

SIG APLICADO A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE TERESINA-PI

Juliana Gonçalves de Sousa, Eliethe Gonçalves de Sousa, Vital António Vilelas Faria, Abílio Gomes Figueredo Neto, Igor de Castro Sousa.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.
julianahsousa2013geoproc@gmail.com

RESUMO

Os desafios que vem sendo enfrentados por conta dos resíduos sólidos e sua gestão é de tamanha importância e fundamental aos estudos socioambientais. Em decorrência disso é necessário utilizar metodologias capazes de identificar e contribuir para a modelagem e análise dos dados, gerando assim, resultados satisfatórios tendo como ponto principal gerar propostas para possíveis locais de implantação de aterros sanitários. Além do mais, o trabalho tem como objetivo, identificar através do uso do SIG “Sistema de Informação Geográfica”, as áreas propícias ou não propícias para sua construção. O trabalho será realizado com o uso do *software* ArcGIS versão 10.6 para processar os dados de declividade, permeabilidade do solo, distância das redes de drenagem, uso e cobertura do solo e distância de áreas construídas, as informações foram adquiridas da plataforma de dados ALOS WORLD 3D, United States Geological Survey (USGS), Agência Nacional de Águas (ANA) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), além disso, foi utilizado o *software* QGIS versão 3.4.6 para gerar os mapas de resultados finais.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de Informação Geográfica, Aterro Sanitário, AHP.

INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos têm sido um dos grandes contribuintes para a poluição, principalmente quando se trata de seu destino final, tanto resíduos urbanos quanto resíduos industriais. Segundo Oliveira (2012) “Tudo o que no passado aprendemos a chamar de lixo deve ser chamado atualmente de “resíduo sólido”.

Oliveira (2012) ainda afirma que a palavra lixo não é mais usada para indicar o que é descartável, tudo há uma destinação, uma reutilização, geração de energia até fonte de renda.

A decomposição de matéria dos resíduos gera uma solução líquida popularmente conhecida como chorume, podendo gerar problemas na qualidade da água superficial e subterrânea. De acordo com Quadros (2015) “O líquido gerado a partir da degradação desse resíduo, juntamente com a água da chuva infiltrada, é denominado chorume e possui uma composição variada, complexa e elevado potencial poluidor”.

Em conjuntura deve-se analisar o espaço geográfico onde determinado fenômeno acontece, levando em conta sua denominação para o tipo de descarte do resíduo sólido, além disso, os dados espaciais a que estão associados os aspectos ambientais e socioeconômicos.

Dados espaciais é um conjunto de valores que possuem informações do espaço geográfico. De acordo com Freitas (2008) “o espaço geográfico é o palco das realizações humanas no entanto, obriga todas as partes do planeta possíveis de serem analisadas, catalogadas e classificadas pelas inúmeras especialidades da ciência geográfica”.

A utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), termo que faz referência ao tratamento computacional dos dados geoespaciais, tem um fator de extrema importância na geração e análise dos dados em questão. SIGs “são sistemas de informação com capacidade para a aquisição, armazenamento, gestão, análise e visualização de dados geográficos cuja interpretação permite compreender relações e padrões espaciais...” (SILVA, 2016).

Nesse sentido, o trabalho tem como objetivo apresentar, com o uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG), uma série de critérios para elaboração e definição das áreas aptas ou inaptas para construção de aterros sanitários no município de Teresina-PI, além do mais, foram utilizadas metodologias e critérios para adoção das áreas para o destino final dos resíduos sólidos. Os *software* utilizados foram ArcGIS (versão 10.6), QGIS (versão 3.4.6), para a aquisição dos dados em formato *raster* e sua manipulação, por fim gerar resultados a serem discutidos em âmbito ambiental e social.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GERAIS

O trabalho teve como objetivo utilizar o SIG como ferramenta para gerar resultados sobre a gestão de resíduos sólidos e discutir seus aspectos socioeconômicos e ambientais. Com uma grande contribuição no que diz respeito às áreas que poderão ser aptas para construção de aterros sanitários no município de Teresina-Piauí.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as áreas de estudo;
- Levantar dados geoespaciais;
- Realizar a modelagem dos critérios adotados;
- Caracterizar os fatores como declividade, hidrografia, solo, distância das áreas urbanas e uso e ocupação do solo;
- Analisar os dados para áreas propícias à construção de aterros sanitários.
- Analisar os resultados gerados da área.

METODOLOGIA

Teresina é a capital do estado do Piauí, localiza-se na região nordeste do Brasil, possuindo uma latitude de $- 05^{\circ} 06' 8,93362''$ Sul e longitude de $- 42^{\circ} 47' 34,90519''$ (Figura 1). Segundo dados censitários do Instituto Nacional de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2010 a população da cidade tinha 814.230 habitantes, com sua Densidade demográfica de 584,94 hab./km².

O município de Teresina está situado em uma região de baixas latitudes, compreendida pela transição dos domínios morfoclimáticos do cerrado, da caatinga e o amazônico (ANDRADADE, 2016). A cidade também é banhada pelo rio Poti e pelo rio Parnaíba que, historicamente, era uma porta para as navegações fluviais.

Ao longo deste último, atividades econômicas foram empreendidas e ainda hoje há a realização de algumas outras, como a barragem de Boa Esperança, implantada em seu curso e que influencia diretamente o desenvolvimento de atividade no âmbito da agricultura, pecuária e demais atividades de potencial hídrico.

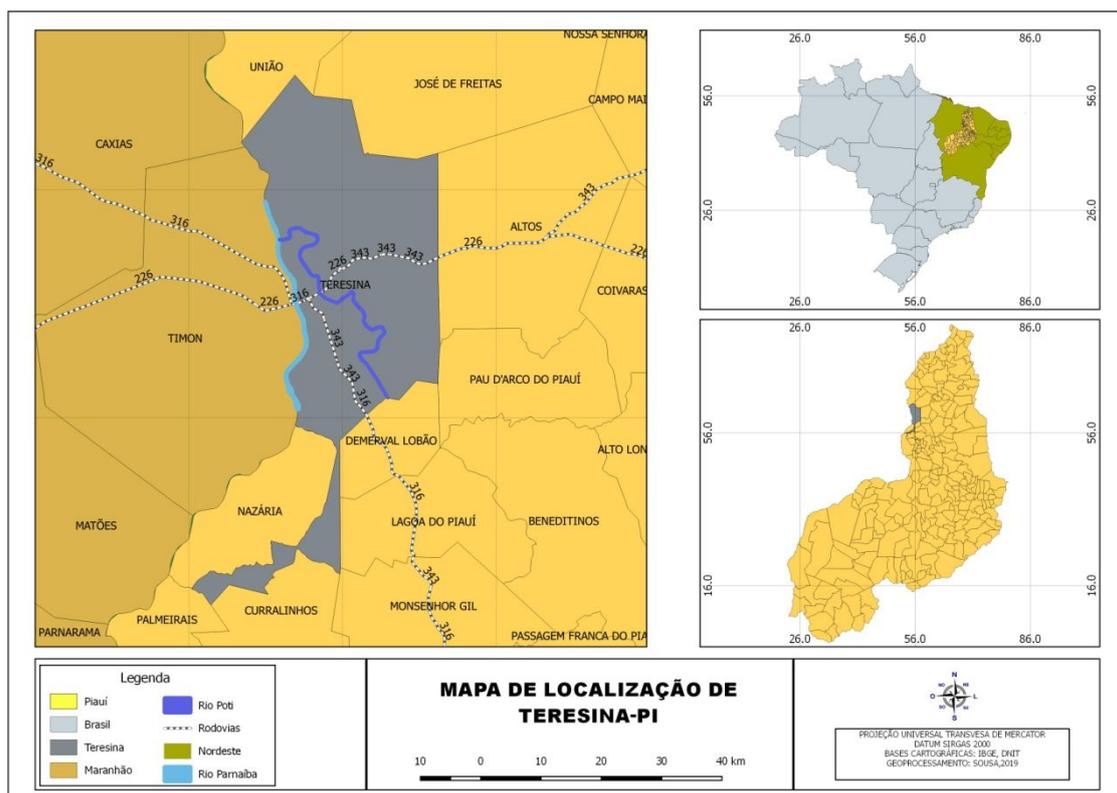
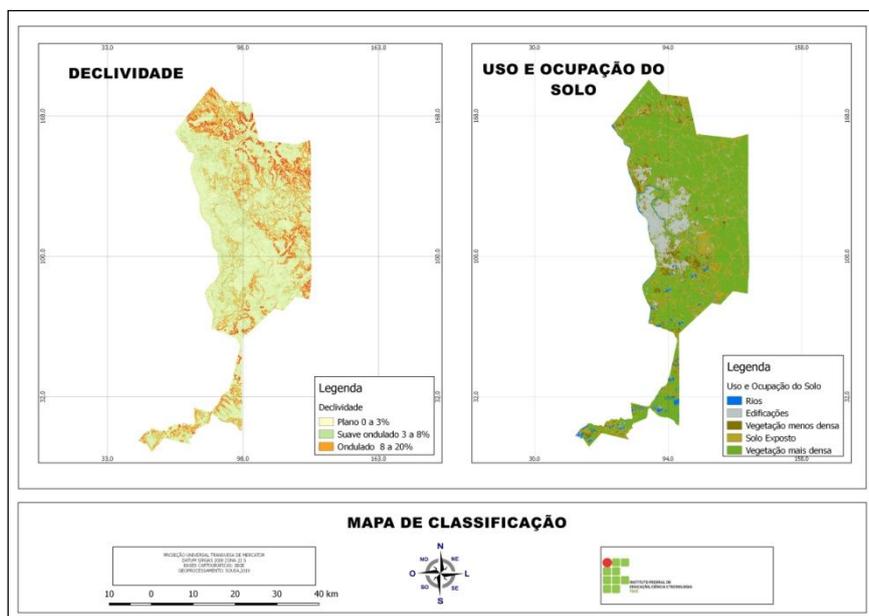


Figura 1: Mapa de localização de Teresina-Piauí. Fonte: Autor do Trabalho.

A manipulação dos dados e os resultados foram gerados no *software* QGIS (versão 3.4.6) e ArcGIS (versão 10.6), esse por sua vez foi utilizado para gerar a declividade, distância em relação aos rios, permeabilidade do solo, distância em relação as áreas construídas, e uso e ocupação do solo.

Os dados de declividade foi gerado do MDE ALOS WORLD 3D, o uso e ocupação do solo foi gerado a partir de imagens de satélite LAND SAT 8, logo após gerou-se os resultados da distância das área construída, sendo que, essas informações foram retiradas da plataforma de dados United States Geological Survey (USGS).

Os dados para gerar a distância em relação aos rios foram retirados da drenagem na plataforma Agência Nacional de Águas (ANA), por fim os a permeabilidade do solo adquirido do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Na (Figura 2) mostra os resultados gerados de declividade e uso e ocupação do solo e na (Figura 3) os resultados de permeabilidade do solo, distância em relação aos rios e distância em relação às áreas construídas estes dados por vez do tipo booleano.



Na avaliação por multi-critérios foram utilizados critérios onde seus valores foram atribuídos (Quadro 1), esses valores foram refeitos uniformemente com atribuição numérica através da lógica *fuzzy*, onde foram processados utilizando o módulo *weight*.

	Critérios						AV	AV N	máx	mín
	Permeabilidade do solo	Dist. Rel. rede de drenagem	Critérios geológicos	Dist. Rel. mancha urbana	Declividade do terreno	Uso e cobertura da terra				
Permeabilidade do solo	1	2	3	3	2	2	2,0386	28,81%	5	6,6083
Dist. Rel. rede de drenagem	1/2	1	3	2	3	3	1,7321	25,32%	10	0,1218
Critérios geológicos	1/3	1/3	1	2	3	2	1,0491	15,33%	10	1,25
Dist. Rel. mancha urbana	1/3	1/2	1/2	1	2	3	0,8909	13,02%	10	0,1218
Declividade do terreno	1/2	1/3	1/3	1/2	1	4	0,8334	10,33%	10	0,1218
Uso e cobertura da terra	1/2	1/3	1/2	1/3	1/4	1	0,4363	6,38%	10	0,1218
Soma	3,17	4,50	8,33	8,83	11,25	15,00	6,8418	100,00%		

Quadro 1: Critérios Gerados. Fonte: Autor do Trabalho.

A ferramenta *slope* (módulo *Raster Surface extensão 3D Analyst Tools*) do software ArcMap (versão 10.6) foi utilizada para gerar a declividade. O critério de distância das áreas construídas e distância em relação aos rios foram gerados com a ferramenta *Euclidian distance*.

Outro critério abordado foi o uso e ocupação do solo, realizado em formato *raster*, foi categorizado em quatro classes “Rios”, “Vegetação mais densa”, “Vegetação menos densa”, “Edificações” e “Solo exposto”.

Por último com a ferramenta de conversão *polygon to raster*, foi transformado para *raster* a permeabilidade do solo. Foi adotado um processo de comparação *Analytical Hierarchy Process* (AHP), processo de comparação adotado por Thomas Saaty. Esse processo atribui um grau de importância onde varia de 1 a 8. (Quadro 2).

Intensidade de importância	Definição	Explicação
1	Importância igual	Dois fatores contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada	Um elemento é ligeiramente mais importante do que o outro
5	Importância essencial	Um fator é claramente mais importante do que outro
7	Importância demonstrada	Um fator é fortemente favorecido e sua relevância foi demonstrada na prática
9	Importância extrema	A evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível
2,4,6,8	Valores intermediários entre dois julgamentos	Quando se necessita de comprometimento ou coerência entre os julgamentos

Quadro 2: Critérios Gerados. Fonte: Saaty (1980).

RESULTADOS

Os mapas da (Figura 2) e (Figura 3), receberam uma aplicabilidade de *fuzzificação* dos dados, sendo assim, foram gerados novos mapas como resultado de declividade, distância das áreas construídas, distância em relação aos rios, permeabilidade do solo e uso e ocupação do solo.

No mapa da declividade as áreas em tom verde receberam valor 0 onde indica áreas menos favoráveis e em tom de amarelo até vermelho recebeu valor 1 indicando as áreas mais propícias a construção de aterros sanitários (Figura 4). As distâncias em relação às áreas construídas e em relação aos rios receberam o mesmo valor 0 para áreas inapta e 1 para áreas aptas. (Figura 5) e (Figura 6).

Na (Figura 7) mostra o uso e ocupação do solo após todo o processo de gerado e *fuzzificado*. Seus dados estão classificados em rios, vegetação menos densa, vegetação mais densa, edificações e solo exposto. O ultimo resultado foi a permeabilidade do solo (Figura 8), onde 1 indica áreas mais permeáveis e 0 indica menos permeável.

Na (Figura 9) o resultado final indica a favorabilidade para a construção de aterros sanitários. As áreas favoráveis à implantação de aterro estão em cor verde e com atribuição de nota 1, ou seja uma área apta, as áreas que são classificadas como inaptas estão em cor lilás e receberam valor 0, isso significa que são menos favoráveis.

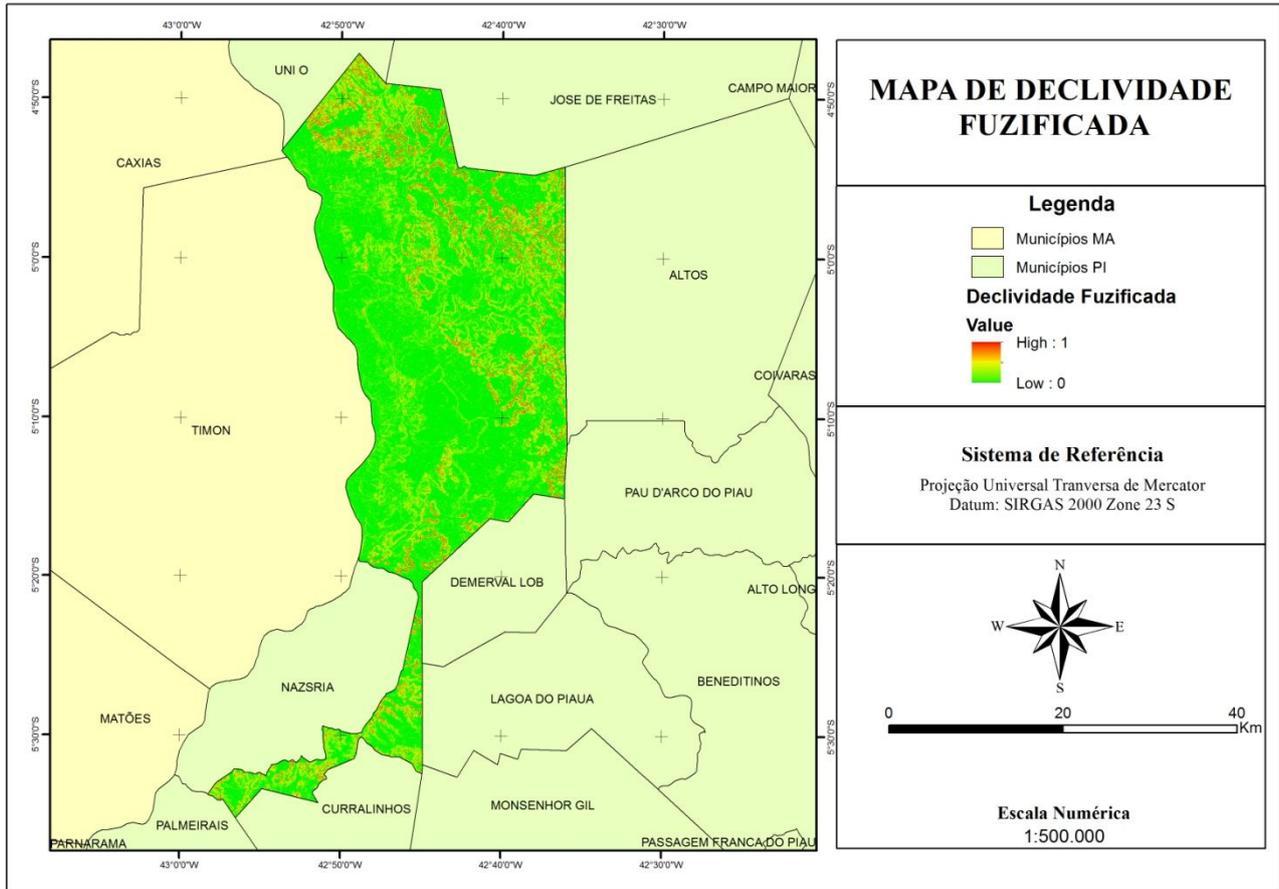


Figura 4: Mapa de declividade com aplicação *fuzzy*. Fonte: Autor do Trabalho.

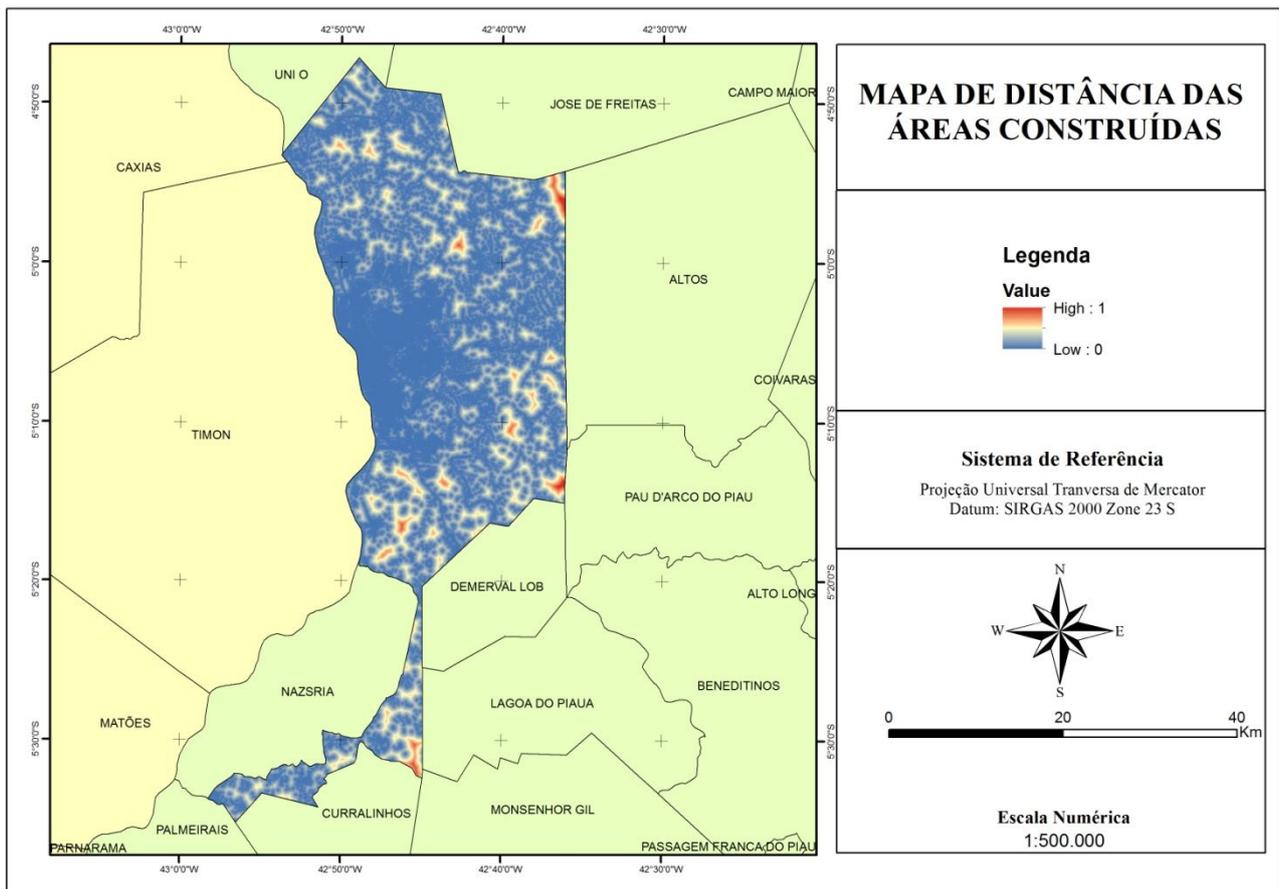


Figura 5: Mapa de distância em relação às áreas construídas com aplicação *fuzzy*. Fonte: Autor do Trabalho.

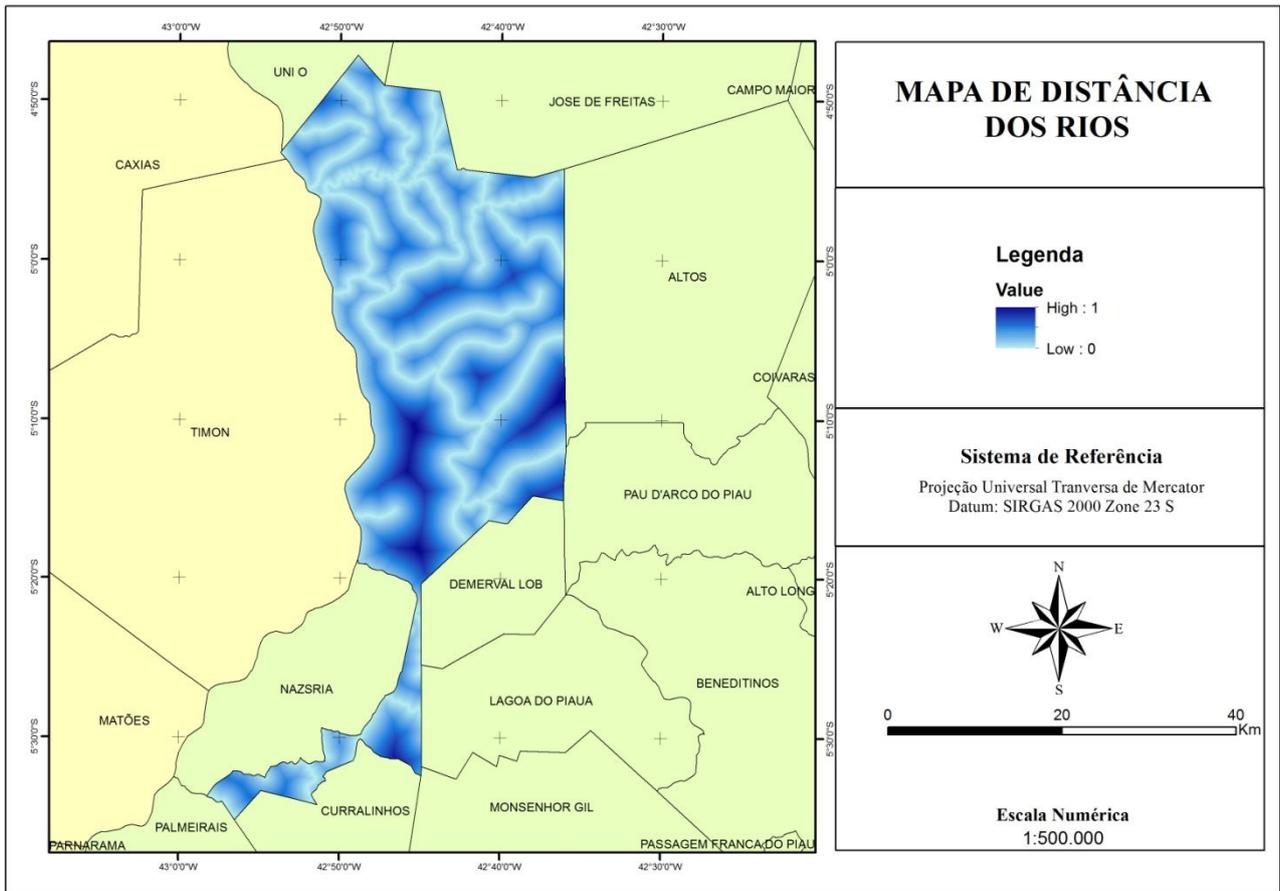


Figura 6: Mapa de distância em relação aos rios com aplicação fuzzy. Fonte: Autor do Trabalho.

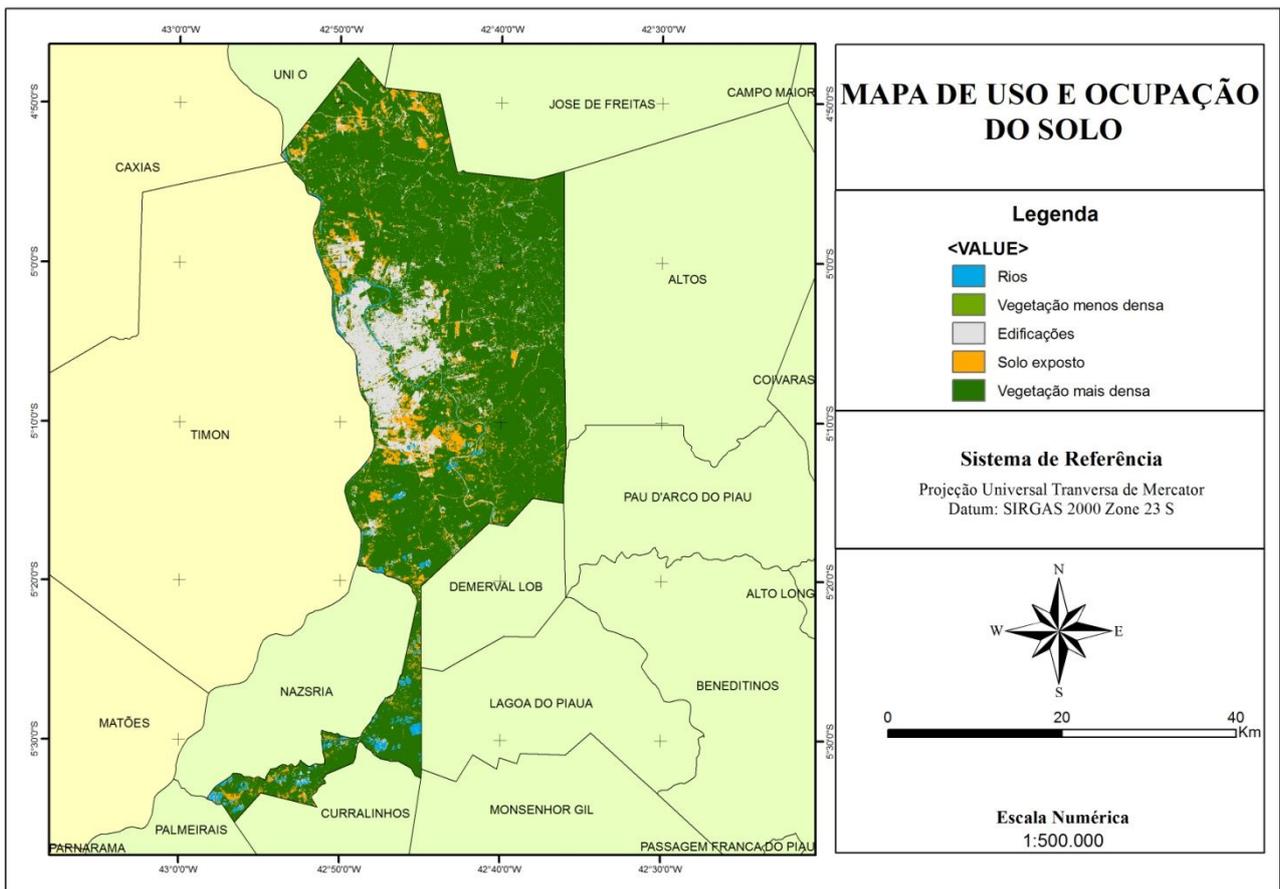


Figura 7: Mapa do uso e ocupação do solo. Fonte: Autor do Trabalho.

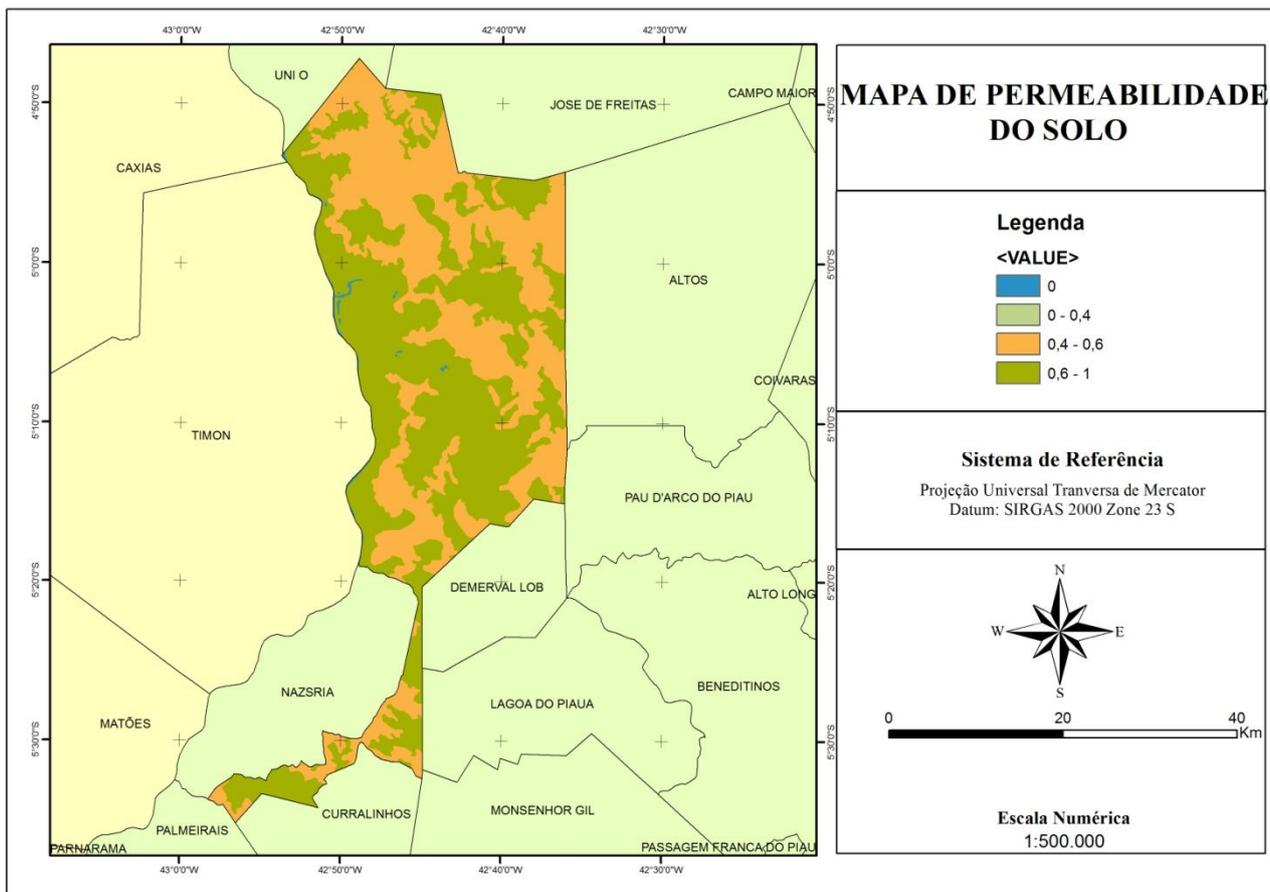


Figura 8: Mapa de permeabilidade do solo. Fonte: Autor do Trabalho.

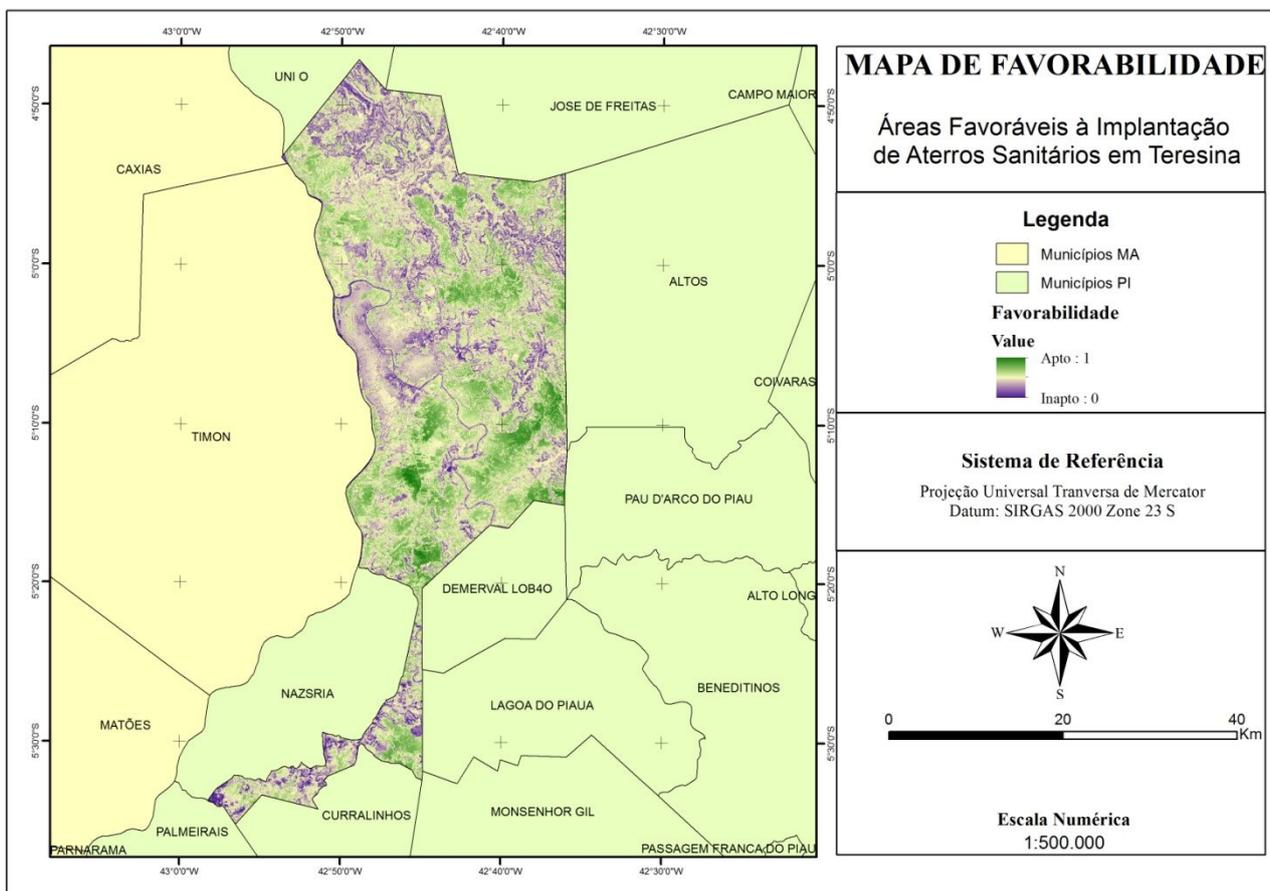


Figura 9: Mapa de favorabilidade para construção de aterros sanitários. Fonte: Autor do Trabalho.

CONCLUSÕES

Em relação a todas as etapas realizadas, o trabalho tem como objetivo evidenciar as áreas que serão aptas e inaptas para construção de aterro sanitário na cidade de Teresina-PI, seguindo os padrões e normalizações do município, onde mostra sua favorabilidade de acordo com os critérios definidos anteriormente.

A área de estudo apresenta índices que podem ser analisados com maior detalhamento a nível ambiental e social, porém é necessário de uma série de outros estudos que vão além das análises por multi-critério, para uma definição concreta da melhor localização do aterro sanitário.

Por tanto o trabalho leva com os seus resultados uma ótima influência ao município em relação a implantar aterros sanitários já que a cidade não possui, sendo uma ótima ferramenta na gestão de resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DE OLIVEIRA, Ana Carla Albuquerque. **Gestão de resíduos sólidos: uma oportunidade para o desenvolvimento municipal e para as micro e pequenas empresas**. 2012.
2. FREITAS, Eduardo. **Geografia Humana**. 2008. Disponível em: <http://www.mundoeducacao.com/geografia/espaco-geografico.htm>. Acesso em: 12 Mar. 2019.
3. QUADROS, A. V. et al. **Tratamento biológico utilizando chorume de resíduos industriais perigosos**. Blucher Chemical Engineering Proceedings, 2015.
4. SILVA, Ana Nobre et al. **Sistemas de Informação Geográfica: Análise Espacial**. 2016. Acesso em: 02 Mar. 2019.