

### **III-157 – USO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NA SELEÇÃO DE ÁREAS PARA IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO NA MICRORREGIÃO DO ARARI, ILHA DO MARAJÓ-PA**

**Larissa Defino Santana Rocha<sup>(1)</sup>**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade da Amazônia (UNAMA). Mestranda em Engenharia Civil (Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) na Universidade Federal do Pará (UFPA).

**Fernando Felipe Soares Almeida**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade da Amazônia (UNAMA). cursando Geodésia e Cartografia no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Pará (IFPA).

**Ivan Roberto Santos Araújo**

Engenheiro Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Mestre em Ciências Ambientais pela UFPA. Docente do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da UNAMA. Técnico da Gerência de Obras Cíveis, Infraestrutura e Transporte (GEINFRA) na Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS-PA).

**Evelyn Wagemacher Cunha**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela UNAMA. Pós-graduanda em Geologia de Minas na UFPA.

**Gabriel Almeida Silva**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela UNAMA. Gerente Técnico Florestal do Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará (IDEFLOR-BIO). Pós-graduando em Geologia de Minas na UFPA.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Passagem Independência, 40 – Umarizal – Belém – PA – CEP: 66050-220 – Brasil – Tele: (91) 98147-1607 – E-mail: rocha.ambiental20@gmail.com.

#### **RESUMO**

O uso do Sistema de Informações Geográficas tem se tornado cada vez mais presente em ações que envolvem o planejamento e ordenamento ambiental, dada a rapidez e eficiência no manejo de informações espaciais associadas ao geoprocessamento. A exemplo disso, está o crescente desafio para a alocação dos resíduos sólidos urbanos, que se apresentam atualmente como grandes colaboradores para a degradação ambiental. Nesse sentido, a Microrregião do Arari, localizada na Ilha do Marajó, apesar da exuberante riqueza natural e cultural, enfrenta grandes problemas quanto a destinação final de seus resíduos sólidos urbanos. Desse modo, o presente estudo teve como objetivo a investigação preliminar de áreas propícias à implantação de aterros sanitários, a partir de características ambientais, com o auxílio de ferramentas SIG. A metodologia utilizada se deu em consonância com outros estudos de mesmo cunho, considerando dados de vegetação, pedologia, áreas sujeitas a inundação e declividade, os quais foram ponderados de acordo com a importância que representavam para o objetivo da pesquisa. Como resultado, observou-se que 19% da área analisada (4.285,25 Km<sup>2</sup>) possuía um baixo nível de suporte ambiental aos principais impactos advindos da implantação de um aterro sanitário, 4% (902,36 Km<sup>2</sup>) nível de suporte moderado e apenas 1% (208,77 Km<sup>2</sup>) atingiu o nível de suporte recomendado por este trabalho, dada as características ambientais presentes na região, onde o restante das áreas (76%), foram excluídas da análise devido a presença de características claramente restritivas ao objetivo da pesquisa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema de Informações Geográficas, Seleção de áreas, Aterro sanitário, Resíduos Sólidos, Ilha do Marajó.

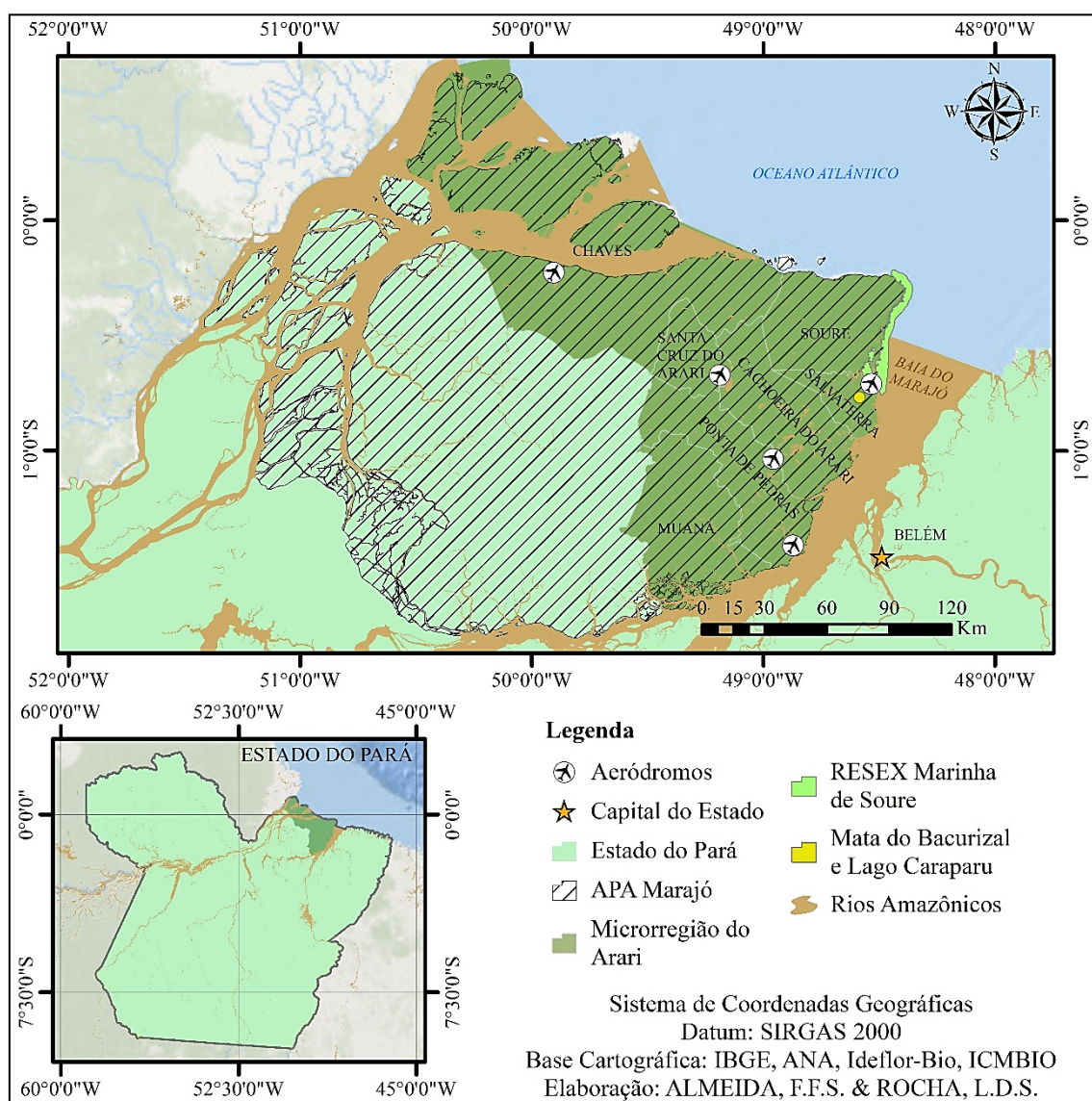
#### **INTRODUÇÃO**

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) podem ser definidos como um conjunto de ferramentas computacionais que promovem maior rapidez e eficiência aos trabalhos de geoprocessamento. Almeida e Rocha (2018) afirmam ainda que para bem utilizá-lo é fundamental o uso de um banco de dados para o controle das informações e suas fontes, bem como o uso de *softwares* para manipulação dos dados, dando novos sentidos as informações adquiridas, formando assim um novo banco com novas informações georreferenciadas. Adicionalmente, Augusto Filho (2013, p. 643), complementa que o SIG “[...] mais do que programas computacionais de elaboração de mapas, constituem poderosas ferramentas para o gerenciamento e a análise de informações de qualquer natureza [...]”.

A gestão ambiental tem feito do SIG um grande aliado para as atividades de monitoramento e planejamento ambiental, tornando seu uso uma rotina dentro das atividades dos órgãos de meio ambiente. Concomitantemente, outra atividade que vêm se desenvolvendo com o auxílio das ferramentas de SIG é o zoneamento ambiental, permitindo assim, o desenvolvimento de diversos estudos que buscam identificar, a partir das informações geradas pelo geoprocessamento, as melhores áreas para a execução de determinada atividade. Neste contexto, Montañó *et al.* (2004), afirmam que nos últimos anos o zoneamento ambiental tem se destacado como um instrumento de planejamento que vem viabilizando a inserção da variável ambiental na tomada de decisão sobre a ocupação de áreas para implantação de determinada atividade ou empreendimento.

Os aterros sanitários geram grandes desafios dentre as atividades que requerem planejamento da sua localização, uma vez que perto dos centros urbanos podem afetar negativamente aspectos ambientais e socioeconômicos, ao mesmo tempo que, quando mais distantes, geram desafios de acesso, como o deslocamento dos veículos de coleta, e com isso, provocando gastos financeiros adicionais desnecessários. Não obstante a esses desafios, os municípios que não dispõem de local adequado para disposição dos seus rejeitos, acabam adotando maneiras inadequadas para dispô-los. O descarte inadequado de resíduos sólidos afeta negativamente a qualidade dos corpos d'água e mananciais, potencializam enchentes, contribuem para a poluição do ar e proliferação de vetores de importância sanitária nos centros urbanos (JACOBI; BESEN, 2011).

Os municípios localizados no arquipélago do Marajó (PA), na microrregião do Arari, como Cachoeira do Arari, Chaves, Muaná, Ponta de Pedras, Salvaterra, Santa Cruz do Arari e Soure, conforme mostra a Figura 01, precisam se adequar às exigências contidas na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), regida pela Lei nº 12.305/2010, uma vez que não dispõem de serviços eficientes de coleta e disposição final de resíduos sólidos.



**Figura 01: Localização da Microrregião de Arari, Ilha do Marajó-PA. Fonte: Autores, 2019.**

A região está inserida na Área de Preservação Ambiental (APA), denominada APA Marajó, conforme Ideflor-Bio (2017), além da Reserva Extrativista (RESEX) Marinha de Soure e o Parque Ecológico da Mata do Bacurizal e o Lago Caraparu, em Salvaterra. Essas áreas configuram-se como obstáculos na instalação de empreendimentos poluidores como no caso de um aterro sanitário, da mesma forma que aeródromos e aeroportos, conforme o que rege a Lei nº 12.725/2012 a qual define restrições para implantação de atividades que, por sua vez, possam atrair pássaros dentro das delimitações da Área de Segurança Aeroportuárias (ASA), definida pela referida Lei em seu art. 2º, inciso V, como:

“V - Área de Segurança Aeroportuária - ASA: área circular do território de um ou mais municípios, definida a partir do centro geométrico da maior pista do aeródromo ou do aeródromo militar, com 20 km (vinte quilômetros) de raio, cujos uso e ocupação estão sujeitos a restrições especiais em função da natureza atrativa de fauna”.

A região também é rica em diversidade de características ambientais, apresentando vegetação do tipo Floresta Ombrófila Densa, Formações Pioneiras de Influência Fluvial e Fluviomarina, Vegetação Secundária e Savana, já em relação ao tipo de solo apresentam-se os tipos Gleissolo, Latossolo, Neossolo e Plintossolo, os quais também configuram o relevo nas tipologias plano (declividade < 3%) e plano e suave ondulado (declividade 3 - 8%).

No que concerne a características sociais e demográficas, a Tabela 01 acrescenta informações gerais acerca dos municípios em estudo. Logo percebe-se as diferenças espaciais as quais os municípios estão submetidos, como é o caso do município de Chaves, o maior em extensão, com aproximadamente 13 mil Km<sup>2</sup>, em contrapartida com o menor município, Santa Cruz do Arari, o qual compreende uma área de pouco mais de 1 mil Km<sup>2</sup>. É possível notar ainda a relação das populações com os diferentes Índices de Desenvolvimento Humano Municipais (IDHM), o qual tende a representar os fatores de longevidade, educação e renda da população, e que remonta a dificuldade de alguns municípios com a administração pública.

**Tabela 01: Informações gerais dos municípios da Microrregião do Arari.**

MUNICÍPIO	EXTENSÃO (Km <sup>2</sup> )	POPULAÇÃO (hab.)	IDHM
Cachoeira do Arari	3.100	23.466	0,546
Chaves	13.085	23.482	0,453
Muaná	3.763	39.783	0,547
Ponta de Pedras	3.364	30.608	0,562
Salvaterra	1.206	23.424	0,608
Santa Cruz do Arari	1.077	9.939	0,557
Soure	3.850	25.181	0,615

Fonte: IBGE, 2017.

Dessa maneira, assim como muitos municípios da Amazônia brasileira, os presentes na região marajoara também se encontram em má situação, como mostra a referida tabela, onde os índices limites variam entre a classificação muito baixa a exemplo de Chaves (0,453) e médio como é o caso de Soure (0,615), que apresenta o maior índice da região.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a maioria da população dos municípios marajoaras concentra-se em áreas rurais, em detrimento do cultivo e, principalmente, ao trabalho de vaqueiro, em que se destinam terras para a criação de gado e bubalinos, para o fornecimento de leite e queijo (BARBOSA, 2014).

Em relação as dificuldades na Amazônia quanto ao manejo dos resíduos sólidos, Pinho (2017) diz que, as etapas de gerenciamento (armazenamento, coleta, transporte, tratamento e a disposição final) ainda são precárias em áreas urbanas de pequenos municípios e cidades isoladas, resultando na degradação do meio ambiente, bem como à saúde da população, sendo um problema ligado à organização política brasileira em atendimento aos municípios, na divisão dos recursos públicos.

Tendo em vista a necessidade de local adequado para disposição dos resíduos sólidos e o desafio do zoneamento ambiental na região, torna-se propício o desenvolvimento de estudos que envolvam a busca de locais ambientalmente adequados para implantação de aterros sanitários, a fim de auxiliar os municípios no cumprimento da PNRS.

## OBJETIVOS

Utilizar as ferramentas SIG para a organização e análise das principais características ambientais da região, de modo a propor a investigação preliminar de áreas propícias à implantação de aterros sanitários visando o atendimento dos municípios da Microrregião do Arari, através da seleção das áreas a serem menos afetadas ambientalmente pela instalação dos referidos empreendimentos.

## METODOLOGIA

Primeiramente, para se atingir o objetivo de analisar as áreas propícias para instalação de aterros sanitários na Microrregião do Arari, foi necessária a busca por maior conhecimento acerca das características ambientais da área de estudo e sua distribuição espacial. Dessa forma, no intuito de se agrupar informações importantes do ponto de vista ambiental e técnico-construtivo referente a temática da pesquisa, foram coletados dados geográficos a respeito das seguintes características ambientais: áreas sujeitas a inundação, declividade,

pedologia e vegetação. Os dados foram obtidos em meio eletrônico mediante a disponibilização de arquivos no formato *shapefile* por órgãos governamentais como a Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) e Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS-PA), através dos quais foram elaborados mapas temáticos para representação de cada característica, utilizando-se o *software* ArcGis®, versão 10.5, baseando-se no modelo de elipsoide oficial brasileiro (SIRGAS 2000).

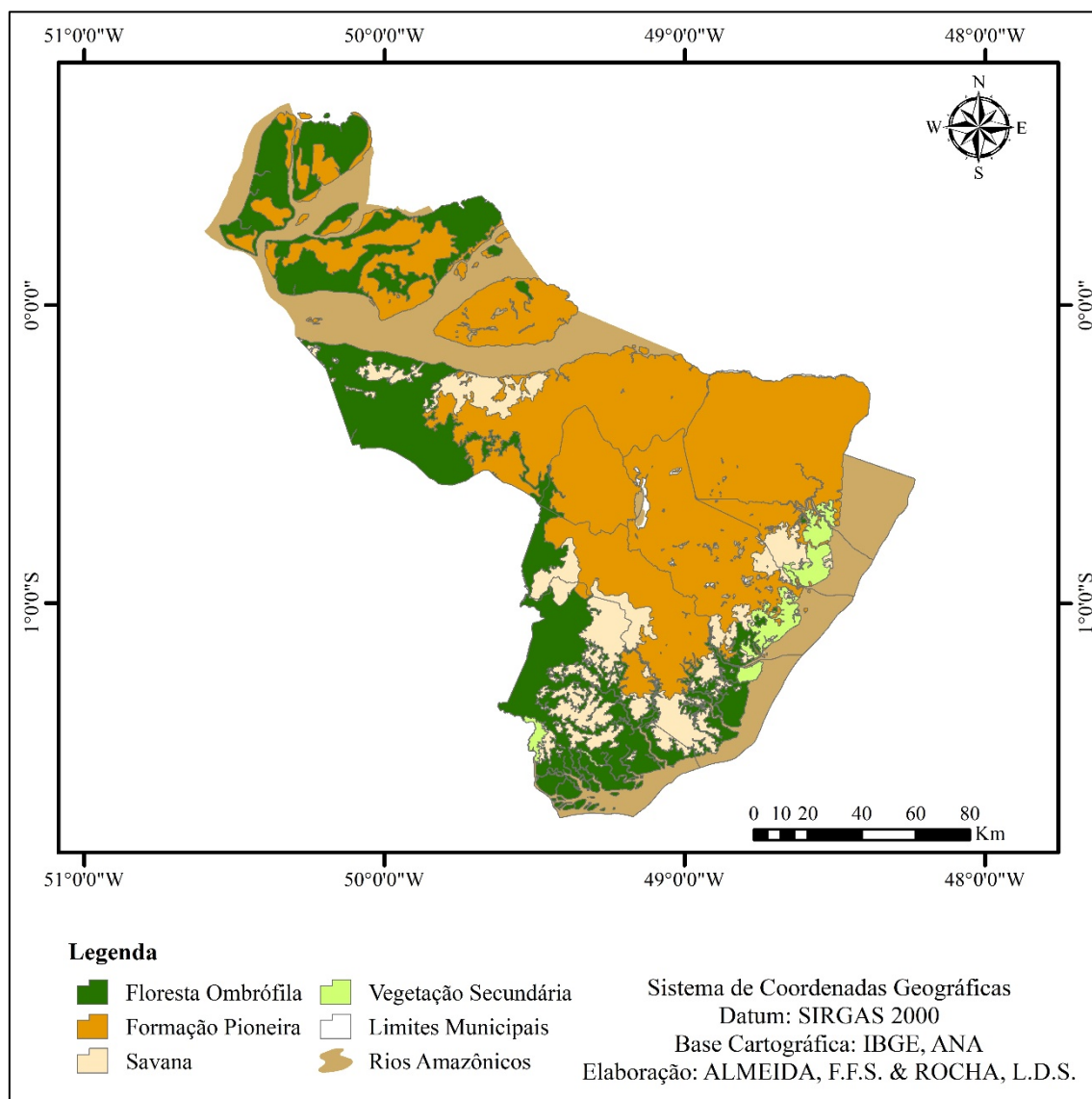
Em relação a vegetação presente na área de estudo, destacam-se a Floresta Ombrófila Densa, Formações Pioneiras de Influência Fluvial e Fluviomarinha, Savana e Vegetação secundária. No Quadro 01 estão descritas todas de forma resumida e a Figura 02 mostra o mapa com a configuração espacial destas características.

**Quadro 01: Informações relativas a tipologia da vegetação da área de estudo.**

ESPECIFICIDADE	CARACTERÍSTICAS
Floresta Ombrófila Densa	Formação alta e densa, entre 20 a 30 metros, rica em espécies vegetais. Ocorrem, principalmente, em solos como Latossolos e Argissolos, ambos Amarelos e Vermelho-Amarelos. Possuem baixa fertilidade natural.
Formações Pioneiras de Influência Fluvial e Fluviomarinha	Vegetação da restinga, a vegetação do mangue e dos campos salinos e as comunidades aluviais. Ocorrem em áreas adjacentes aos cursos d'água e rios de pequeno e médio porte, tendendo a se apresentarem sobre solos formados por deposição fluvial ou lençol freático alto.
Savana	Constituída essencialmente por vegetação de pequeno porte (graminóides), antropizada ou não, formam fisionomia raquítica em terrenos degradados. Sua distribuição está relacionada a determinados tipos de solos, na maioria profundos.
Vegetação Secundária	Vegetação resultante de processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial de vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais.

Fonte: Adaptado de Embrapa (2016? *apud* Almeida e Rocha, 2018).





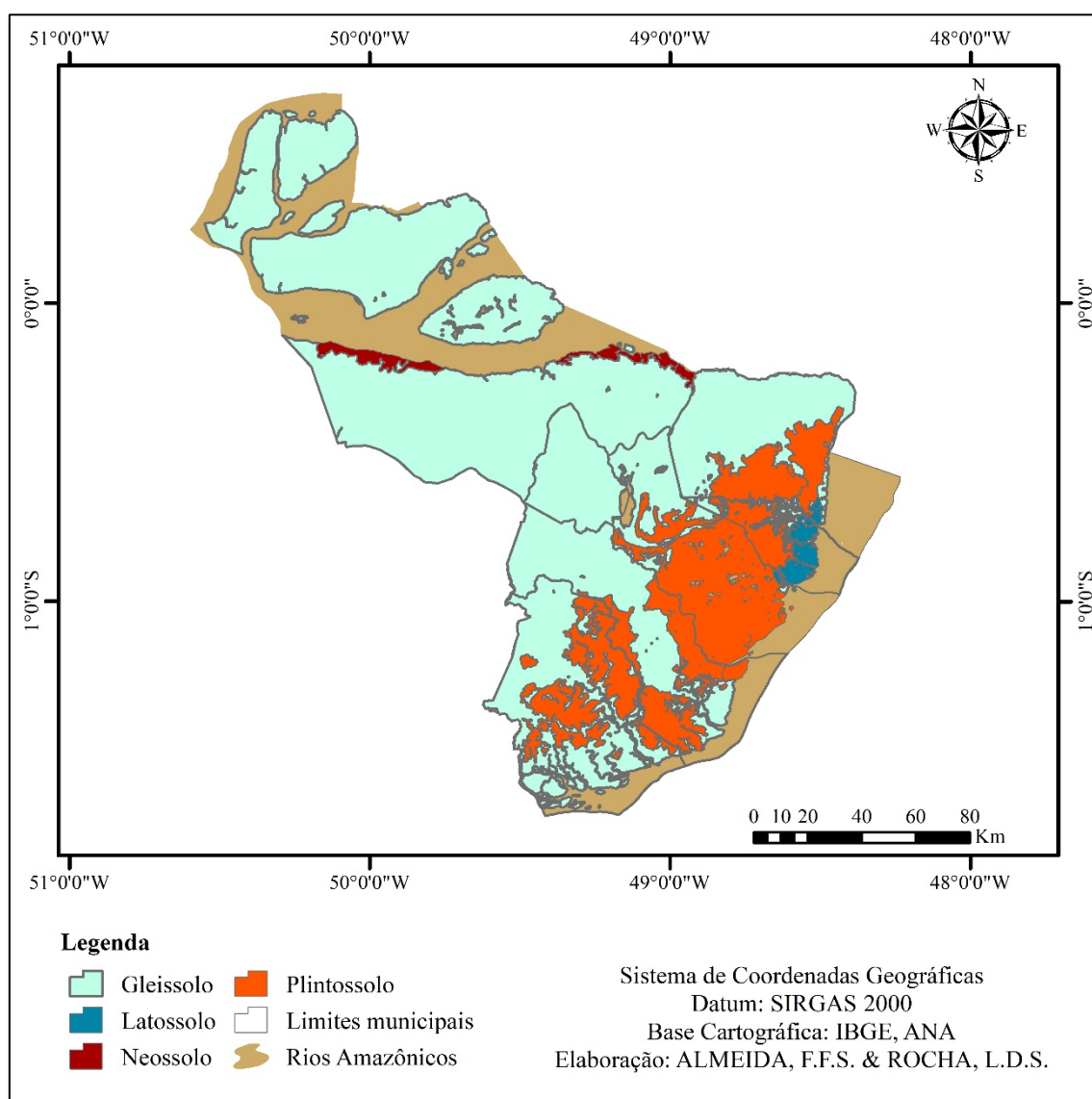
**Figura 02: Mapa ilustrando as características de vegetação. Fonte: Autores, 2019.**

Já referente ao tipo de solo da área de estudo, abaixo, no Quadro 02, estão descritas da mesma forma as principais características de pedologia e em seguida, a Figura 03 mostra suas delimitações espaciais.

**Quadro 02: Informações relativas a tipologia de solo da área de estudo.**

ESPECIFICIDADE	CARACTERÍSTICAS
Gleissolo	Possui constituição argilosa a arenosa, ocorrendo normalmente em áreas alagáveis devido à proximidade do lençol freático a que se associa este tipo de solo. Possui risco de inundações ou alagamentos frequentes.
Latossolo	O Latossolo presente na região, além da baixa fertilidade e da alta saturação por alumínio, apresenta permeabilidade restrita, em função da elevada coesão dos agregados, pois o solo é extremamente duro quando seco e possui lenta infiltração de água, sendo os de textura mais argilosa certa tendência ao selamento superficial. São constituídos de silte inferior a 20% e argila variando entre 15 e 80%, estando situados em relevo plano a suave-ondulado.
Neossolo	É característico a ocorrência em relevo plano ou suave ondulado, que por conta disso, o processo erosivo é baixo, porém, alerta-se para o risco de erosão devido à textura ser essencialmente arenosa, e de cor amarelada. Apresentam teores de matéria orgânica, fósforo e micronutrientes muito baixos, além de poucos evoluídos em comparação com os demais solos. Há restrições quanto ao uso agrícola devido à baixa retenção de umidade, e mais ainda quando encontrados próximos a cursos d'água, como é o caso, logo são áreas de preservação de matas ciliares.
Plintossolo	Solos restritivos a percolação de água, constituído por minerais. Ocorrem em áreas deprimidas de relevo plano ou suave ondulado, que possuem escoamento lento de água. Apresentam potencial agrícola quando neste tipo de relevo, utilizado comumente no cultivo de arroz, entretanto considera-se de baixa fertilidade natural devido a elevada acidez. Por vezes podem ser usados na produção de material para base de estradas.

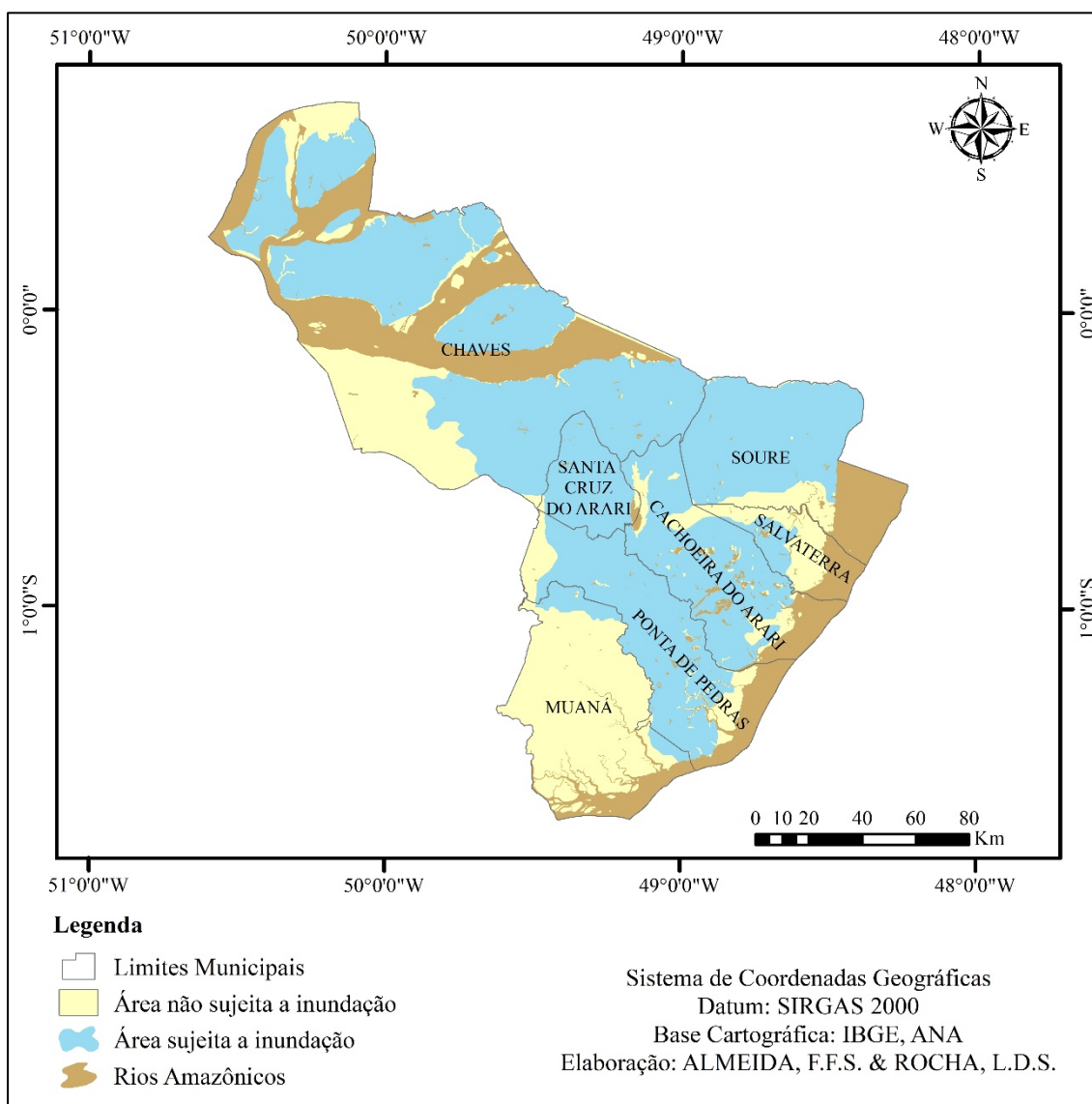
Fonte: Adaptado de Embrapa (2016? *apud* Almeida e Rocha, 2018).



**Figura 03: Mapa ilustrando as características da Pedologia. Fonte: Autores, 2019.**

Outra característica é a declividade, a qual, assume na região, conforme já mencionado, os valores de 0 a 3%, configuradas como de relevo plano, e 3 a 8% com classificação de relevo plano e suave ondulado. E por último, temos as áreas sujeitas a inundação, em que se delimita as porções de terras onde há eventual possibilidade de se alagar durante determinados períodos de tempo, em função disso, essas áreas foram desconsideradas no desenvolvimento do estudo, como mostra a Figura 04 abaixo:





**Figura 04: Mapa ilustrando as áreas sujeitas a inundação. Fonte: Autores, 2019.**

A partir das informações acima reunidas acerca das características ambientais presentes na região de estudo e no intuito de se analisar com maior precisão e eficiência as qualidades de sua distribuição espacial, tendo em vista o objetivo da pesquisa, aplicou-se pesos as características investigadas de maneira que fossem atribuídos níveis de importância para cada critério (pedologia, vegetação e declividade), bem como para cada especificidade (Latossolo, Savana e etc.).

É válido ressaltar que as áreas com porções de terra sujeitas a inundação foram excluídas da análise, bem como as contendo vegetação do tipo Formações Pioneiras, as áreas que compreendem a Pedologia do tipo Neossolo e as áreas de preservação RESEX Marinha de Soure e Mata do Bacurizal. As referidas exclusões têm como propósito a de evitar áreas que estejam inseridas os perímetros com chances de alagamento e que contenham demais características que se mostrem desinteressantes no tocante a implantação de aterros sanitários, como é o caso da pedologia Neossolo, presente apenas na área costeira do município de Chaves, e Áreas de Preservação. O processo de ponderação aplicado tomou como base o método utilizado em Almeida e Rocha (2018) onde os pesos de 1 a 5 foram ponderados de acordo com a importância do aspecto ambiental (critérios) que representam em relação aos impactos oriundos das atividades de um aterro sanitário, enquanto que as suas respectivas características ambientais (especificidades) foram ponderadas entre 0 e 1 de forma a representar a capacidade de suporte a esses impactos. Abaixo a Tabela 02 mostra os pesos aplicados a cada característica e suas especificidades:

**Tabela 02: Ponderação das características.**

CRITÉRIOS	PESO	ESPECIFICIDADES	SUB-PESO	PONDERAÇÃO
Pedologia	4	Gleissolo	0,15	0,60
		Latossolo	0,85	3,40
		Neossolo	0,00	0,00
		Plintossolo	0,60	2,40
Vegetação	3	Floresta Ombrófila Densa	0,40	1,20
		Formações Pioneiras	0,00	0,00
		Vegetação Secundária	0,70	2,10
		Savana	0,70	2,10
Declividade	1	Plano e suave ondulado	0,80	0,80
		Plano	0,45	0,45

Fonte: Adaptado de Almeida e Rocha, 2018.

A partir do resultado da ponderação visto na tabela anterior, agregou-se as ponderações em combinação conforme a equação abaixo:

$$Esp_{pedol.} \times Esp_{veg.} \times Esp_{decl.} = \text{Valor da Ponderação} \quad \text{equação (1)}$$

Em que:

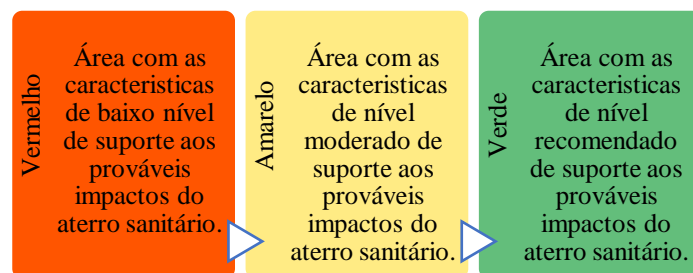
$Esp_{pedol.}$  → Valor da Especificidade de Pedologia (Gleissolo, Latossolo, Neossolo e Plintossolo);

$Esp_{veg.}$  → Valor da Especificidade de Vegetação (Floresta Ombrófila Densa, Formações Pioneiras, Vegetação Secundária e Savana);

$Esp_{decl.}$  → Valor da Especificidade de Declividade (Plano e suave ondulado, Plano).

Por exemplo: Gleissolo (0,60) × Floresta Ombrófila Densa (1,20) × Plano (0,45) = Valor da Ponderação (0,32).

Após o resultado da referida ponderação, foi aplicado um sistema de cores a cada combinação de especificidades para sua representação em mapa, de forma a indicar o nível de aptidão a que estão sujeitas referente a capacidade de suporte aos principais impactos oriundos da instalação e operação de aterros sanitários. O sistema de cores é composto pelas cores vermelho, amarelo e verde, as quais devem correlacionar a área em que preenchem a um nível de resistência aos impactos, de acordo com a Figura 05 abaixo:



**Figura 05: Sistema de cores para representação da ponderação.**

Assim, calculou-se a ponderação das combinações de especificidades de cada critério conforme a sua ocorrência na região, bem como adotou-se cores as diferentes áreas para facilitar o processo de análise de áreas propícias. Ressalta-se que as áreas com características claramente incapazes de atender as necessidades dos locais para instalação dos aterros como as áreas sujeitas a inundação e de formações pioneiras foram simuladas em branco.

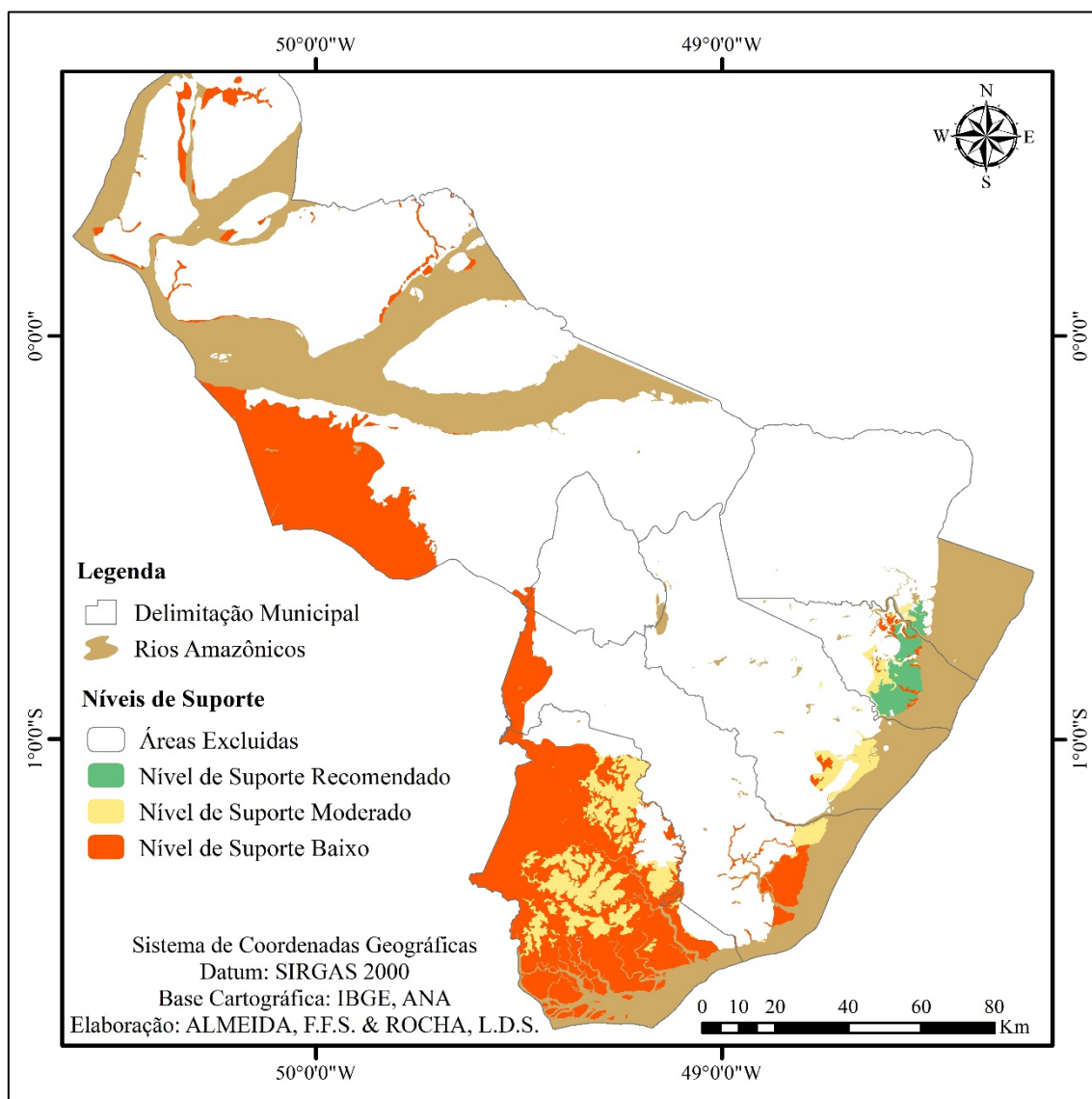
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado inicial, apresenta-se por meio da Tabela 03 o resultado das combinações das ponderações, bem como as cores que irão representa-las no mapa mostrado pela Figura 06.

**Tabela 03: Resultado da ponderação das especificidades.**

ESPECIFICIDADES AGREGADAS	PONDERAÇÃO
Gleissolo - Floresta Ombrófila Densa - Plano	✗ 0,32
Gleissolo - Vegetação Secundária - Plano	✗ 0,57
Gleissolo - Savana - Plano	✗ 0,57
Plintossolo - Floresta Ombrófila Densa - Plano	✗ 1,30
Plintossolo - Vegetação Secundária - Plano	⚠ 2,27
Plintossolo - Savana - Plano	⚠ 2,27
Latossolo - Floresta Ombrófila Densa - Plano Suave Ondulado	⚠ 3,26
Latossolo - Vegetação Secundária - Plano Suave Ondulado	✓ 5,71
Latossolo - Savana - Plano Suave Ondulado	✓ 5,71

Fonte: Autores, 2019.



**Figura 06: Mapa indicando o nível de suporte das áreas de acordo com o resultado das ponderações.**

Fonte: Autores, 2019.

Em sintonia com o demonstrado no mapa da Figura 06, tem-se que do total da extensão da Microrregião do Arari (28.948,45 Km<sup>2</sup>), 69,18% compreende áreas sujeitas a inundação. Além disso, a maioria da sua Pedologia é composta pela tipologia Gleissolo (76,26%) a qual é atribuído o menor valor de ponderação entre os demais solos, dado o seu lençol freático elevado e sua parcela de constituição arenosa, o que eleva sua capacidade de contaminação. Constatou-se também a pequena parcela de Latossolo presente na região, o qual corresponde a apenas 1,00% da área disponível total.

Quanto a vegetação, a área de estudo está predominantemente coberta por Formações Pioneiras, o equivalente a 56,15% da área total, a qual foi retirada da análise devido sua presença estar grandemente associada a áreas sujeitas a inundação. Em seguida, a Floresta Ombrófila Densa é a vegetação mais presente cobrindo cerca de 29,55% da área total, e por fim, as especificidades mais bem pontuadas deste critério, Savana e Vegetação Secundária, possuem 11,63% e 2,67% da parcela total nos municípios, respectivamente.

De acordo com o demonstrado na Tabela 03, observou-se que a ocorrência da pedologia do tipo Latossolo é sempre seguida da presença do relevo plano e suave ondulado (declividade 3-8%) a qual encontra-se localizada apenas nos municípios de Cachoeira do Arari, Salvaterra e Soure.

No tocante a extensão das áreas classificadas de acordo com os níveis de suporte obtidos através da ponderação, temos que do total da Microrregião do Arari, as áreas em vermelho (nível de suporte baixo) somaram 4.285,25 Km<sup>2</sup>, o equivalente a 19% do total das áreas sem rios, seguida das áreas em amarelo (nível de suporte moderado) com 902,36 Km<sup>2</sup>, 4% do total, e por fim, as áreas em verde (nível de suporte recomendado) estiveram presentes em apenas 208,77 Km<sup>2</sup>, ou 0,92% do total.

Analisando-se a situação desta vez da perspectiva municipal, temos que muitos municípios se encontram quase que inteiramente sobrepostos a áreas excluídas e áreas de nível de suporte baixo, fazendo com que se tornem desqualificados para receber os impactos oriundos de aterros sanitários, uma vez que não possuem características ambientais minimamente apropriadas para tal.

Os municípios de Santa Cruz do Arari e Soure chamam a atenção devido terem sua área quase que totalmente excluída da análise em função das características ambientais desapropriadas para o objetivo da pesquisa. Já o município com menos áreas excluídas foi Muaná, no entanto é o que possui a maior parcela das características ambientais de baixo suporte, com algumas poucas áreas consideradas de suporte moderado. Finalmente, os únicos municípios que alcançaram o nível de suporte ambiental recomendado foram Salvaterra e Soure, com destaque para o primeiro, uma vez que possui a área recomendada mais extensa entre os dois.

## CONCLUSÕES

Finalizados os resultados desta pesquisa, a princípio constatou-se a clara dificuldade da região em abrigar aterros sanitários, bem como quaisquer outros empreendimentos que, da mesma forma, demandem de grande carga poluidora para sua instalação e funcionamento, uma vez que as características ambientais presentes na região, em sua maioria, possuem propriedades com baixo nível de suporte aos impactos decorrentes desses empreendimentos, ou seja, aumenta a probabilidade da ocorrência e o efeito da degradação.

Com o resultado da ponderação e sua aplicação no *software* de geoprocessamento, destaca-se que dentre os municípios integrantes da Microrregião do Arari, a maioria dispõe apenas de áreas com níveis de suporte baixo, além daquelas excluídas da análise devido possuírem características claramente incapazes de atender o objetivo da pesquisa, como as sujeitas a inundação.

É válido ressaltar que uma vez que a pesquisa assume apenas caráter preliminar, não foram consideradas efetivamente na análise questões mais específicas acerca, por exemplo, das Áreas de Segurança Aeroportuária (ASA), distância a corpos hídricos, distância a centros urbanos, direção e velocidade dos ventos e a presença de infraestrutura (proximidade a rodovias e linhas de transmissão). No entanto, reitera-se aqui a importância do uso dessas informações no processo decisório para alocação de aterros sanitários, sendo portanto fundamentais para se alcançar a segurança ambiental e a eficiência operacional e financeira desses empreendimentos no futuro.

Conclui-se também a necessidade de mais estudos acerca das características ambientais da Microrregião do Arari, dada a ainda grande dificuldade na obtenção dessas informações, as quais se fazem decisivas no processo de planejamento e investigação de áreas para implantação das mais variadas atividades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, F. F. S.; ROCHA, L. D. S. Aplicação de Sistema de Informações Geográficas para seleção de alternativas locais visando a implantação de aterro sanitário nos municípios de Salvaterra e Soure, Ilha do Marajó-PA. 2018. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade da Amazônia, Belém.
2. AUGUSTO FILHO, O. Sistema de Informações Geográficas Aplicadas à Engenharia Ambiental. In: CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G. F. (Org.). Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2013.
3. BARBOSA, M. J. S. (Pará) (Org.). Relatório Analítico do Território do Marajó. Belém: UFPA, 2012.
4. BRASIL. Lei nº 12.725, de 16 de outubro de 2012. Dispõe sobre o controle da fauna nas imediações de aeródromos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 out. 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12725.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12725.htm)>. Acesso em: 20 nov. 2018.
5. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil); DIRETORIA DE PESQUISAS. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2017.
6. \_\_\_\_\_. IDHM. 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/soure/panorama>>. Acesso em: 16 jun. 2018.
7. \_\_\_\_\_. Ilha do Marajó. Arquivos em *shapefile*. Projeção SIRGAS 2000. Disponível em: <<https://portaldemapas.ibge.gov.br/porta.php#mapa784>>. Acesso em: 25 jul. 2018.
8. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (Brasil); PLANO DE MANEJO. Plano de Manejo da Reserva Extrativista Marinha de Soure – PA. 2018. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/porta/images/stories/plano-de-manejo/plano\\_de\\_manejo\\_resex\\_marinha\\_de\\_soure\\_v19.pdf](http://www.icmbio.gov.br/porta/images/stories/plano-de-manejo/plano_de_manejo_resex_marinha_de_soure_v19.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2018.
9. ICMBIO. Unidades de Conservação Federais. Arquivos em *shapefile*. Mapa Temático e Dados Geoestatísticos das Unidades de Conservação Federais. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/porta/geoprocessamentos/51-menu-servicos/4004-downloads-mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-uc-s>>. Acesso em 20 out. 2018.
10. JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. Estudos Avançados, São Paulo, v. 25, n. 71, p. 135-158, fev. 2011.
11. MONTAÑO, M. *et al.* O papel do instrumento Zoneamento Ambiental no processo de licenciamento de atividades: o caso do aterro sanitário do Município de Piracicaba (SP). CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: Santa Catarina, 2004.
12. PINHO, P. M. Gestão de resíduos sólidos na Amazônia Brasileira. 1. ed. São Paulo: Editora Biblioteca 24Horas, 2016.