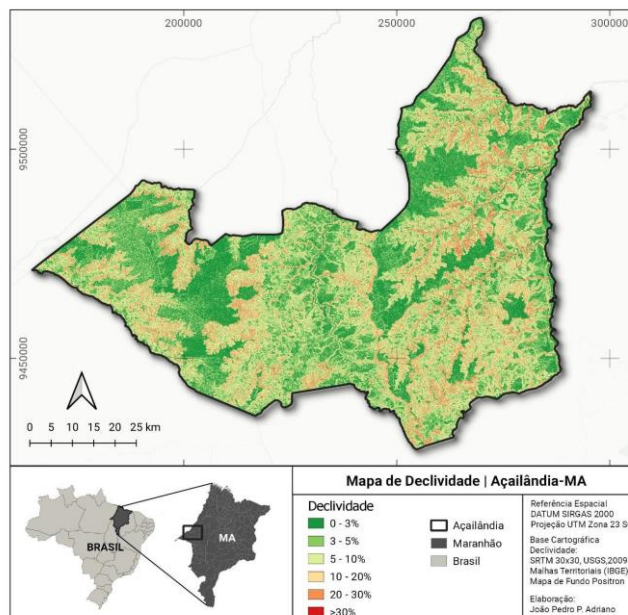
Figura 2- Mapa de corpos hídricos.



Fonte: Autor, 2022.

O mapa de declividade mostrado na Figura 3, apresenta as declividades em porcentagem, que variam de 0 a valores maiores que 30, esses valores foram restringidos na reclassificação. Observa-se que a maior parte do terreno apresenta uma declividade abaixo de 30%.

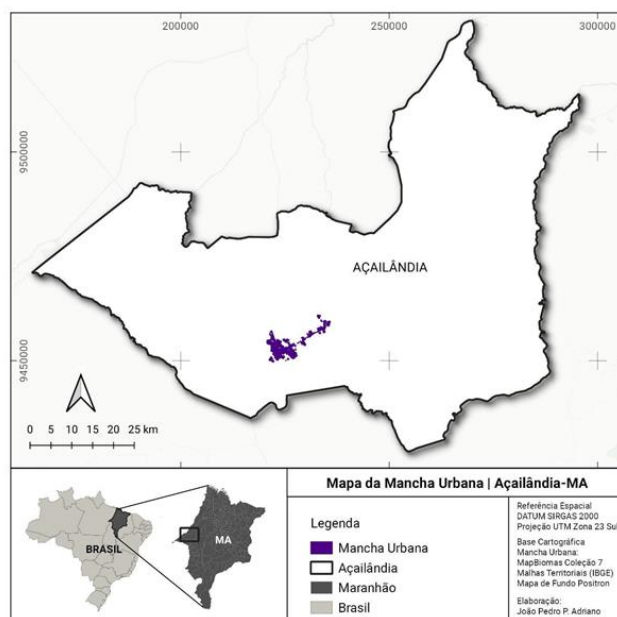
Figura 3 - Mapa de declividade.



Fonte: Autor, 2022.

O mapa de mancha urbana da Figura 4, foi retirado do mapa de uso e ocupação e mostra a sede municipal juntamente com o polo industrial, principais centros geradores de RSU. Para a reclassificação, restringiu-se uma proximidade de 500 m, levou em conta também que distâncias muito grandes da fonte geradora podem inviabilizar economicamente a utilização do aterro sanitário.

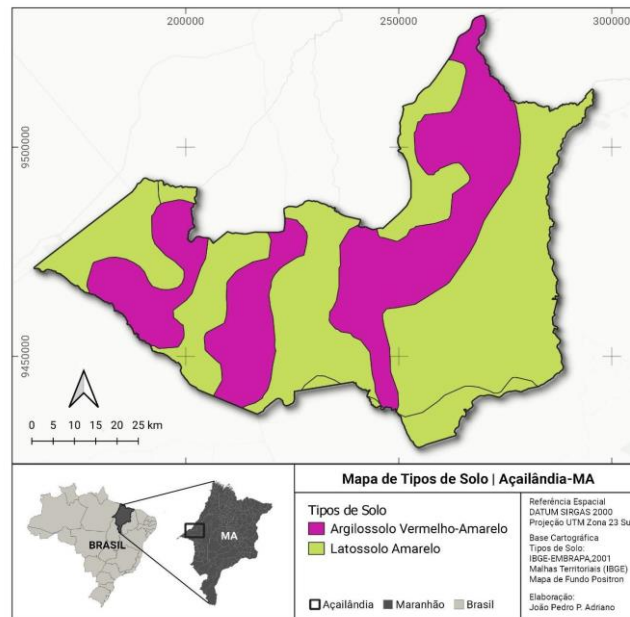
Figura 4 - Mapa de mancha urbana.



Fonte: Autor, 2022.

O território apresenta dois tipos de solos, Argilossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Amarelo compondo a maior área do terreno, conforme a Figura 5. Esse mapa é importante para se saber a permeabilidade do terreno, já que se busca solos mais impermeáveis como descrito na NBR 13.896 (1997). Desta forma dificulta-se a contaminação de águas subterrâneas e reduz custos com métodos mais avançados de impermeabilização do solo. As áreas com Argilossolo foram priorizadas na reclassificação em relação ao latossolo.

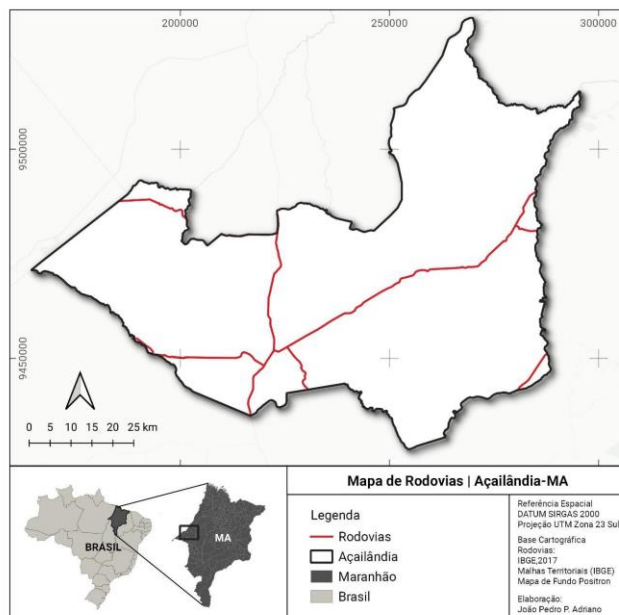
Figura 5 Mapa de tipos de solo.



Fonte: Autor, 2022.

A proximidade das rodovias restringidas para uma distância de 100 m, tiveram como base o mapa de rodovias no município, traz-se as rodovias pavimentadas, principalmente as rodovias federais BR-010 e BR-222, como mostrado na Figura 6. Assim como a proximidade das rodovias não é tão aconselhável, grandes distâncias também não são, devido a questões econômicas.

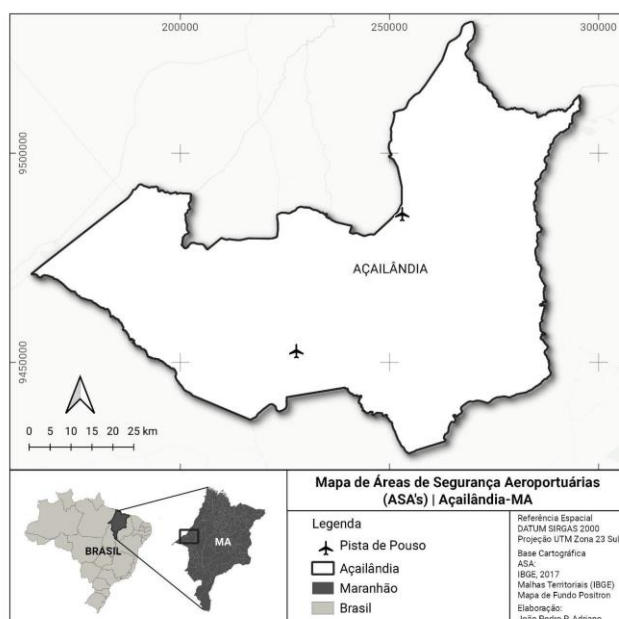
Figura 6 Mapa de rodovias.



Fonte: Autor, 2022.

Apesar de o município não possuir um aeroporto de fato, existem duas pistas de pouso na região para aviões de pequeno porte como mostrado na Figura 7, então foram consideradas como áreas de segurança aeroportuárias, restringindo a construção do aterro sanitário em um raio de 13 km.

Figura 7 - Mapa de áreas de segurança aeroportuárias.



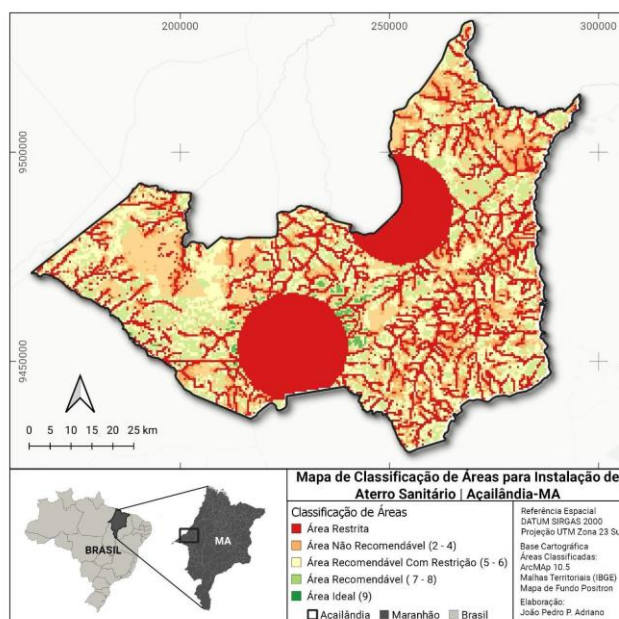
Fonte: Autor, 2022.

ANÁLISE MULTICRITÉRIO

A análise multicritério considerou todas as ponderações e todos os pesos dados para cada condicionante, e por meio de um software SIG, foi possível a obtenção de um mapa com as notas para cada área de acordo com a análise processada como ilustra a Figura 8.

Essas áreas foram divididas e classificadas em área restrita; área não recomendável; área recomendável com restrições; área recomendável; área ideal.

Figura 8 Classificação de áreas para instalação do aterro sanitário.

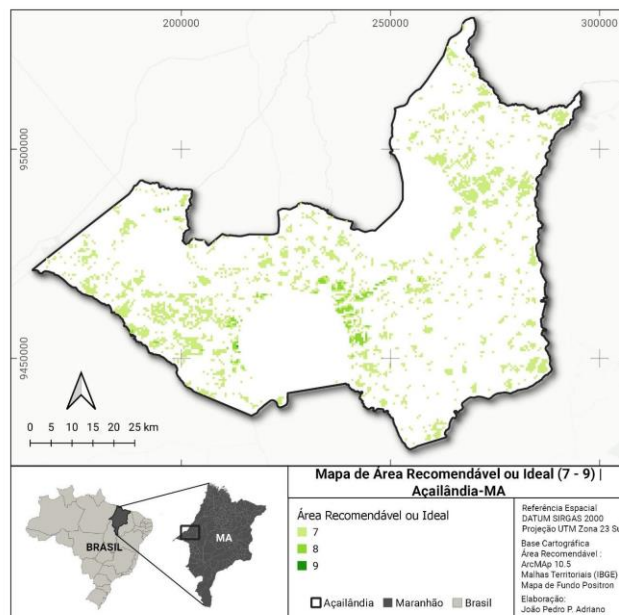


Fonte: Autor, 2022.

Essa divisão foi adotada com a intenção de orientar a busca de áreas com melhores notas. As áreas restritas, já foram previamente restringidas por cada parâmetro estudado e equivaleram aproximadamente a 36,47% do total, as áreas não recomendáveis receberam notas entre 2 e 4, e corresponderam a 11,78%, áreas recomendáveis com restrição, receberam notas entre 5 e 6, o que corresponde a 39,48%. Já as áreas recomendáveis foram pontuadas de 7 a 8, ocupando 12,24% e a área ideal recebeu nota 9, e ocupa 0,004% do território.

Para a melhor visualização das regiões tidas como recomendável ou ideal, fez-se um mapa apenas com essas áreas, com pontuação de 7 a 9, mostrado na Figura 9. Observou-se que um único polígono alcançou a nota máxima, por ter atendido todas as condições, delimitado por uma área de 22,46 ha.

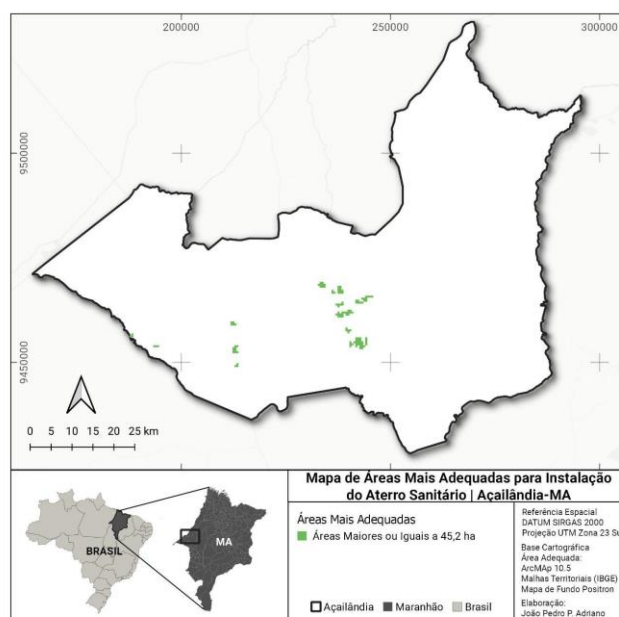
Figura 9 - Mapa de áreas recomendáveis ou ideais.



Fonte: Autor, 2022.

Neste contexto, ao final dessa triagem, 16 áreas com maior pontuação e que obedeciam ao tamanho mínimo 45,2 ha foram selecionadas como áreas mais adequadas para o aterro sanitário como ilustrado na Figura 10. A única área com a pontuação máxima não foi escolhida nesse processo por não atender a área estabelecida para o aterro sanitário. Como o objetivo é ter as melhores pontuações que obedeceram ao limite de tamanho estabelecido, as áreas com nota abaixo de 8 foram retiradas da análise.

Figura 10 - Áreas mais adequadas para instalação de um aterro sanitário.



Fonte: Autor, 2022.

Apesar dos resultados da análise multicritério apontarem áreas mais adequadas para a instalação do aterro sanitário, é válido ressaltar que essas não necessariamente correspondem a opções mais viáveis economicamente, visto que alguns fatores não entraram na análise, como custo de aquisição da área, e até mesmo de transporte. Um parâmetro muito importante que não foi analisado nesse estudo, foi a profundidade do lençol freático, devido à dificuldade na obtenção desses dados. Desta forma, esse parâmetro teria que ser analisado in loco ao escolher uma das áreas indicadas como adequadas na pré-seleção.

É válido pontuar que a elaboração de planos municipais que englobam a educação ambiental para a conscientização da população, coleta seletiva, compostagem, levariam a uma diminuição significativa da área necessária para o aterro sanitário e até mesmo aumentar a vida útil do mesmo.

Em relação a metodologia aplicada, considera-se uma forma consolidada e muito utilizada para o selecionamento de áreas para aterro. Segundo Isabella et al. (2018), que utilizou a metodologia no município de Jundiá, o geoprocessamento juntamente com a análise multicritério mostrou-se eficiente em relação a esse tipo de análise, e alcançou o objetivo proposto ao considerar-se as condicionantes estabelecidas para o estudo.

Para Lourenço et al. (2015), que realizou o estudo na região metropolitana de Sorocaba, esse método empregado exige a manipulação de uma grande quantidade de dados, o que pode tornar o processo mais complexo para regiões que não possuem alguns dados à disposição. Desta forma, pode-se criar um banco de dados de fácil atualização e implementação para estudos multitemáticos, principalmente em caso de soluções consorciadas futuras.

CONCLUSÕES

A análise realizada necessita previamente o cálculo para uma área mínima para a alocação do aterro, que para o município estudado é de 45,2 ha. Para encontrar essa área foi necessário realizar uma projeção populacional para o tempo de atividade do aterro, determinando assim, a quantidade de RSU gerado e o volume que o aterro pode receber.

A ponderação e distribuição dos pesos é um fator importante para o resultado analisado. Observa-se que apenas uma área recebe a pontuação máxima, mas não comporta o espaço mínimo para o aterro, assim, as áreas com a maior pontuação alcançada passam por uma triagem, a fim da obtenção somente das áreas com maior pontuação que se enquadram na área calculada. Dessa forma, 16 áreas estão aptas a serem pré-selecionadas para a instalação de um aterro sanitário no município de Açailândia-MA.

Em relação a trabalhos futuros, é sugerido o estudo de cada área escolhida individualmente, de modo a verificar-se outros parâmetros não englobados no presente estudo, como a profundidade do lençol freático, análises econômicas e sociais, que se fazem de suma importância na escolha de uma área para aterro sanitário. Outra sugestão válida é elaboração de planos de coleta seletiva e de educação ambiental, de forma a conscientizar a população, e ocasionar assim, uma diminuição da quantidade resíduos para a disposição final no aterro, e reduzir a área necessária para a implantação do mesmo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COSTA, E. R. H. Estudo de Polímeros Naturais como Auxiliares de Flocculação com Base no Diagrama de Coagulação do Sulfato de Alumínio. São Carlos. 1992. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, 1992.
2. ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE, 2020.
3. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 1992. NBR 8419 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro.
4. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 1997. NBR 13896 – Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro.
5. BRASIL. Resolução Conama nº 004, de 11 de dezembro de 1995. Estabelece as Áreas de Segurança Portuária – ASAs. Ministério do Meio Ambiente. Poder Executivo, Brasília, DF. 1995.

6. BRASIL. Resolução Conama nº 404, de 11 de novembro de 2008. Estabelece Critérios e Diretrizes para o Licenciamento Ambiental de Aterro Sanitário de Pequeno Porte de Resíduos Sólidos Urbanos. Poder Executivo, Brasília, DF. 2008.
7. BRASIL. Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Poder Executivo, Brasília, DF. 2020.
8. DAMICO, R. V. L. et al. Redes para a sustentabilidade: estudos de caso sobre o manejo dos resíduos sólidos no Brasil. Organizações e Sustentabilidade, v. 6, n. 2, p. 72–88, 12 jul. 2018.
9. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).2001. Mapa de solos do Brasil – Escala 1:5.000.000. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa_solos.php>. Acesso em: 08 de maio de 2022.
10. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades: Panorama. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/acailandia/panorama>> Acesso em: 23 de setembro de 2022.
11. ISABELLA, K. et al. SIG na seleção de áreas para implantação de aterros sanitários : estudo de caso em Jundiaí – SP. v. 66, n. 31, p. 59–75, 2018.
12. LOURENÇO, R. W. et al. Metodologia Para Seleção De Áreas Aptas À Instalação De Aterros Sanitários Consorciados Utilizando Sig. Ciência e Natura, v. 37, n. 3, p. 122–140, 2015.
13. Projeto MapBiomass – Coleção 7 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. 2021. Disponível em <https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/collection-7/lcl/coverage/brasil_coverage_1985.tif> Acesso em: 06 de outubro de 2022
14. OLIVEIRA, A. P. et al. Alinhamento de legislações de estados e municípios brasileiros com a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Acta Brasiliensis, v. 2, n. 3, p. 89–95, 12 set. 2018.
15. SNSA - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – ReCESA. Resíduos sólidos: projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários: guia do profissional em treinamento: nível 2. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.) – Belo Horizonte: ReCESA, 2008. 120 p.
16. SNIS - Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. Mapa de indicadores de resíduos sólidos em Açaílandia. 2020. Disponível em: < http://appsniis.mdr.gov.br/indicadores/web/residuos_solidos/mapa-indicadores?cod=2100055 > Acesso em: 23 de setembro de 2022.