



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

**AVALIAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS
DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS NO RECÔNCAVO BAIANO**

PRISCILA FREITAS SANTOS

CRUZ DAS ALMAS, 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

AVALIAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO RECÔNCAVO BAIANO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao colegiado do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientadora: Prof^aDr^a Claudia Bloisi Vaz Sampaio

PRISCILA FREITAS SANTOS

CRUZ DAS ALMAS, 2017

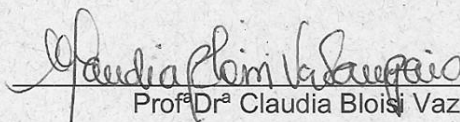
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

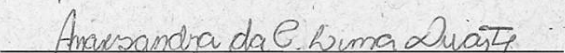
**AVALIAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS
DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS NO RECÔNCAVO BAIANO**

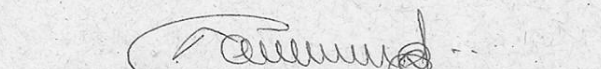
Aprovado em: 20/09/2014

Conceito: 9,5

EXAMINADORES:


Prof.ª Dr.ª Claudia Bloisi Vaz Sampaio


Prof.ª Msc. Anaxandra da Costa Lima Duarte


Msc. Anderson Carneiro de Souza
Esp. Em Meio Ambiente e Rec. Hídricos- INEMA

PRISCILA FREITAS SANTOS

CRUZ DAS ALMAS, 2017

“A fé na vitória tem que ser inabalável”

Marcelo Falcão

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela minha vida e por ter me proporcionado a fé, a força e o foco que eu precisava para encerrar essa etapa com sucesso;

A minha família por todo o amor do mundo. A minha mãe, Sueli, pelo apoio, carinho, compreensão e por nunca medir esforços pra me proporcionar as melhores coisas do mundo. Ao meu pai, Priscio, por sempre acreditar em meu potencial e torcer pela minha vitória. Aos meus irmãos, Dede e Leleco, amo vocês!

Ao meu amor, Evandro, pela paciência, pelos abraços, pelas inúmeras “consultas” e por sempre me fazer acreditar que “tudo vai dar certo”;

Tenho a grande honra de ter os melhores amigos do mundo. Aos meus queridos amigos de FSA e aos presentes da UFRB muito obrigada pela torcida.

A minha orientadora, Claudia Bloisi, pelo incentivo e carinho. A querida professora Anaxsandra, por me nortear nesse trabalho. Muito obrigada, vocês foram maravilhosas.

Ao meu supervisor de estágio, Anderson Carneiro, peça fundamental na construção deste trabalho, obrigada por todas as ideias brilhantes. A toda família Inema. Grande Zé Carlos, obrigada pelos ensinamentos e consultorias do GeoBahia. As minhas queridas Dayse, Gil e Fau por tudo que vocês fizeram por mim.

Gratidão!

RESUMO

As principais modalidades de disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) utilizadas no Brasil são: lixão, Aterro controlado e Aterro Sanitário, entretanto somente a última está de acordo com a PNRS (2010). O local selecionado para funcionar um Aterro Sanitário deverá atender a critérios técnicos, ambientais e restrições legais, buscando assim preservar o meio ambiente e a saúde pública. Esse trabalho teve como objetivo avaliar se os pontos de disposição final dos Resíduos Sólidos Urbanos, dos municípios localizados do Recôncavo da Bahia, estão em conformidade com os critérios locacionais estabelecidos pela legislação vigente. Os dados para a realização deste estudo foram obtidos através da utilização de ferramentas do Geoprocessamento. Constatou-se que a situação da localização dos pontos de disposição final dos RSU, no geral, encontra-se inadequada. O Aterro do município de Cruz das Almas foi o que apresentou a pior situação, pois além de estar em Área de Preservação Permanente atendeu somente a 50% dos critérios avaliados neste estudo. Identificou-se que os municípios de Nazaré, Santo Amaro, Maragogipe e Salinas das Margaridas estão dispendo seus resíduos de forma irregular ao que estabelece a PNRS (2010). O município de Muritiba atendeu a todos os critérios locacionais avaliados, estando assim localizado em uma área apta para sediar esse tipo de atividade. Por fim, pode-se inferir que a disposição final dos RSU no Recôncavo Baiano se configura, de forma geral, como um cenário de considerável potencial de contaminação do solo/água/ar da região, além de oferecer risco à saúde da população.

PALAVRAS-CHAVE: NBR 13.896/1997; Critérios locacionais; Geoprocessamento.

ABSTRACT

The main modalities of final disposal of urban solid waste (USW) used in Brazil are: dumping ground, controlled landfill and landfill. However, only the last one agrees with the PNRS (2010)(ABRELPE, 2015). The selected location to operation a landfill must comply with technical, environmental and legal restrictions, seeking to preserve the environment and public health (TAVARES; CARISSIMI, 2012). This study has as objective to evaluate if the spots of final dispositions of solid residues of Urban Solid Waste, of the municipalities of bahiano's Recôncavo, are in accordance with the locational criteria established by the current legislation. The data for the accomplishment of this study were obtained through the use of geoprocessing tools. It was found that the location situation of the USW, in general, inadequate. The landfill of the city of Cruz das Almas presented the worst situation, as well as being in a area of permanent preservation it served only 50% of the criteria evaluated in this study. It was indentified that the municipalities of Nazaré, Santo Amaro, Maragogipe e Salinas das Margaridas are disposin their waste in a irregular way to the PNRS (2010). The city of Muritiba attended all the locacional criteria evaluated being located in na area suitable to host this kind of activity. Finaly, it can be inferred that the final disposition of the USW from this region of Bahia, in general, is configured as a potential contamination scenario of the land, water and air of the place in addition to posing a risk to the health of the population.

KEYWORDS: NBR 13.896/1997; Locational Criteria; Geoprocessing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Aproveitamento de Resíduos Sólidos Urbanos.....	21
Figura 3.2 - Seção Transversal de um aterro controlado	25
Figura 3.3 - Corte da seção de um Aterro Sanitário	26
Figura 4.1- Fluxograma da estratégia metodológica	37
Figura 4.2- Localização espacial do Território de Identidade Recôncavo	38
Figura 5.1 - Mapa de Declividade do Recôncavo Baiano.....	44
Figura 5.2 - Mapa de Solos do Recôncavo Baiano	46
Figura 5.3 - Distância entre o Aterro Sanitário de Cruz das Almas e o Córrego Velame Brito.....	50
Figura 5.4 - Distância do Ponto de Disposição de RSU para o Córrego Santo Amaro.....	50
Figura 5.5 - Distância do Aterro Sanitário de Santo Antônio as Residências ...	54
Figura 5.6 - Mapa de Vulnerabilidade a inundação	57
Figura 5.7 - Classificação da situação locacional dos Aterros/Lixões	58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1 - Disposição final dos RSU coletados no Brasil (t/ano).....	23
Gráfico 3.2 - Disposição Final dos RSU no Brasil	33
Gráfico 5.1 - Distância dos Recursos Hídricos	49
Gráfico 5.2 - Distância das Residências.....	53
Gráfico 5.3 - Acesso ao Aterro Sanitário	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 - Responsabilidade pelo Gerenciamento dos Resíduos Sólidos ...	18
Quadro 3.2 - Prazos do Projeto de Lei 2289/2015	24
Quadro 3.3 - Critérios relevantes para a escolha da área para a instalação do aterro sanitário.	29
Quadro 3.4 - Hierarquização de critérios.....	31
Quadro 4.1 - Arranjos Compartilhados do RDC 21	38
Quadro 4.2 - Municípios com Disposição Final Individualizada.....	39

Quadro 4.3 - Critérios avaliados.....	40
Quadro 5.1- Coordenadas Geográficas dos pontos de disposição final.....	43
Quadro 5.2 - Distância entre o Município sede do arranjo e os Municípios integrados.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Pesos dos critérios e do tipo de atendimento.....	32
Tabela 3.2 - Municípios com manejo de resíduos sólidos, por tamanho de município e unidade de destino do RSU	34
Tabela 3.3 - Características do principal local utilizado para disposição dos resíduos sólidos nos municípios baianos	35

LISTA DE SIGLAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

INEMA – Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

LAd – Latossolo Amarelo Distrófico

LMEO – Linha Média das Enchentes Ordinárias

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

RSU – Resíduo Sólido Urbano

SNIS – Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento

SPU – Secretaria do Patrimônio da União

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVO	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	15
3	REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1	RESÍDUOS SÓLIDOS	16
3.2	GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	17
3.3	TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	19
3.3.1	Reciclagem	19
3.3.2	Compostagem	20
3.3.3	Incineração	22
3.4	DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	22
3.4.1	Lixão	23
3.4.2	Aterro Controlado	24
3.4.3	Aterro Sanitário	25
3.5	SELEÇÃO DE ÁREAS PARA IMPLANTAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS	27
3.6	PANORAMA BRASILEIRO DA DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	32
3.7	UTILIZAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA AVALIAÇÃO DE ÁREAS PARA IMPLANTAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS	35
4	METODOLOGIA	37
4.1	CLASSIFICAÇÃO DO ESTUDO	37
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	37
4.3	COLETA DE DADOS	39
4.4	CRITÉRIOS LOCACIONAIS AVALIADOS	40
4.5	ELABORAÇÃO DO MECANISMO DE ANÁLISE	42
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
5.1	LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	43
5.2	DECLIVIDADE DO TERRENO	43
5.3	TIPO DE SOLO	45

5.4	DISTÂNCIA DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	48
5.5	DISTÂNCIA DOS CENTROS URBANOS	51
5.6	DISTÂNCIA DOS NÚCLEOS POPULACIONAIS	52
5.7	ACESSOS.....	55
5.8	OCUPAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP). 56	
5.9	CONFORMIDADE COM A LEGISLAÇÃO LOCAL PARA USO DO SOLO.....	56
5.10	ÁREAS INUNDÁVEIS	57
5.11	PANORAMA DO CUMPRIMENTO DOS CRITÉRIOS LOCACIONAIS PELOS PONTOS DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RSU DO RECÔNCAVO BAIANO.....	58
6	CONCLUSÕES	60
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
	ANEXO A.....	72

1 INTRODUÇÃO

A expansão da urbanização acompanhada dos avanços tecnológicos e o caráter consumista da sociedade moderna atrelado a grande utilização de produtos descartáveis resultam em uma produção desmedida de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), e conseqüentemente, no agravamento dos problemas relacionados com sua gestão, tratamento e disposição final (BUENO, 2013; SCHMIDT, 2016).

Os RSU compreendem os resíduos originários de atividades domésticas em residências, os provenientes da limpeza urbana (varrição, limpeza de vias públicas e outros serviços) e os resíduos gerados em estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, desde que o volume e as características sejam equivalentes com os resíduos domésticos (BRASIL, 2010).

As principais modalidades de disposição final de RSU utilizadas no Brasil são: Aterro Sanitário, Aterro controlado e lixão (ABRELPE, 2015). A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), constituída pela Lei Federal nº 12.305 de agosto de 2010, estabeleceu que o Aterro Sanitário é a forma de disposição final ambientalmente adequada para os rejeitos, proibindo assim a disposição final de resíduos em aterros controlados e lixões.

Esse cenário configura o grande desafio enfrentado no Brasil atualmente, a saber, necessidade de realizar um gerenciamento adequado dos RSU, que perpassa desde a geração dos resíduos até a disposição final correta, incluindo nesse processo a adoção de técnicas como reciclagem e compostagem (MONTEIRO et al.,2001).

Os municípios de pequeno e médio porte encontram dificuldades em adequarem a disposição final dos seus RSU como previsto pela PNRS, devido principalmente, aos recursos financeiros insuficientes e a escassez de áreas para a implantação do Aterro Sanitário (CALDERAN, 2013). A gestão integrada de RSU, com a formação do Consórcio Público, surge como uma alternativa para resolver esse impasse, propondo parcerias entre dois ou mais municípios, a adotarem soluções compartilhadas de modo a se adequarem ao marco legal e a encontrarem um mecanismo financeiro compensatório (BAHIA, 2014).

Segundo Weber e Hasenack (2004), além de se utilizar um processo adequado para disposição dos resíduos sólidos, também é necessário selecionar o local apropriado para essa finalidade. “A localização deste tipo de empreendimento deverá atender a critérios técnicos, ambientais e restrições legais” (TAVARES e CARISSIMI, 2012).

No Brasil, os critérios para localização de aterro sanitário de resíduo não perigoso estão determinados na NBR 13896 (ABNT, 1997). Esses critérios incluem: distância dos recursos hídricos e do perímetro urbano, declividade do terreno, áreas que não estejam sujeitas a inundações, via de acesso em perfeitas condições, dentre outros (ABNT, 1997).

Dessa maneira, a seleção da área adequada para implantação de um aterro sanitário deve contemplar todos os critérios indicados na NBR 13896/1997, no intuito de minimizar os riscos ambientais e sociais que este tipo de empreendimento oferece (SCHMIDT, 2016).

Neste contexto, esse estudo visa apresentar a situação dos pontos de disposição final de RSU, no Recôncavo da Bahia, com relação ao cumprimento dos critérios locacionais estabelecidos pela legislação, a partir da utilização de ferramentas do Geoprocessamento.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar se os pontos de disposição final dos Resíduos Sólidos Urbanos, de sete municípios do Recôncavo da Bahia, estão em conformidade com os critérios locais estabelecidos pela legislação vigente.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Elaborar um mapa temático com o panorama da localização dos Aterros Sanitários/Lixões, com relação ao cumprimento dos critérios locais estabelecidos por lei.
- Avaliar o uso das tecnologias de geoprocessamento na análise de áreas destinadas a sediar Aterro Sanitário.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, define os Resíduos Sólidos (RS) no Brasil como (BRASIL, 2010):

“Materiais, substâncias, objetos ou bem descartados resultantes de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe a proceder ou é obrigado a proceder, nos estados sólidos ou semissólidos, bem como gases contidos em recipientes e líquidos, cuja particularidade se torne inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível” (BRASIL, 2010, capítulo II, Art3º, inciso XVI).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas acrescenta que os RS são “resíduos que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição” (ABNT, 2004). Vale ressaltar que, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e gerados em equipamentos de controle de poluição também estão incluídos neste conceito.

Comumente a denominação lixo e resíduo sólido são considerados idênticos pela população. O lixo pode ser conceituado, de acordo com a linguagem popular, tudo aquilo que não tem mais utilidade e se joga fora. Entretanto, visto do ponto de vista técnico o lixo é uma massa indiscriminada composta de vários tipos de resíduos, que precisam ser separados segundo a sua classificação e destinado para a reutilização, sendo enviados apenas os rejeitos para o aterro sanitário (SANTOS, 2009; NASCIMENTO, 2007).

Em outras palavras, no lixo pode-se encontrar diversas matérias primas, para os mais diversos ramos industriais. Sendo assim “jogamos fora” todos os dias, um saco plástico com materiais diversificados, que possuem um excelente potencial para serem reutilizados (SANTOS, 2009; NASCIMENTO, 2007).

De acordo com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) a classificação dos resíduos se dá de duas formas: quanto a sua origem e quanto a sua periculosidade. Os resíduos sólidos urbanos, dentro da classificação referente origem, se resumem na junção dos resíduos domésticos (que são os originários de atividades domésticas) com os resíduos de limpeza urbana

(provenientes da varrição, limpeza de vias públicas dentre outros serviços de limpeza urbana) e os resíduos gerados em estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços (BRASIL, 2010).

Segundo a Norma Técnica Brasileira 10.004 (ABNT, 2004), no quesito periculosidade os resíduos são classificados como perigosos e não perigosos, em função do seu potencial de risco ao meio ambiente e à saúde pública, conforme descrição a seguir.

- **Resíduos Classe I – Perigosos:** São aqueles que possuem alguma e/ou todas essas características de periculosidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
- **Resíduos Classe II – Não perigosos:** São divididos em duas subclasses, quais sejam: **Resíduos Classe II A – Não inertes** são aqueles que apresentam propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água; **Resíduos Classe II B – Inertes:** são os resíduos que em contato com a água não tem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água.

3.2 GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Schalch (2002) refere-se à gestão de resíduos sólidos como o conjunto de propostas, princípios, normas e funções que visam estabelecer o controle da produtividade e manejo dos resíduos. Santos (2009) afirma que “o êxito de qualquer política de gestão de resíduos sólidos urbanos dependerá da correta seleção do método de tratamento, da configuração do local de tratamento e da atividade de controle ambiental”.

O gerenciamento, por sua vez está relacionado com os aspectos operacionais do sistema, que vão desde a geração até a disposição final (SCHALCH et al., 2002).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), com a Lei nº 12.305/2010, esclarece que o Gerenciamento dos Resíduos sólidos é:

Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de

gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei (BRASIL, 2010, capítulo II, Art3º, inciso X);

Schalch et al. (2002) acrescentam que gerenciar “é acompanhar de forma criteriosa todo o ciclo dos resíduos, empregando as técnicas e tecnologias mais compatíveis com a realidade local”. Para Cardoso (2008) o gerenciamento deve visar à diminuição do impacto ambiental causada pelo RS, através da redução da geração e do seu correto tratamento e destinação final.

De acordo com Monteiro et al. (2001) a responsabilidade do gerenciamento dos resíduos sólidos (coleta e destinação final) depende do local em que foi gerado. Costa (2016) afirma que “a disposição final dos resíduos sólidos urbanos dentro do município é de responsabilidade das prefeituras, exceto os resíduos de caráter especial que deverá ser de responsabilidade do próprio gerador”, como mostra o Quadro 3.1.

Quadro 3.1 - Responsabilidade pelo Gerenciamento dos Resíduos Sólidos

TIPOS DE RESÍDUOS	RESPONSABILIDADE
Domiciliar	Município
Comercial*	Município
Público	Município
Serviço de Saúde	Gerador
Industrial	Gerador
Portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários	Gerador
Agrícola	Gerador
Entulho	Gerador
*O município é co-responsável por pequenas quantidades (geralmente menos de 50kg/dia) de acordo com a legislação municipal específica.	

Fonte: Monteiro et al. (2001)

Por fim, o gerenciamento nada mais é que um conjunto de ações efetivamente empregadas para atingir os objetivos propostos na gestão dos resíduos sólidos (MAEDA, 2013). Dentro dessas ações estão incluídas as seguintes etapas: geração (corresponde à quantidade de resíduos produzida por uma população), acondicionamento (para essa etapa podem ser utilizados

diversos tipos de vasilhames, como: tambores, sacos de papel, contêineres, entre outros. No Brasil, existe grande uso de sacos plásticos), coleta (engloba todo o percurso para remoção dos resíduos, dos locais onde foram acondicionados aos locais de descarga), tratamento e disposição final (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2012).

Nos tópicos seguintes serão tratadas as etapas finais do gerenciamento, que são o tratamento e a disposição final dos resíduos.

3.3 TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo Monteiro *et al.* (2001) o tratamento dos resíduos sólidos é definido como “uma série de procedimentos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos, seja impedindo descarte em ambiente ou local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável”.

No Brasil, as principais formas de tratamento dos RS são: compostagem, incineração e reciclagem. Assim, para que seja escolhida a melhor opção de tratamento, do ponto de vista técnico, ambiental e social, deve-se conhecer previamente as características do RS e suas peculiaridades (CHERNICHARO *et al.*, 2008).

3.3.1 Reciclagem

Segundo Chernicharo *et al.* (2008) a reciclagem tem a finalidade de “aproveitar os resíduos e reutilizá-los no ciclo de produção”. Ou seja, é uma técnica que promove a separação de materiais como plástico, vidro, papel, metais e outras matérias-primas que estavam no lixo, para serem encaminhadas de volta a indústria e serem beneficiadas, tornando-se um novo produto (LOMASSO *et al.*, 2015).

Para Galdeano (2013) a reciclagem é o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolvem a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, para transformá-los em insumos ou novos produtos.

Lomasso *et al.* (2015) afirma que a reciclagem foi uma das “alternativas encontradas na busca por um equilíbrio entre captação, produção e consumo. Tem, portanto, o objetivo de harmonizar a relação entre homem e natureza através da utilização consciente e sustentável dos recursos”.

Num cenário ideal, os resíduos inorgânicos seriam separados em casa, e depois de esgotadas as possibilidades de reutilização, os mesmos seriam encaminhados para o local de reaproveitamento e reciclagem. Os resíduos orgânicos, por sua vez, seriam tratados por compostagem. Entretanto o costume do brasileiro é descartar todos os resíduos sem segregação prévia, e antes de reaproveitá-lo (CHERNICHARO et al., 2008).

Muito embora ainda existam diversas dificuldades com relação a este processo, tal qual a inexistência de separação dos resíduos na fonte geradora e de coleta seletiva nos municípios, a reciclagem é uma técnica que apresenta diversas vantagens, tais quais (MONTEIRO et al., 2001):

- Preservação de recursos naturais;
- Economia de energia;
- Economia de transporte (pela redução de material que é encaminhado ao aterro);
- Geração de emprego e renda;
- Conscientização da população para as questões ambientais;

3.3.2 Compostagem

Como solução de tratamento para a parcela orgânica dos resíduos sólidos urbanos tem-se a compostagem. Para Chernicharo et al. (2008) a compostagem é um “processo natural de decomposição biológica de materiais orgânicos (aqueles que possuem carbono em sua estrutura), de origem animal e vegetal, pela ação de microrganismos”.

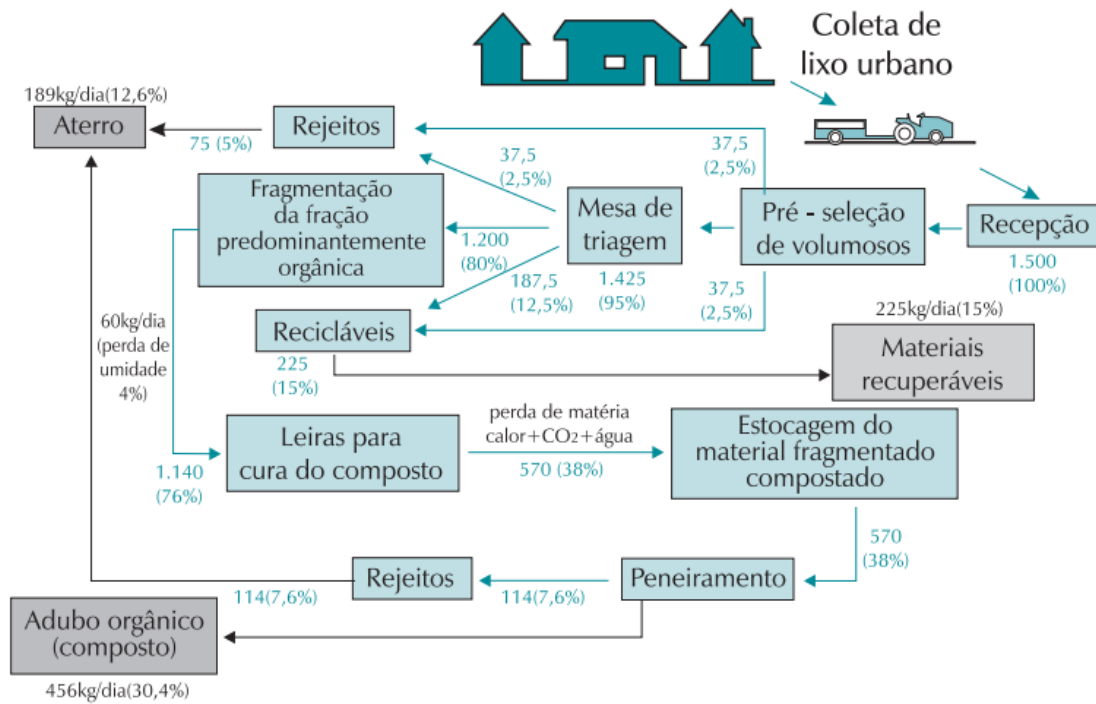
Esse processo pode ocorrer de forma aeróbica ou anaeróbica, dependendo da presença de oxigênio, ou não, na reação. Bidone e Povinelli (1999) afirmam que durante a compostagem:

“Algumas substâncias são volatilizadas, outras são utilizadas pelos microrganismos para formação de seus tecidos e outras, ainda, transformadas biologicamente em uma substância escura, uniforme, com consistência amanteigada e aspecto de massa amorfa, com propriedades físicas e químicas inteiramente diferentes da matéria-prima original”.

O produto final da compostagem, denominado composto, é considerado em excelente adubo orgânico, pois é rico em Húmus e nutriente mineral que possui potencial de fertilizar o solo (SCHALCH et al., 2002).

A seguir, está exposto um fluxograma com o aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos a partir de usinas de reciclagem e de compostagem.

Figura 3.1 - Aproveitamento de Resíduos Sólidos Urbanos



Fonte: Monteiro *et al.* (2001).

Observando a Figura 3.1, pode-se pontuar que a adoção da prática do aproveitamento dos resíduos (reciclagem e compostagem), além de encaminhar um volume consideravelmente menor quando comparado com o que acontece na ausência dessas práticas, só será enviado ao aterro o rejeito, que é um material inerte, pois a matéria orgânica residual nele contida, geralmente, encontra-se estabilizada. Dessa maneira, haveria a diminuição considerável dos problemas de contaminação do solo/água/ar, além de resolver o problema da grande procura por áreas para destinação final dos resíduos sólidos urbanos.

Para que o processo visualizado na Figura 3.1 esteja de acordo com a PNRS, deve ser incrementado com a substituição da coleta convencional pela coleta seletiva que é um instrumento dessa política. A Lei 12.305/2010 estabelece que uma vez implantado o sistema de coleta seletiva pelo município, os consumidores são obrigados a acondicionar e disponibilizar

adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados (BRASIL, 2010).

3.3.3 Incineração

Segundo Chernicharo et al. (2008) “a incineração é um processo de queima de resíduos, na presença de excesso de oxigênio, no qual os materiais à base de carbono são decompostos, desprendendo calor e gerando um resíduo de cinzas”. De acordo com o mesmo autor, o principal objetivo desse processo é reduzir o volume e a massa do resíduo sólido, através de uma combustão controlada.

Simião (2011) afirma que “a incineração aplica-se a um grande número de resíduos orgânicos e organoclorados, não sendo adequada para tratar resíduos com metais pesados ou frações minerais muito altas”.

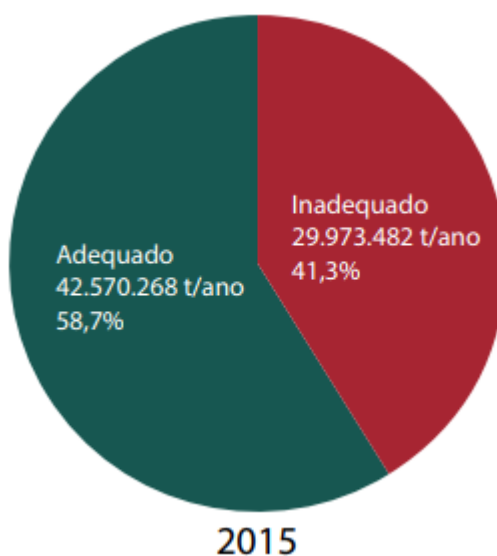
Entretanto, esta técnica apresenta algumas desvantagens que pode tornar o seu uso economicamente inviável, tais quais: “custo elevado de instalação e de operação; exigência de mão-de-obra qualificada para garantir a qualidade da operação; presença de materiais nos resíduos que geram compostos tóxicos e corrosivos” (NASCIMENTO, 2007).

3.4 DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Dentro das atividades que compõem o gerenciamento do RS a disposição final é a última fase a ser cumprida. Diante disso é responsabilidade da população reduzir a produção dos resíduos, promover o seu reuso, e posteriormente a sua reciclagem, no intuito de minimizar os problemas que envolvem a disposição final dos resíduos sólidos urbanos (NASCIMENTO, 2007).

Segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2015) as principais categorias de disposição final de resíduos utilizadas no Brasil são: Lixão, Aterro Controlado e Aterro Sanitário. Sendo que apenas o Aterro Sanitário é a forma de destinação final adequada, segunda a PNRS (2010). O Gráfico 3.1 que ilustra a quantidade de RSU, em toneladas, que são encaminhados para local inadequado/adequado.

Gráfico 3.1 - DISPOSIÇÃO FINAL DOS RSU COLETADOS NO BRASIL (T/ANO)



Fonte: ABRELPE (2015).

3.4.1 Lixão

O lixão, também conhecido como vazadouro, é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos urbanos. Nele ocorre a descarga a céu aberto sem nenhum critério e/ou medida de proteção ambiental (CHERNICHARO et al., 2008).

De acordo com Velozo (2006), o lixão representa “o que há de mais primitivo em termos de disposição final de resíduos, onde todo o lixo coletado é transportado para um local afastado do centro urbano e descarregado diretamente no solo, sem tratamento algum”. Para Waldman (2013) o lixão representa o “ícone máximo do desmazelo na gestão do lixo”.

Essa maneira inadequada de dispor os resíduos resulta em problemas à saúde pública, como a proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos, entre outros), ao meio ambiente pela poluição do solo, das águas superficiais e subterrâneas pelo chorume e também à população por conta da geração de odores desagradáveis e a poluição visual que esse tipo de ambiente proporciona (LANZA e CARVALHO, 2006).

Outro grande problema social dos lixões são os catadores. Van Elk (2007) afirma que “é frequente a presença de pessoas excluídas socioeconomicamente, inclusive idosos e crianças, trabalhando como catadores, em condições precárias e insalubres”.

Vale ressaltar que grande parte dos resíduos, dispostos no lixão, são queimados, no intuito de diminuir a quantidade de resíduos acumulados no local (COSTA et al.,2016). Segundo o mesmo autor, esse processo de queima resulta em mais um impacto ambiental, uma vez que a combustão desses resíduos emite gases que intensificam o efeito estufa e provoca a poluição do ar do município.

Conforme a legislação contida na Lei nº 12.305/2010 que instituiu a PNRS, em seu artigo 54, foi estabelecido um prazo de quatro anos para que os municípios implantassem a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, cuja data foi encerrada em 2 de agosto de 2014.

Há no entanto, um projeto de lei sugerindo uma proposta que prevê o aumento escalonado do prazo, de acordo com o porte da cidade (Quadro 3.2). O Projeto de Lei nº 2289 de 2015 dá nova redação aos arts. 54 e 55 da Lei nº 12.305, de 2010, já foi aprovado no Senado e está em tramitação na Câmara dos Deputados. Esse Projeto de Lei estabelece os seguintes prazos:

Quadro 3.2 - Prazos do Projeto de Lei 2289/2015

PRAZO MÁXIMO	PORTE DO MUNICÍPIO
31 de julho de 2018	Capitais e Regiões Metropolitanas
31 de julho de 2019	População superior a 100 mil habitantes no Censo 2010.
31 de julho de 2020	População entre 50 mil e 100 mil habitantes no Censo 2010
31 de julho de 2021	População inferior a 50 mil habitantes

Fonte: SENADO, 2015.

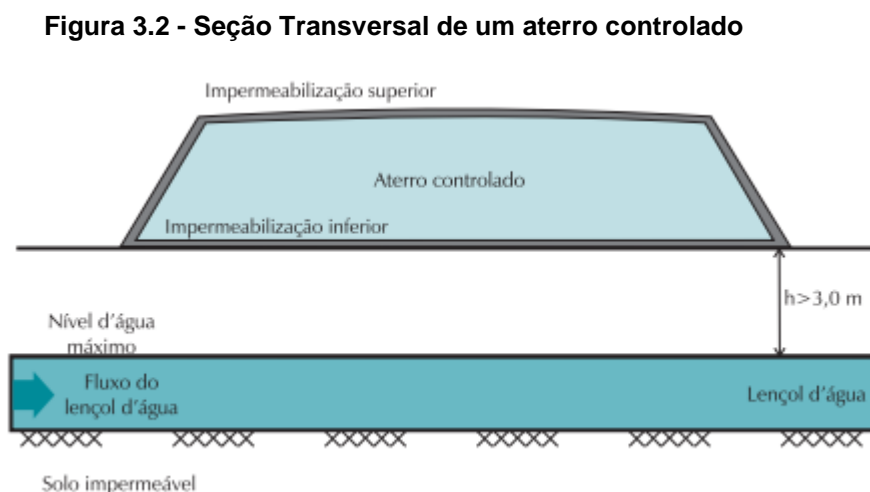
A aprovação desse projeto de Lei é algo necessário para adequação dos municípios a PNRS, uma vez que o prazo oficial já se esgotou a cerca de três anos e a maioria dos municípios brasileiros encontram-se irregular.

3.4.2 Aterro Controlado

O aterro controlado é a técnica de se confinar os Resíduos Sólidos Urbanos, de forma a tentar evitar a poluição do ambiente externo, entretanto sem promover a coleta e o tratamento dos efluentes líquidos e gasosos

produzidos (CHERNICHARO et al., 2008). A decomposição da matéria orgânica contida nos resíduos sólidos, quando lançados em um aterro, produz o chorume - líquido de coloração escura, malcheiroso e de elevado potencial poluidor (LANZA; CARVALHO, 2006).

Por não possuir a coleta e drenagem do chorume gerado, o aterro controlado deve ter uma camada de impermeabilização superior, quando atingir sua cota máxima operacional, evitando assim que a água da chuva entre no aterro e aumente a quantidade de chorume gerado (MONTEIRO *et al.*, 2001). A área de implantação do aterro controlado deve possuir um lençol freático profundo, a mais de três metros do nível do terreno (CHERNICHARO et al., 2008). A Figura 3.2 com a seção transversal do aterro controlado.



Fonte: Monteiro *et al.* (2001)

Essa técnica de disposição final produz geralmente uma poluição pontual, pois a ausência da impermeabilização de base compromete a qualidade do solo e das águas subterrâneas (MONTEIRO *et al.*, 2001). O aterro controlado é preferível ao lixão, entretanto possui qualidade bastante inferior ao aterro sanitário, e está longe de ser a destinação final ideal dos resíduos sólidos urbanos (LANZA; CARVALHO, 2006).

3.4.3 Aterro Sanitário

A norma NBR 8419 (ABNT, 1992) define aterro sanitário como sendo uma:

Técnica de disposição de resíduos sólidos no solo sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para

confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou intervalos menores se necessário (ABNT, 1992).

De acordo com Van Elk (2007) o aterro sanitário “é uma obra de engenharia projetada sob critérios técnicos, cuja finalidade é garantir a disposição dos resíduos sólidos urbanos sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente”.

A PNRS definiu o aterro sanitário como forma de disposição final ambientalmente adequada, somente dos rejeitos, de acordo com normas operacionais específicas, e estabeleceu também metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (BRASIL, 2010).

A obra de um aterro sanitário envolve um conjunto de componentes e técnicas operacionais, são elas: divisão em células, compactação dos resíduos, cobertura diária, sistema de impermeabilização do solo, sistema de coleta e drenagem de líquidos e gases, tratamento do chorume, monitoramento geotécnico e ambiental, entre outros (NASCIMENTO, 2007). A figura 3.3 mostra um corte da seção de um aterro sanitário.



Fonte: CONDER (2017).

O funcionamento do aterro sanitário é similar a um reator dinâmico porque através de reações químicas e biológicas ele produz emissões como o biogás,

efluentes líquidos (lixiviados), e resíduos mineralizados (húmus) a partir da decomposição da matéria orgânica (VAN ELK, 2007).

Segundo Nascimento (2007) o principal sistema de disposição final de resíduos sólidos urbanos, no Brasil, é o Aterro Sanitário. Van Elk (2007) considera o aterro sanitário com umas das “técnicas mais eficientes e seguras de destinação de resíduos sólidos, pois permite um controle eficiente e seguro do processo e quase sempre apresenta a melhor relação custo-benefício”.

Para se prolongar a vida útil do aterro é necessário associar as técnicas de coleta seletiva, reciclagem e compostagem. Essa associação além de diminuir o volume dos resíduos que seriam encaminhados ao aterro, também promoverá desenvolvimento da consciência ecológica e uma maior participação da população na defesa e preservação do meio ambiente.

Apesar das diversas vantagens, este método enfrenta limitações pois o crescimento desordenado das cidades resulta no aumento da quantidade de lixo produzido e na diminuição da disponibilidade de área para dispor o mesmo (LOPES, 2003).

De acordo com Lanza e Carvalho (2006) “embora consistindo numa técnica simples, os aterros sanitários exigem cuidados especiais, e procedimentos específicos devem ser seguidos desde a escolha da área até a sua operação e monitoramento”. Uma operação negligenciada de um aterro sanitário pode o transformar rapidamente em um lixão (NASCIMENTO, 2007).

3.5 SELEÇÃO DE ÁREAS PARA IMPLANTAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS

A escolha da área para a implantação de aterros sanitários deve levar em consideração questões técnicas, ambientais, econômicas, sociais e políticas (ZANTA et al., 2008). Constitui-se como um ponto de extrema importância para uma boa operação do aterro e também deve ser um lugar adequado, trazendo o mínimo de danos possíveis aos recursos naturais (VAN ELK, 2007).

De acordo com a NBR 13.896 (ABNT, 1997) os critérios que devem ser observados, obrigatoriamente, na seleção da localização do aterro sanitário são:

- O aterro não deve ser instalado em áreas sujeita a inundação;

- Entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada natural de solo, de espessura mínima de 1,50 m de solo insaturado;
- O aterro deve ser instalado em uma área onde haja predominância de material de baixa permeabilidade, com coeficiente de permeabilidade (k) inferior a 5×10^{-5} cm/s;
- O aterro só pode ser construído em área permitida, conforme legislação local de uso do solo;

Para Zanta et al. (2008) os principais objetivos que o local escolhido deve reunir, considerando as diversas fases do ciclo de vida de um aterro sanitário, são:

- Minimizar a possibilidade de existência de impactos ambientais negativos aos meios físico, biótico e antrópico.
- Minimizar os custos envolvidos.
- Minimizar a complexidade técnica para viabilização do aterro.
- Maximizar a aceitação pública ao encontro dos interesses da comunidade.

Diversas metodologias podem ser utilizadas para auxiliar na avaliação de fatores de seleção da área que será utilizada para a construção do aterro sanitário. Segundo Zanta et al. (2008) “a metodologia mais simples é o chamado Método Global Intuitivo e a mais utilizada é o Método dos Fatores Ponderados”.

No Método Global Intuitivo o julgador procede à avaliação da aptidão da área baseado numa visão holística do conjunto dos fatores de seleção, enquanto que no Método dos Fatores Ponderados atribuem-se pesos aos fatores de seleção e após a ponderação de todos os fatores, os resultados são combinados em operações matemáticas afim de conferir uma classificação numérica a cada área (MUNIZ, 2013). Neste trabalho, a seguir, será descrito o Método dos Fatores Ponderados.

De acordo com Monteiro et al. (2001) os critérios locacionais são divididos em três grandes grupos: técnicos, econômico-financeiros e político-sociais, conforme se evidencia no Quadro 3.3 disposto a seguir.

Quadro 3.3 –Critérios relevantes para a escolha da área para a instalação do aterro sanitário.

CRITÉRIOS TÉCNICOS	
Critério	Recomendação
Uso do solo	As áreas têm que se localizar em áreas preferencialmente agrícola ou industrial e fora de qualquer Unidade de Conservação Ambiental.
Proximidade a cursos d'água	As áreas não podem se situar a menos de 200 metros de corpos d'água.
Proximidade a núcleos residenciais urbanos	Recomenda-se que a distância mínima dos núcleos populacionais seja superior a 500 m.
Distância do Lençol Freático	As distâncias mínimas recomendadas pelas normas federais e estaduais são as seguintes: <ul style="list-style-type: none"> • Para aterros com impermeabilização inferior através de manta plástica sintética, a distância do lençol freático à manta não poderá ser inferior a 1,5 metros. • Para aterros com impermeabilização inferior através de camada de argila, a distância do lençol freático à camada impermeabilizante não poderá ser inferior a 2,5 metros e a camada impermeabilizante deverá ter um coeficiente de permeabilidade menor que 10^{-6}cm/s.
Vida útil mínima	É desejável que as novas áreas de aterro sanitário tenham, no mínimo, cinco anos de vida útil.
Permeabilidade do solo natural	É desejável que o solo do terreno selecionado tenha certa impermeabilidade natural, com vistas a reduzir as possibilidades de contaminação do aquífero. As áreas selecionadas devem ter características argilosas e jamais deverão ser arenosas
Extensão da bacia de drenagem	A bacia de drenagem das águas pluviais deve ser pequena, de modo a evitar o ingresso de grandes volumes de água de chuva na área do aterro.
Facilidade de acesso	O acesso ao terreno deve ter pavimentação de boa qualidade, sem rampas íngremes e sem curvas acentuadas, de forma a minimizar o desgaste dos veículos coletores e permitir seu livre acesso.
Disponibilidade de material de cobertura	Preferencialmente, o terreno deve possuir ou se situar próximo a jazidas de material de cobertura, de modo a assegurar a permanente cobertura dos resíduos com menor custo.

Critério	Recomendação
CRITÉRIOS ECONÔMICO-FINANCEIROS	
Distância ao centro geométrico de coleta	É desejável que o percurso de ida (ou de volta) que os veículos de coleta fazem até o aterro, através das ruas e estradas existentes, seja o menor possível, com vistas a reduzir o seu desgaste e o custo de transporte dos resíduos.
Custo de aquisição do terreno	Se o terreno não for de propriedade da prefeitura, deverá estar, preferencialmente, em área rural, uma vez que o seu custo de aquisição será menor do que o de terrenos situados em áreas industriais.
Custo de investimento em construção e infraestrutura	É importante que a área escolhida disponha de infraestrutura completa, reduzindo os gastos de investimento em abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, drenagem de águas pluviais, distribuição de energia elétrica e telefonia.
Custos com a manutenção do sistema de drenagem	A área escolhida deve ter um relevo suave, de modo a minimizar a erosão do solo e reduzir os gastos com a limpeza e manutenção dos componentes do sistema de drenagem.
CRITÉRIOS POLÍTICO-SOCIAIS	
Distância de núcleos urbanos de baixa renda	Aterros são locais que atraem pessoas desempregadas, de baixa renda ou sem outra qualificação profissional, que buscam na catação de materiais recicláveis uma forma de sobrevivência e que passam a viver desse tipo de trabalho em condições insalubres, gerando, para a prefeitura, uma série de responsabilidades sociais e políticas. Por isso, caso a nova área se localize próxima a núcleos urbanos de baixa renda, deverão ser criados mecanismos alternativos de geração de emprego e/ou renda que minimizem as pressões sobre a administração do aterro em busca da oportunidade de catação.
Acesso à área através de vias com baixa densidade de ocupação	O tráfego de veículos transportando lixo é um transtorno para os moradores das ruas por onde estes veículos passam, sendo desejável que o acesso à área do aterro passe por locais de baixa densidade demográfica.

Critério	Recomendação
Inexistência de problemas com a comunidade local	É desejável que, nas proximidades da área selecionada, não tenha havido nenhum tipo de problema da prefeitura com a comunidade local, com organizações não-governamentais (ONG's) e com a mídia, pois esta indisposição com o poder público irá gerar reações negativas à instalação do aterro.

Fonte: Zanta et al. (2008); Monteiro et al. (2001); ABNT(1992). Adaptado pela Autora.

Zanta et al. (2008) e Monteiro et al. (2001) concordam que para que se possa efetuar a escolha da melhor área, é necessário que sejam estabelecidas prioridades nos critérios que serão avaliados como mostra o Quadro 3.4.

Quadro 3.4 - Hierarquização de critérios

CRITÉRIOS	PRIORIDADE
Atendimento ao SLAP* e à legislação ambiental em vigor	1
Atendimento aos condicionantes político-sociais	2
Atendimento aos principais condicionantes econômicos	3
Atendimento aos principais condicionantes técnicos	4
Atendimento aos demais condicionantes econômicos	5
Atendimento aos demais condicionantes técnicos	6

* Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras

Fonte: Zanta et al. (2008); Monteiro et al. (2001). Adaptado pela Autora

Segundo Zanta et al. (2008) “o próximo passo é fixar pesos tanto para as prioridades quanto para o atendimento aos critérios selecionados”, como se mostra na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Pesos dos critérios e do tipo de atendimento

PRIORIDADE DO CRITÉRIO	PESO
1	10
2	6
3	4
4	3
5	2
6	1
TIPO DE ATENDIMENTO	PESO
Total	100%
Parcial ou com obras	50%
Não atendido	0%

Fonte: Zanta et al. (2008); Monteiro et al. (2001)

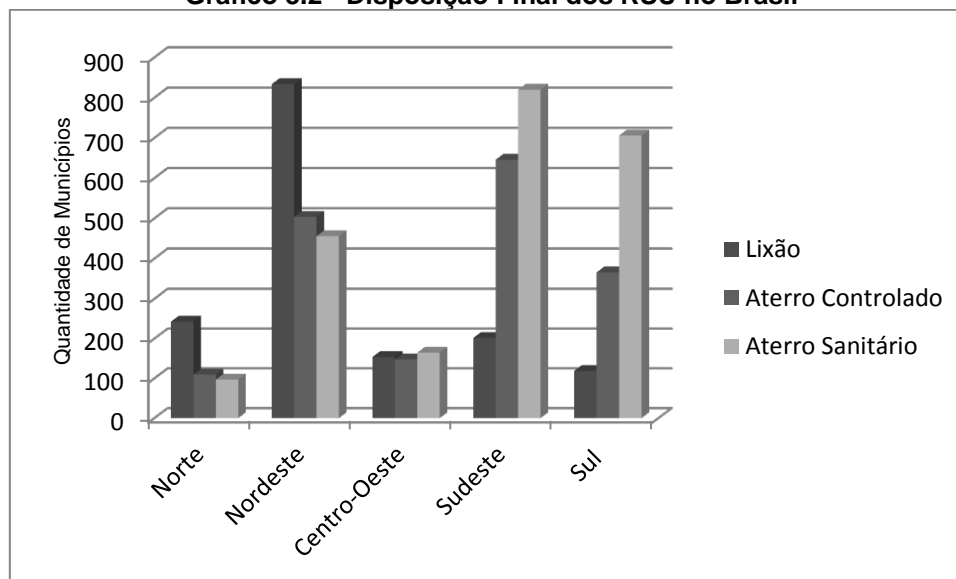
Após uma análise individual de cada área selecionada, para cada um dos diversos critérios, apresentando a justificativa que possibilite considerar o critério "totalmente atendido", ou "atendido parcialmente com obras" ou o "não atendido" será considerada melhor área aquela que obtiver o maior número de pontos após a aplicação dos pesos às prioridades e ao atendimento dos critérios (MONTEIRO et al.,2001; ZANTA et al., 2008) .

Posteriormente a escolha da área mais apropriada para instalação do aterro sanitário, vários estudos devem ser realizados, dentre eles levantamentos topográficos, geológicos, geotécnicos, climatológicos e relativos ao uso de água e solo (VAN ELK, 2007).

3.6 PANORAMA BRASILEIRO DA DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Analisando os dados disponíveis da ABRELPE (2015) sobre a disposição final dos resíduos sólidos, percebe-se que as unidades mais utilizadas no Brasil, em termos de municípios, o lixão e o Aterro Controlado, são ilegais. Diante disso, pode-se inferir que a situação do país quanto as disposição final dos seus resíduos encontra-se precária. Veja a informação no Gráfico 3.1.

Gráfico 3.2 - Disposição Final dos RSU no Brasil



Fonte: ABRELPE, 2015. Adaptado pela autora.

Observando o gráfico acima nota-se que o Nordeste apresenta a pior situação, quando comparados a outras regiões do país, possuindo cerca de 1.340 unidades de disposição final irregular. A região Sul, por sua vez, exibe a melhor situação, pois o número de Aterros Sanitários em funcionamento é maior que o somatório dos valores das unidades de destinação irregular, entretanto está longe de ser o cenário ideal.

Segundo Santos (2009) os municípios com menos habitantes são os que possuem a disposição final mais inadequada, em lixões a céu aberto sem qualquer tratamento ou cuidado. Ao aumentar o porte do município, diminui a quantidade de lixões, entretanto a quantidade de Usinas de triagem e compostagem também são reduzidas, deixando claro que apesar das grandes cidades utilizarem aterros sanitários, não estão realizando o gerenciamento dos resíduos sólidos corretamente, uma vez que não há o aproveitamento dos resíduos que deveriam ir para a reciclagem e a compostagem. A Tabela 3.2, apresenta esses dados.

Tabela 3.2 - Municípios com manejo de resíduos sólidos, por tamanho de município e unidade de destino do RSU

TAMANHO DOS MUNICÍPIOS	UNIDADE DE DESTINO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E/OU PÚBLICOS							
	Vazadouro a Céu Aberto (lixão)	Vazadouro em áreas alagadas ou alagáveis	Aterro controlado	Aterro Sanitário	Unidade de Compostagens de resíduos orgânicos	Unidade de Triagem de resíduos recicláveis	Unidade de tratamento por incineração	Outra
Até 50 000 habitantes	2643	11	1096	1257	181	534	23	119
Mais de 50 000 a 100 000 habitantes	125	2	84	131	9	50	4	8
Mais de 100 000 a 300 000 habitantes	34	1	46	99	11	34	3	4
Mais de 300 000 a 500 000 habitantes	4	-	16	24	4	9	2	1
Mais de 500 000 a 1 000 000 habitantes	3	-	7	16	-	8	1	1
Mais de 1 000 000 habitantes	1	-	5	13	6	8	1	1

Fonte: IBGE (2008).

Vale ressaltar que enquanto as cidades grandes enfrentam a crescente falta de espaços para a construção de aterros sanitários, os municípios pequenos por sua vez, possuem a área, mas faltam-lhe dinheiro para cobrir os altos custos para instalação e gerenciamento deste tipo de infraestrutura (SANTOS, 2009). Dessa maneira, o gerenciamento dos RS no Brasil enfrenta um grande desafio.

O Quadro 3.3, foi construído com os dados do IBGE (2008), com as características dos principais locais utilizados para a disposição dos RS na Bahia. Vale ressaltar que só estão incluídos nessa pesquisa os municípios baianos que depositam os resíduos no seu próprio território.

Tabela 3.3 - Características do principal local utilizado para disposição dos resíduos sólidos nos municípios baianos

TOTAL DE MUNICÍPIOS AVALIADOS	Localização a menos de 1 km de aglomerados residenciais	Localização a menos de 1 km de APA	Com licença de operação válida
384	95	42	109

Fonte: Adaptado do IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.

Uma quantidade significativa de pontos de disposição final de resíduos, avaliados nessa pesquisa, encontra-se a menos de 1 km de Área de Preservação Ambiental e de Centros Urbanos, o que caracteriza um cenário com um potencial maior de risco de contaminação ambiental e prejuízos à saúde pública. Vale ressaltar que, a distancia mínima tanto da APA quanto das residências estabelecida pela legislação é inferior a 1 Km, logo essa pesquisa não contabiliza todos os municípios que estão em desacordo com os critérios locais determinados por lei.

Os números alarmantes, apresentados neste tópico, sugerem os impactos ambientais que ocorrem todos os dias, praticamente invisíveis aos olhos da população que não tem ideia do destino final do lixo que coloca na porta de casa para ser recolhido pela Prefeitura (SANTOS, 2009).

3.7 UTILIZAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA AVALIAÇÃO DE ÁREAS PARA IMPLANTAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS

Rosa (2005) afirma que “as geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica”. Dentre as geotecnologias pode-se destacar: o sensoriamento remoto, o geoprocessamento, a topografia, o Sistema de Posicionamento Global (GPS), o Sistemas de Informações Geográficas (SIG), entre outros (ANTUNES, 2014).

Segundo Gomes et. al. (2001) o “sensoriamento remoto compreende um conjunto de técnicas que utilizam sensores para captar e registrar a energia refletida ou emitida por objetos, sem ter contato direto com os mesmos”. Neste contexto, o sensoriamento remoto apresenta-se como uma ferramenta que

proporciona a obtenção de informações da superfície terrestre, em seus aspectos físicos (SCHMIDT, 2016).

O Geoprocessamento, de acordo com Rosa (2013) é um “conjunto de tecnologias destinadas à coleta e o tratamento de informações espaciais, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações, com diferentes níveis de sofisticação”. Para Gomes et al. (2001) o geoprocessamento utiliza diferentes técnicas, instrumentos, hardware e software, de forma a coletar, armazenar e processar dados geocodificados.

Gomes et al. (2001) destacam o SIG como a ferramenta de maior notoriedade dentro do geoprocessamento, pois “possui a capacidade de armazenar e processar dados oriundos de diferentes fontes e combiná-los para gerar informações relevantes seja por meio de relatórios, gráficos ou cartografia temática”.

Gomes et. al. (2001) e Schmidt (2016) concordam que a avaliação da aptidão da área para disposição final de resíduos sólidos é exemplo de atividade em que, com o emprego do geoprocessamento e do sensoriamento remoto, resultam em expressiva melhoria na qualidade dos resultados e facilita toda a operação, uma vez que os aspectos físicos da superfície terrestre possuem uma significativa importância nessa avaliação.

Dessa maneira, o geoprocessamento é uma ferramenta rápida e de baixo custo, que propicia à geração de análises para o apoio à tomada de decisão, uma vez que permite avaliar preliminarmente as áreas aptas para construir um aterro sanitário, levando-se em consideração critérios locais, estabelecidos pelas legislações ambientais vigentes, como por exemplo: distância da zona urbana, proximidade de vias, distância de cursos d’água, uso e cobertura da terra, declividade, topografia, entre outros (SANTOS e GIRARDI, 2007; SCHMIDT, 2016).

Portanto a utilização de geotecnologias, conforme Schmidt (2016), “auxilia os municípios na gestão de RSU, pois permite a seleção de áreas adequadas para a disposição final de resíduos, de acordo com as exigências legais e normativas, minimizando os impactos econômicos, sociais e ambientais”.

4 METODOLOGIA

4.1 CLASSIFICAÇÃO DO ESTUDO

O presente trabalho se caracteriza como uma pesquisa aplicada, de caráter exploratório. Para Gil (1991) o intuito desse tipo de pesquisa é “proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições”.

A estratégia metodológica adotada neste estudo constitui-se de etapas subsequentes, esquematizada na Figura 4.1 e será detalhada nos próximos tópicos.

Figura 4.1- Fluxograma da estratégia metodológica

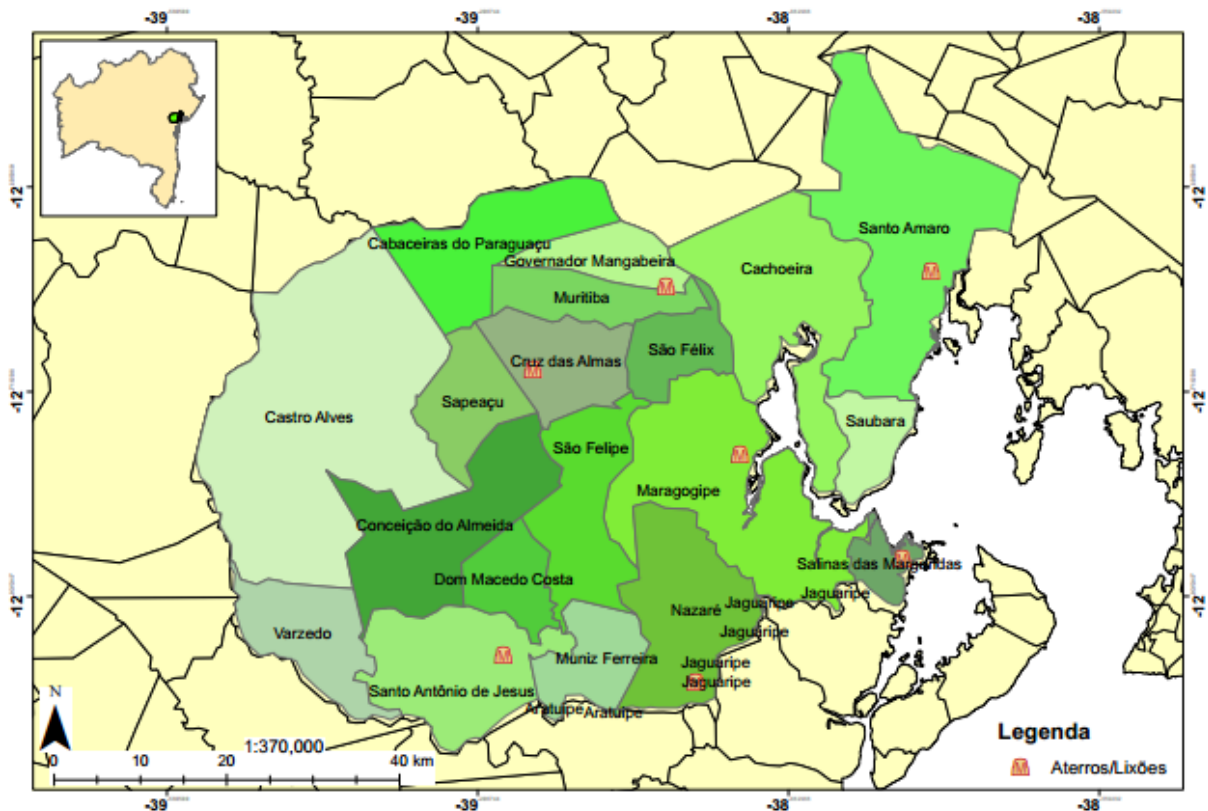


Fonte: Autora, 2017.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Os Territórios de Identidade (TI) correspondem à divisão territorial oficial de planejamento das políticas públicas do Estado da Bahia (BLATT e GONDIM, 2013). Esse estudo será realizado nos municípios pertencentes a área de abrangência geográfica do TI - 21, denominado de Recôncavo, cuja localização espacial consta na Figura 4.2.

Figura 4.2- Localização espacial do Território de Identidade Recôncavo



Fonte: Autora, 2017.

O Estado da Bahia foi dividido em 26 Regiões de Desenvolvimento Sustentável (RDS), dentre elas a RDS 21 corresponde ao Território de Identidade do Recôncavo, e apresenta a seguinte configuração para a Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos, exibida nos quadros a seguir (BAHIA, 2014).

Quadro 4.1 - Arranjos Compartilhados do RDC 21

Arranjos Compartilhados	
Município Sede	Município Integrado
Santo Antônio de Jesus	Santo Antônio de Jesus
	Muniz Ferreira
	Varzedo
	Dom Macedo Costa
Nazaré	Nazaré
	Jaguaripe
	Aratuípe

Município Sede	Município Integrado
Cruz das Almas	Cruz das Almas
	Sapeaçu
	São Felipe
	Conceição do Almeida
	Castro Alves
Muritiba	Muritiba
	Governador Mangabeira
	São Félix
	Cachoeira
	Cabaceiras do Paraguaçu
Santo Amaro	Santo Amaro
	Saúbara

Fonte: BAHIA, 2014.

Quadro 4.2 - Municípios com Disposição Final Individualizada

Municípios	Maragogipe
	Salinas das Margaridas

Fonte: BAHIA, 2014.

Nessa configuração apresentada, os municípios integrantes do arranjo compartilhado enviam seus RSU para o aterro sanitário do município sede. Neste estudo, foram avaliados apenas os pontos de disposição final dos Municípios Sede dos arranjos compartilhados e dos municípios com soluções individuais, visto que grande parte dos municípios já adotaram essa configuração.

4.3 COLETA DE DADOS

Para encontrar a localização dos pontos de disposição final dos RSU dos municípios do Recôncavo Baiano, realizou-se um levantamento desses pontos já vistoriados pelo INEMA (Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos) e registrados nos sistemas CERBERUS e GEOBAHIA. Essa busca no sistema foi realizada para cada município, obtendo assim as coordenadas geográficas dos pontos supracitados. A autorização concedida pelo INEMA para realização dessa pesquisa encontra-se no Anexo A.

4.4 CRITÉRIOS LOCACIONAIS AVALIADOS

Os critérios locacionais selecionados para serem avaliados neste estudo assim como os parâmetros para a realização da sua análise estão conforme preconiza a NBR 13.896/1997, no tópico de critérios para a localização de aterro de resíduos não perigosos, com exceção apenas do critério 4 (Distância dos Centros Urbanos Atendidos) que está de acordo com o Plano de Regionalização da Gestão integrada de resíduos sólidos do Estado da Bahia (BAHIA,2014).

Quadro 4.3 - Critérios avaliados

Critérios Locacionais	Parâmetros de análise
1. Declividade do Terreno	Menor que 1% - Inadequado
	Entre 1% a 30% - Adequado
	Maior que 30% - Inadequado
2. Tipo de Solo	Argiloso – Adequado
	Arenoso – Inadequado
3. Distância dos Recursos Hídricos	Menor que 200m – Inadequado
	Maior que 200m – Adequado
4. Distância dos Centros Urbanos Atendidos	Menor que 30Km – Adequado
	Maior que 30 Km - Inadequado
5. Distância dos Núcleos Populacionais	Menor que 500m – Inadequado
	Maior que 500m – Adequado
6. Acessos	Pavimentadas e em boas condições – Adequado
	Sem Pavimentação – Inadequado
7. Ocupação da Área de Preservação Permanente (APP)	Sim – Inadequado
	Não – Adequado
8. Conformidade com a legislação local para uso do solo.	Sim – Adequado
	Não- Inadequado
9. Áreas Sujeitas a Inundação	Sim – Inadequado
	Não – Adequado

Fonte: Adaptado de ABNT (1997) e Bahia (2014).

A análise do critério “Declividade” foi realizada a partir da construção de um mapa de declividade, confeccionado no software ArcGIS versão 10.1 ESRI (2015), partindo de um modelo digital de elevação (MED). O MED utilizado foi obtido no site do Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (WEBER; HASENACK; FERREIRA, 2004). Assim, o raster de declividade foi produzido, tendo como unidade de medida de saída os "percentuais de declividade". Por fim, a simbologia foi configurada estabelecendo as três classes descritas no item 1 do Quadro 4.3.

O critério “Tipo de solo” foi avaliado a partir da construção de um mapa de solo utilizando o shapefile dos dados catalogados do Plano Estadual de Recursos Hídricos (2005).

Para obtenção de informações para a avaliação dos critérios 3, 4, 5, 6 e 7 utilizou-se as cartas gráficas disponíveis no sistema GEOBAHIA, juntamente com o programa Google Earth.

Vale ressaltar que o critério 7 (Ocupação da Área de Preservação Permanente (APP)) não está dentro dos critérios locais estabelecidos pela NBR 13.896. Entretanto a Lei Federal nº 12.651 (BRASIL, 2012), no Art. 8º prever que “a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental”. Desta forma o aterro sanitário não se encaixa em nenhuma dessas hipóteses, não sendo permitido assim, sua localização dentro de uma área de APP.

O critério 8 será obtido através de consulta ao Plano Diretor dos municípios estudados, avaliando se o Aterro Sanitário e/ou lixão foi construído em um lugar permitido pelo Zoneamento Ambiental Municipal.

Para determinar se a área de estudo está sujeita a inundações, utilizou-se o shapefile do banco de dados da ANA (2014) e realizou-se a extração da informação de grau de ocorrência na tabela de atributos do shapefile no ArcGIS 10.1 ESRI (2015).

4.5 ELABORAÇÃO DO MECANISMO DE ANÁLISE

Com o intuito de realizar um balanço da conformidade das características da área estudada com a legislação vigente, desenvolveu-se um sistema de pontuação associado ao cumprimento ou não da legislação. Desta forma, foram atribuídos valores de 0 ou 1 (0-não; 1-sim) para cada critério avaliado.

Foi realizado um somatório de todos os critérios avaliados em um município e dividido pelo número de critérios, conferindo assim uma pontuação média para o município.

Posteriormente a definição das médias, arbitrou-se que os pontos de disposição final dos resíduos com nota compreendida entre $0 < x > 0,4$ pontos encontram-se em condição PÉSSIMA . Os com notas entre $0,4 < x > 0,8$ pontos em condição RUIM. Aqueles com nota superior a 0,8 pontos encontram-se numa condição ACEITÁVEL. O critério APP teve caráter eliminatório, e se os supracitados pontos estiverem nessas áreas a sua localização será classificada como PÉSSIMA.

Desta maneira, foi possível verificar graficamente a situação da área em que ocorre a destinação final dos resíduos sólidos urbanos dos municípios do Recôncavo Baiano.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

As localizações, no sistema de coordenadas geográficas, dos pontos de disposição final do RSU que foram avaliados neste estudo encontram-se expostas no Quadro 5.1.

Quadro 5.1- Coordenadas Geográficas dos pontos de disposição final

MUNICÍPIO	Coordenadas Geográficas	
	Latitude	Longitude
Santo Antônio de Jesus	12,99213°	39,17959°
Nazaré	13,02166°	38,97921°
Cruz das Almas	12,69517°	39,14934°
Muritiba	12,60965°	39,01035°
Santo Amaro	12,59296°	38,73442°
Maragogipe	12,78338°	38,93335°
Salinas das Margaridas	12,89259°	38,76421°

FONTE: INEMA (2017).

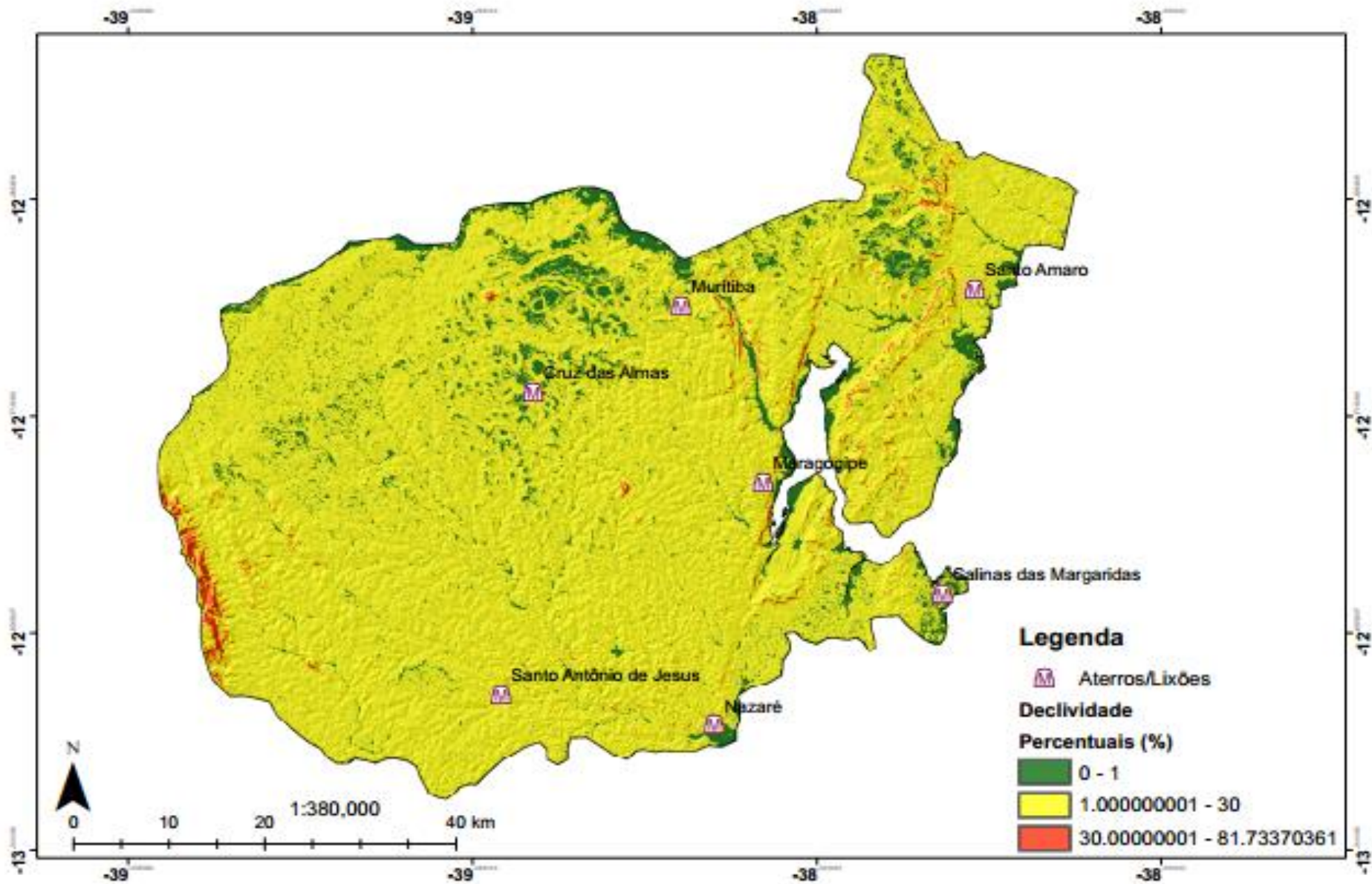
Nos próximos tópicos serão apresentados os resultados encontrados, a partir da utilização de ferramentas do Geoprocessamento, dos critérios locais avaliados neste estudo.

5.2 DECLIVIDADE DO TERRENO

A importância desse critério está relacionada com a preservação do solo, pois além de ser um fator restritivo do uso para a disposição final de RSU, é um fator condicionante em relação a infiltração de água da chuva e/ou chorume gerado, pois quanto maior a declividade, menor a infiltração de água no solo, e maior escoamento superficial (GOMES et al., 2001). Segundo o mesmo autor, a declividade elevada do terreno, também influencia no transporte dos resíduos até o local, dificultando-o.

A Figura 5.1 apresenta o mapa de declividade do Recôncavo Baiano, com os pontos de disposição final de RSU demarcados, permitindo assim a visualização da declividade, em porcentagem, dos Aterros Sanitários/ Lixões que estão sendo estudados.

Figura 5.1 - Mapa de Declividade do Recôncavo Baiano



Fonte: Autora, 2017.

Observa-se que todos os pontos estudados estão situados em terreno com declividade inferior a 30%. Esse um resultado é satisfatório, uma vez que baixas declividades favorecem as operações que são realizadas no Aterro Sanitário, como a movimentação de resíduos e solos, além de oferecer condições menos críticas para os sistemas de drenagem de líquidos e gases gerados (WEBER; HASENACK, 2004).

Santos (2014) afirma que “uma declividade acentuada favorece o escoamento de chorume, oferece riscos de desbarrancamento em períodos chuvosos, pois a conformação da massa de resíduos é complicada neste tipo de terreno”. Dessa maneira quanto menor for a declividade da área, mais apta ela será para comportar esse tipo de atividade (WEBER; HASENACK, 2004).

Vale salientar que os pontos de disposição final dos municípios de Nazaré e de Salinas das Margaridas estão localizados em uma área com declividade inferior a 1%, o que não é recomendável pela NBR 13.896/97.

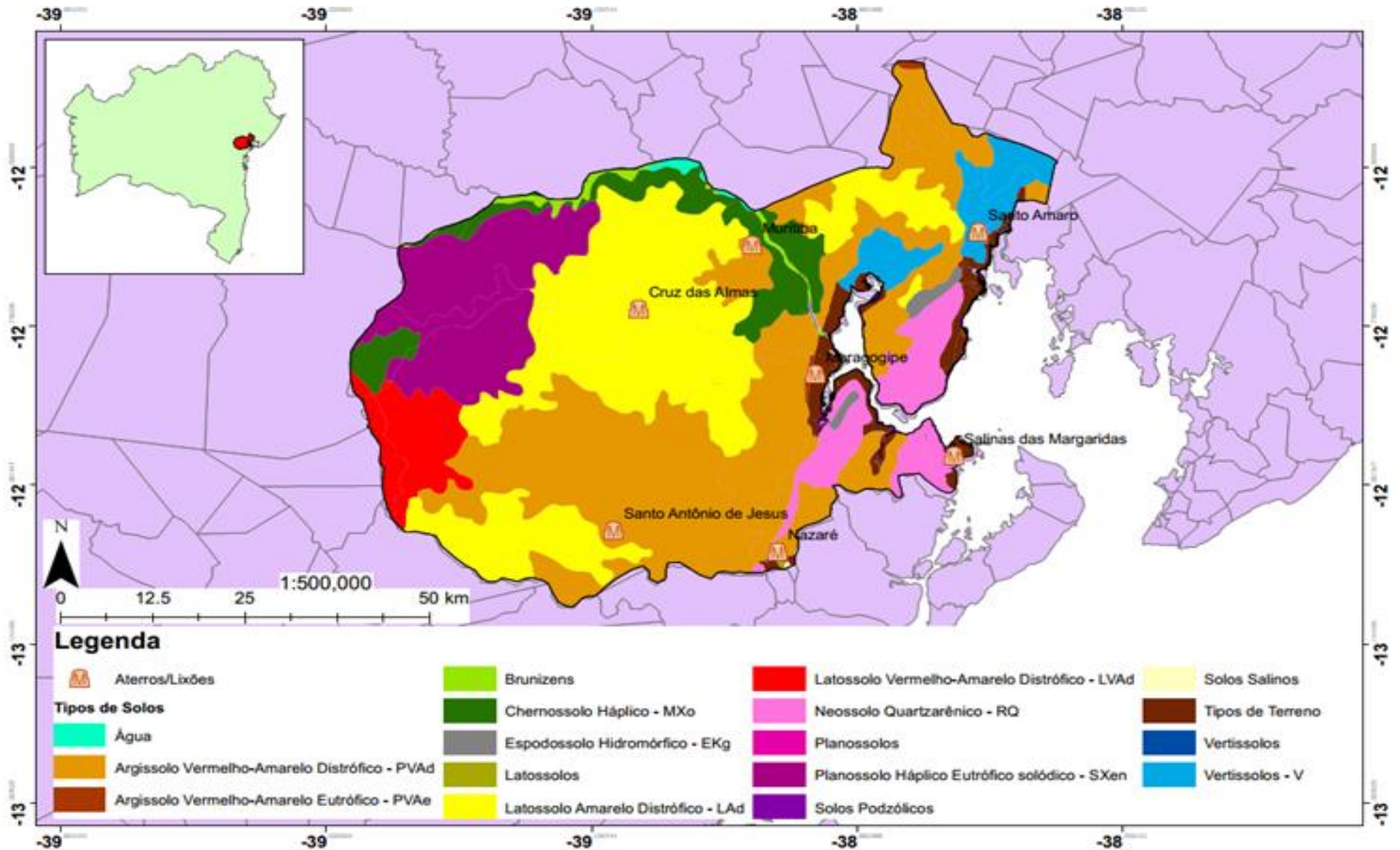
Dentre os componentes de um Aterro Sanitário, tem-se os sistemas de drenagem (águas pluviais, líquidos percolados e gases) (ZANTA et al., 2008). Existe a possibilidade de que áreas que possuem declividade inferior a 1%, apresentem maior dificuldade para drenar os líquidos e por isso não são recomendáveis.

5.3 TIPO DE SOLO

Compreender o tipo de solo é um dos fatores determinantes na seleção da área que funcionará um empreendimento como aterro sanitário, pois além do solo ser o responsável pela capacidade de infiltração dos líquidos percolados, é sobre ele que ocorrem os processos de depuração dos resíduos (ACIOLY, 2016). Diante disso, as áreas utilizadas para disposição final de resíduos sólidos devem ter características argilosas e jamais deverão ser arenosas (MONTEIRO et al., 2001).

A seguir, será apresentado um mapa ilustrando os tipos de solos da área de estudo com os pontos de disposição final de RSU demarcados, permitindo assim a visualização do solo em que se encontram os Aterros Sanitários/lixões.

Figura 5.2 - Mapa de Solos do Recôncavo Baiano



Fonte: Autora, 2017.

O aterro municipal de Cruz das Almas está localizado em um solo do tipo Latossolo Amarelo Distrófico (LAd), que são solos desenvolvidos principalmente de sedimentos do Grupo Barreiras, que constitui a faixa sedimentar costeira paralela ao litoral, e possuem bastante uniformidade em relação a cor, textura e estrutura; são profundos e muito profundos, bem drenados, com predominância de textura argilosa e muito argilosa (OLIVEIRA; SILVA, 2017). As características do LAd o torna um solo de boa adequabilidade como material receptor de resíduos sólidos urbanos (ADAMY, 2012).

Os pontos de disposição final dos municípios de Muritiba, Santo Antônio de Jesus e Nazaré estão sobre o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico. São solos também desenvolvidos do Grupo Barreiras de rochas cristalinas ou sob influência destas, e apresentam estruturas medianamente profundas, moderadamente drenadas, com textura argilosa (JARBAS et al.,2017). Constitui-se uma das classes de solo mais extensa do Brasil, ao lado dos Latossolos, e suas cores vermelho-amareladas é devido à presença da mistura dos óxidos de ferro hematita e goethita (SILVA; OLIVEIRA, 2017).

Vale ressaltar que a palavra “Distrófico” corresponde a uma classificação dos solos, e significa que eles possuem baixa fertilidade, enquanto que os solos classificados como “Eutrófico” apresenta alta fertilidade (SANTOS; ZARONI; ALMEIDA, 2017). Assim a única diferença entre o solo onde está instalado o ponto de disposição final de RSU dos municípios de Muritiba, Santo Antônio de Jesus e Nazaré com o solo em que está localizado o ponto do município de Maragogipe é essa questão da fertilidade, parâmetro que não influencia diretamente neste estudo.

Os Depósitos de Formação Barreiras, tanto os Latossolos quanto os Argissolos, foram considerados de adequabilidade máxima para disposição de resíduos sólidos pelo estudo de Oliveira, Alves e Oliveira (2013). Segundo os mesmos autores, esses solos são situados em regiões de relevo mais abatido, tendo, portanto maiores espessuras e são bem drenados e com relevo aplainado, essas características são desejáveis para áreas destinadas para esse fim.

No município de Santo Amaro, por sua vez, o ponto de disposição final de resíduos está localizado sobre o Vertissolo, que segundo Jarbas et al. (2017) são “solos minerais não hidromórficos ou com séria restrição temporária à

percolação de água, com 30% ou mais de argila ao longo do perfil, e que apresentam pronunciada mudança de volume de acordo com a variação do teor de umidade”.

Zaroni e Santos (2017) afirmam que “são características dos Vertissolos os fenômenos de expansão e contração, em geral associados à alta atividade das argilas, que confere grande capacidade de movimentação do material constitutivo do solo”. Nesse caso, a instabilidade desse solo o torna inadequado para comportar um aterro sanitário, pois a absorção temporária da água da chuva ou um possível vazamento de chorume pode provocar deslizamento da massa de resíduos e alteração da estrutura física do empreendimento.

Por fim, o município de Salinas das Margaridas que tem seu ponto de disposição final sobre o Neossolo Quartzarênico. Segundo Almeida, Zaroni e Santos (2017) “esta classe de solo ocorre em relevo plano ou suave ondulado, apresenta textura arenosa ao longo do perfil e cor amarelada”. Os solos arenosos oferecem inexpressiva capacidade filtrante e elevada permeabilidade, o que não é desejável para uma área de disposição de resíduos (OLIVEIRA; ALVES; OLIVEIRA, 2013).

Diante do exposto, os municípios de Salinas das Margaridas e Santo Amaro estão com seu ponto de disposição final de RSU localizados em tipos de solos inadequados para acomodar esse tipo atividade.

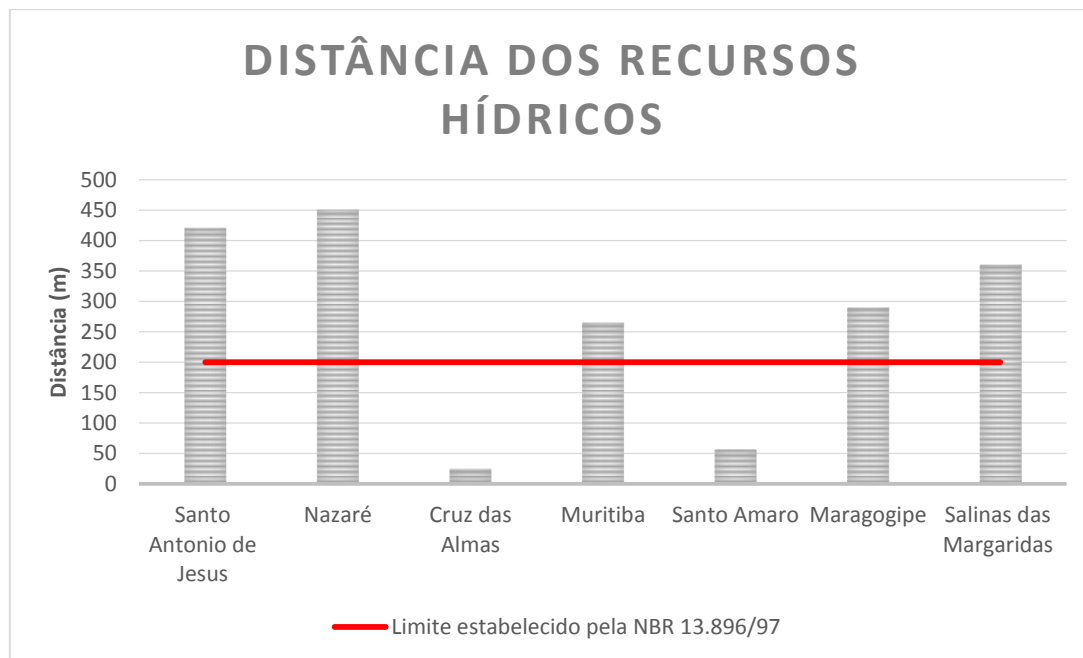
Vale ressaltar que essa análise foi realizada de forma generalista e que antes da instalação de um empreendimento como o aterro sanitário, se faz necessário realizar um estudo mais aprofundado da tipologia do solo com a descrição de perfis de solos a campo, coleta de amostras e análise da permeabilidade, espessura das camadas e profundidade do lençol freático.

5.4 DISTÂNCIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Os aterros sanitários, durante a fase de operação e mesmo após ao encerramento das suas atividades, estão suscetíveis a possíveis vazamentos de chorume. Devido a isto a distância mínima dos recursos hídricos, estabelecida pela legislação, visa assegurar e preservá-los mediante tal situação (REZENDE; LEITE; CARRIELLO, 2015). O Gráfico 5.1 disposto a

seguir mostra as distâncias, em metros, entre os pontos de disposição final de RSU estudados e o corpo hídrico mais próximo.

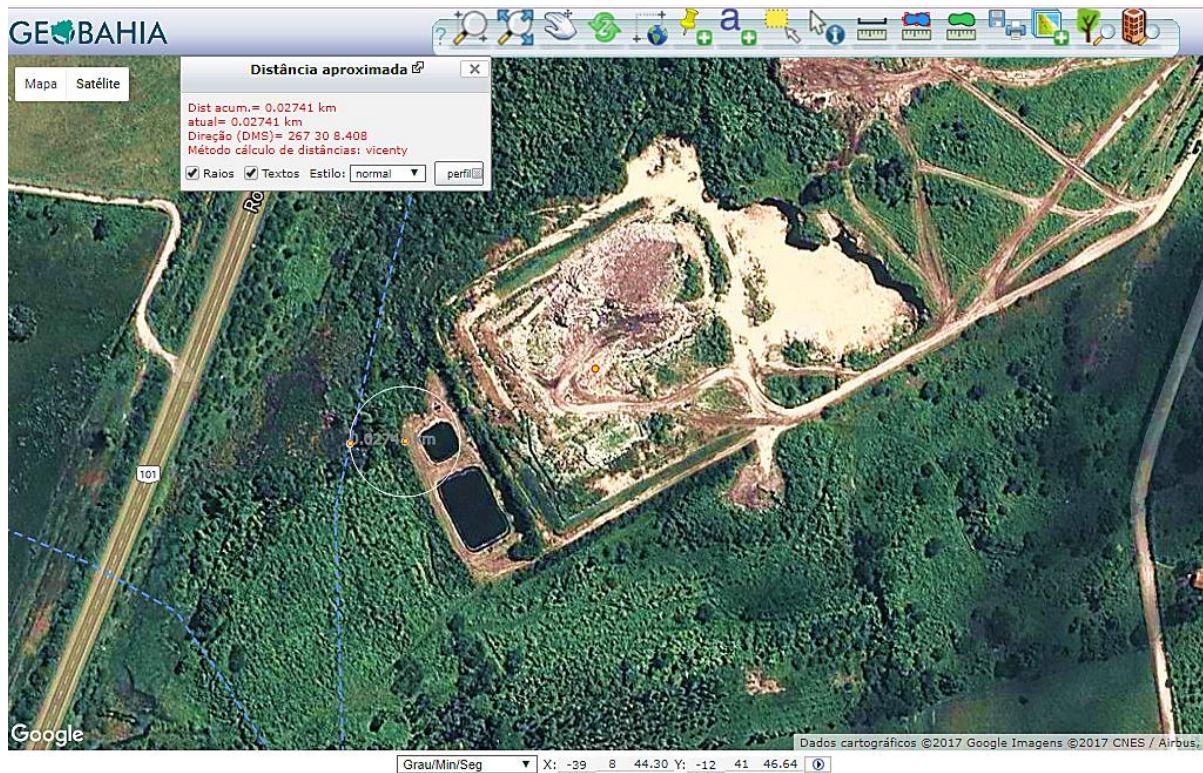
Gráfico 5.1 - Distância dos Recursos Hídricos



Fonte: Autora, 2017.

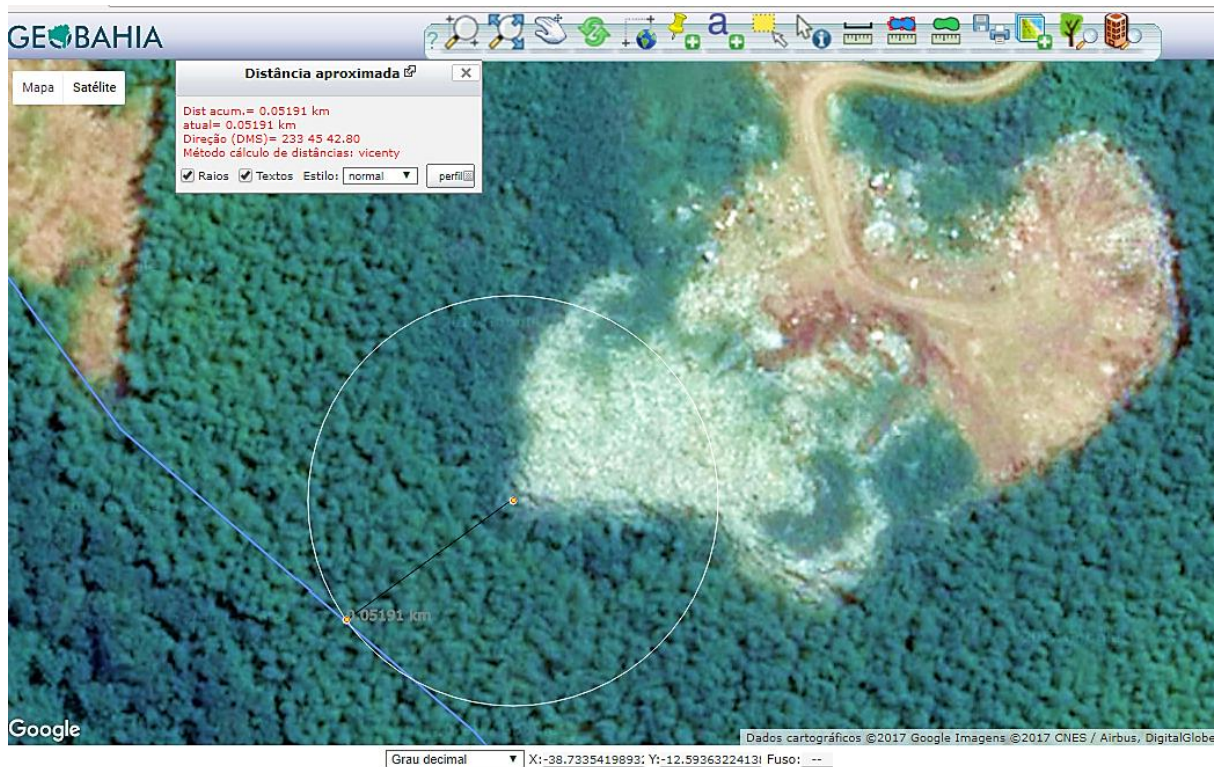
Nota-se que os municípios de Cruz das Almas e Santo Amaro não cumprem com a distância mínima estabelecida pela NBR 13.896/97, pois o limite da área útil do Aterro Sanitário de Cruz das Almas encontra-se, aproximadamente a 28 m do Córrego do Velame Brito (figura 5.1), e o ponto de disposição final utilizado pelo município de Santo Amaro está localizado a cerca de 60 m do Córrego Santo Amaro (figura 5.2).

Figura 5.3 - Distância entre o Aterro Sanitário de Cruz das Almas e o Córrego Velame Brito



Fonte: Geobahia, 2017.

Figura 5.4 - Distância do Ponto de Disposição de RSU para o Córrego Santo Amaro.



Fonte: Geobahia, 2017.

Observando as imagens, pode-se inferir que os dois municípios apresentam um cenário com grande possibilidade de contaminação dos recursos hídricos. O ponto de disposição final de Santo Amaro é uma situação ainda pior, pois não dispõe de nenhum mecanismo de contenção e/ou tratamento do chorume.

O vazamento do chorume provoca diversos impactos ambientais, pois ele se infiltra no solo e pode ocasionar a contaminação de águas superficiais, subterrâneas e do próprio solo (LEAL, 2016). Para Zanta et al. (2008) o primeiro impacto observado nas águas superficiais quando são contaminadas pelo chorume é a redução do teor de oxigênio dissolvido e, conseqüentemente, alteração da fauna e flora aquática. Segundo o mesmo autor, efeitos adversos podem ser observados no solo, mesmo a distâncias superiores a 100 m do aterro.

Segundo Leal (2016) por apresentar uma alta concentração de matéria orgânica e outros poluentes como substâncias inorgânicas e metais pesados, o chorume, pode provocar o assoreamento dos riachos, bem como a alteração na qualidade da água, além de agregar outros riscos à saúde do homem. Diante disso, é extremamente importante que seja respeitada a distância mínima aos corpos d'água, estabelecida por lei, bem como a instalação e manutenção de estruturas para reter e tratar o chorume gerado.

5.5 DISTÂNCIA DOS CENTROS URBANOS

Este critério influencia nos custos operacionais envolvidos no transporte dos RSU. Massunari (2000) afirma que quanto maior a distância percorrida, maiores são os gastos com combustível e tempo de utilização do equipamento. A seguir um Quadro 5.2 apresenta as distâncias entre o município integrante e o município Sede dos arranjos compartilhados.

Quadro 5.2 - Distância entre o Município sede do arranjo e os Municípios integrados

Município Sede	Município Integrado	Distância para o município sede do arranjo (Km)
Santo Antônio de Jesus	Muniz Ferreira	22
	Varzedo	17
	Dom Macedo Costa	16
Nazaré	Jaguaripe	18
	Aratuípe	5
Cruz das Almas	Sapeaçu	11
	São Felipe	30
	Conceição do Almeida	21
	Castro Alves	40
Muritiba	Governador Mangabeira	9
	São Félix	3
	Cachoeira	4
	Cabaceiras do Paraguaçu	27
Santo Amaro	Saubara	21

Fonte: BAHIA, 2014. Adaptado pelo Autora.

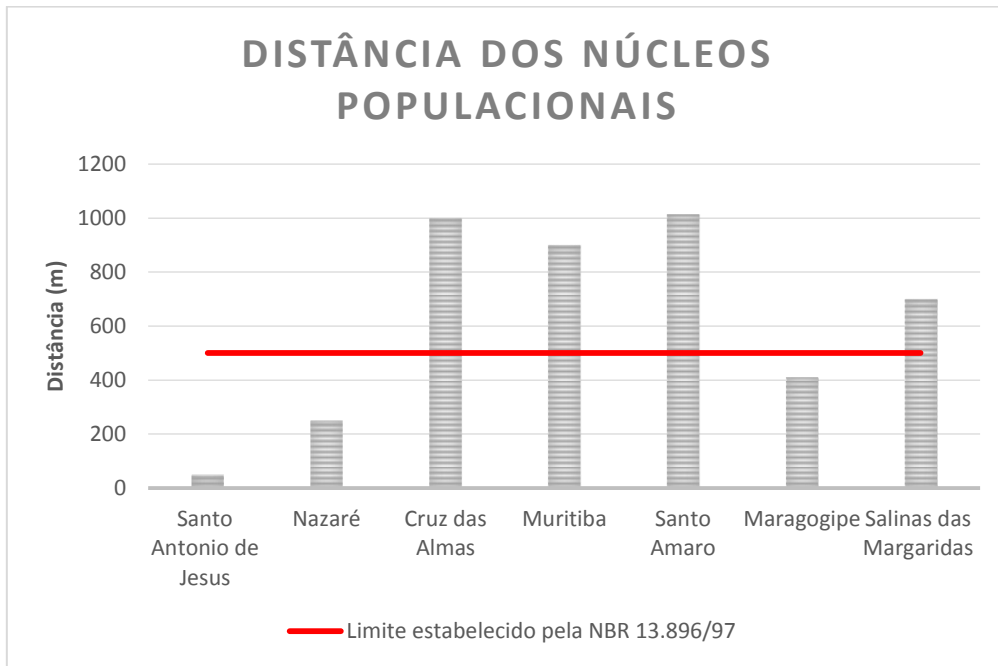
A distância máxima recomendada, para o transporte direto do RSU, entre as sedes municipais e os municípios integrantes do arranjo territorial é de 30 km. Para distância entre 30 e 60 km é indicado a adoção de uma estação de transbordo (BAHIA, 2014).

No Quadro 5.2 observa-se que apenas o município de Castro Alves apresenta uma distância superior a 30 km do município sede do arranjo. Nesta situação deve-se avaliar os custos de implantação de uma estação de transbordo e compara-lo com o custo do transporte dos RSU direto para o Aterro de Cruz das Almas, e por fim optar pela melhor logística de disposição final do RSU.

5.6 DISTÂNCIA DOS NÚCLEOS POPULACIONAIS

No Gráfico 5.2 estão expostas as distâncias, em metros, entre residências e os pontos de disposição final de RSU estudados.

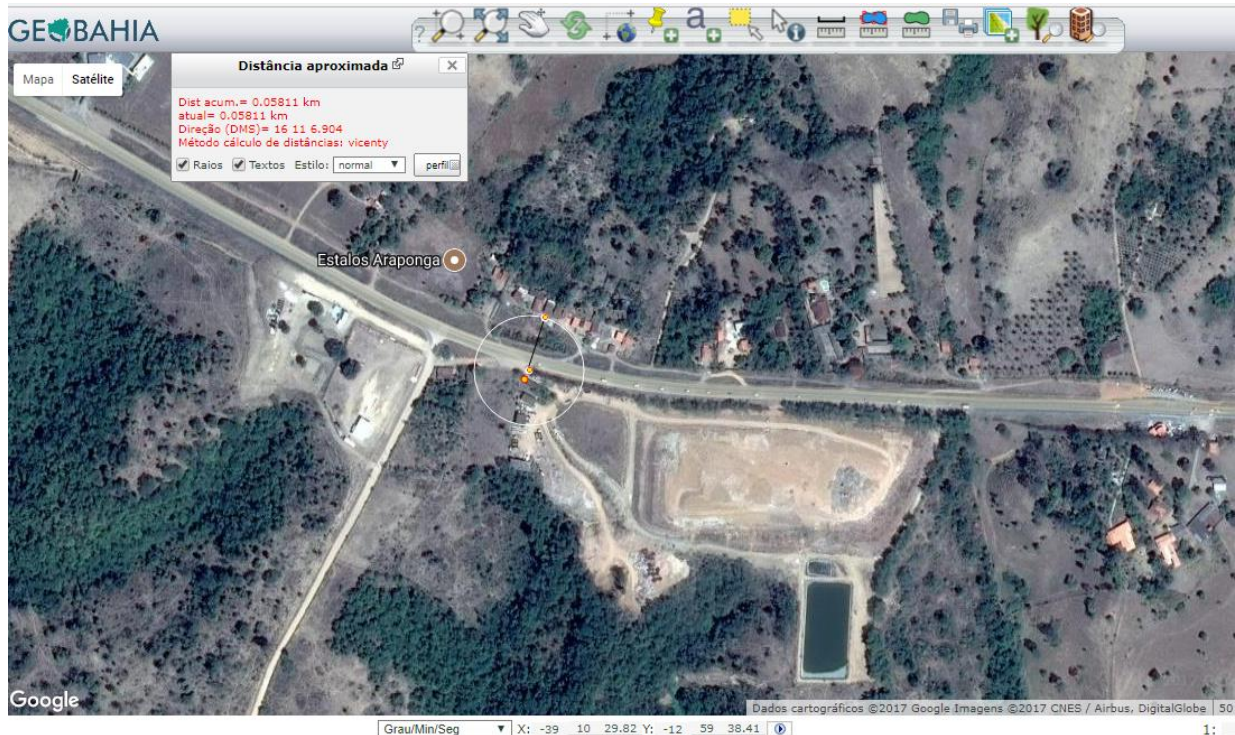
Gráfico 5.2 - Distância dos Núcleos Populacionais



Fonte: Autora, 2017.

Observa-se que três municípios estão em desacordo com a determinação de distância mínima estabelecida pela legislação, colocando assim em risco a saúde dessas pessoas que residem tão próximas a essas áreas. O município de Santo Antônio de Jesus apresenta a pior situação com relação a esse critério, possuindo residências a cerca de 50 metros das instalações do aterro sanitário, como pode ser visualizado na figura a seguir.

Figura 5.5 - Distância do Aterro Sanitário de Santo Antônio as Residências



Fonte: GEOBAHIA (2017)

As pessoas que residem vizinhas a esse locais estão expostas a odor, a poluição visual e aos mais variados vetores de doenças (GREGÓRIO et. al, 2013). Segundo Possamai et al. (2007) “os vetores de doenças são tanto os macro vetores (cachorros, gatos, ratos, urubus, pombos e outros), como os micro vetores (moscas, mosquitos, bactérias, fungos e outros)”, e a sua proliferação é influenciada pelas condições de operação do aterro (GREGÓRIO et. al, 2013).

Dentre as doenças que podem ser transmitidas pelos vetores que se desenvolvem em locais de acúmulo de resíduos sólidos podem-se destacar: dengue, febre amarela, disenterias, febre tifóide, cólera, leptospirose, giardíase, peste bubônica, tétano, hepatite A ou infecciosa, malária, esquistossomose (FUNASA, 2013).

Vale ressaltar, que devido à ausência de imagens históricas da área com boa resolução, não foi possível identificar se antes da implantação do aterro já havia essas residências ou não. Sendo assim, não se pode avaliar esse critério somente com a imagem atual, pois existe a possibilidade das residências terem sido construídas após a instalação do aterro sanitário. O que se pode destacar,

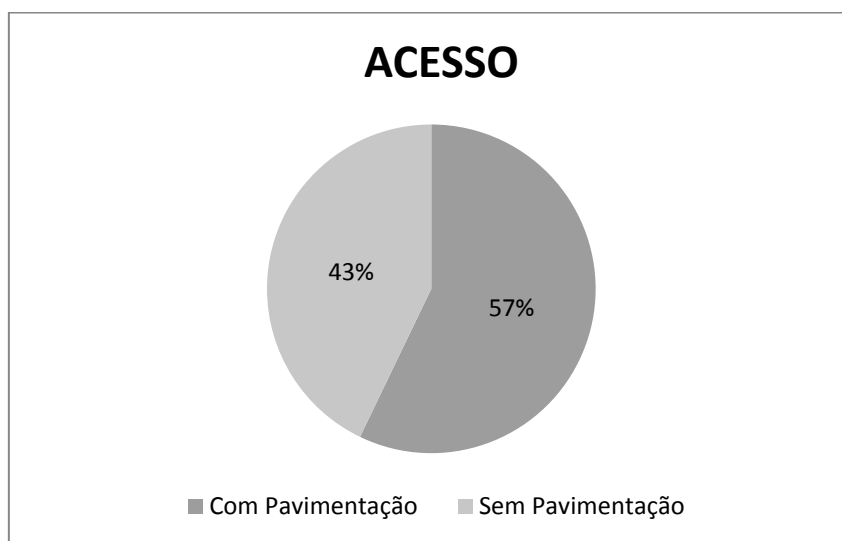
a partir da situação atual, é o risco em potencial a saúde que essas pessoas estão expostas.

5.7 ACESSOS

Neste critério foram avaliadas as condições da principal via de acesso ao ponto de disposição de RSU dos municípios estudados, analisando se a via possuía pavimentação ou não. A NBR 13.896/1997 estabelece que os acessos devam ser “executados de modo a permitir sua utilização sob quaisquer condições climáticas” (ABNT, 1997).

Silva (2011) afirma que os “acessos ao aterro sanitário e aos pátios de manobra deverão possuir permanente condição de tráfego, quer seja em época de estiagem ou de elevada pluviosidade”. O resultado desse parâmetro é indicado no gráfico 5.3.

Gráfico 5.3 - Acesso ao Local de Disposição Final



Fonte: Autora, 2017.

Observa-se que a maioria dos aterros possuem vias de acesso pavimentadas, apesar de o resultado encontrado ser bem próximo, existindo assim um número significativo de pontos de disposição final de RSU com seus acessos sem pavimentação.

A trafegabilidade da via em más condições acarreta em maior desgaste do veículo, necessidade de manutenção corretiva do mesmo, maiores gastos no tempo das viagens e no consumo de combustíveis, sem contar na possibilidade de ocorrer atolamento do transporte em período de alta

pluviosidade. Dessa maneira, o acesso ao aterro sanitário influencia na sua operação e deve ser mantido em boas condições (SILVA, 2011).

5.8 OCUPAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)

O Código Florestal define Áreas de Preservação Permanente (APPs) como “áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade; facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012).

Dentre as APPs estabelecidas pelo Código Florestal, aquelas que são relevantes para este estudo são:

- Faixas marginais de cursos d’água dependendo da largura do seu leito regular; e
- Encostas com declividade acima de 45° ou 100%.

Como foi discutido no tópico 5.4, o Aterro Sanitário de Cruz das Almas encontra-se aproximadamente a 28 m do leito do Córrego do Velame Brito, estando assim na área de APP, uma vez que a Lei nº 12. 651/2012 considera que é APP é uma faixa marginal com largura mínima de 30 metros, para os cursos d’água de menos de 10 metros de largura (BRASIL, 2012).

Segundo Felicori (2015) os depósitos de resíduos localizados nos limites ou proximidades de APPs, que são áreas ambientalmente frágeis, resultam na contaminação de recursos hídricos, do solo e na disseminação de doenças.

As encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive também são definidas como áreas de APP. Como foi visto no tópico 5.1, os pontos de disposição final de RSU analisados neste estudo estão localizados em terrenos com declividade inferior a 30 %, logo nenhum dos pontos encontra-se em área de APP, a partir dessa determinação.

5.9 CONFORMIDADE COM A LEGISLAÇÃO LOCAL PARA USO DO SOLO

Não foi possível realizar a análise desse critério, pois as prefeituras dos municípios avaliados não disponibilizam, pelo menos no meio digital, o Plano Diretor Municipal.

O município de Nazaré, por sua vez, disponibiliza o Plano Diretor incompleto, faltando o mapa de uso e ocupação do solo que seria o item necessário para a realização dessa análise.

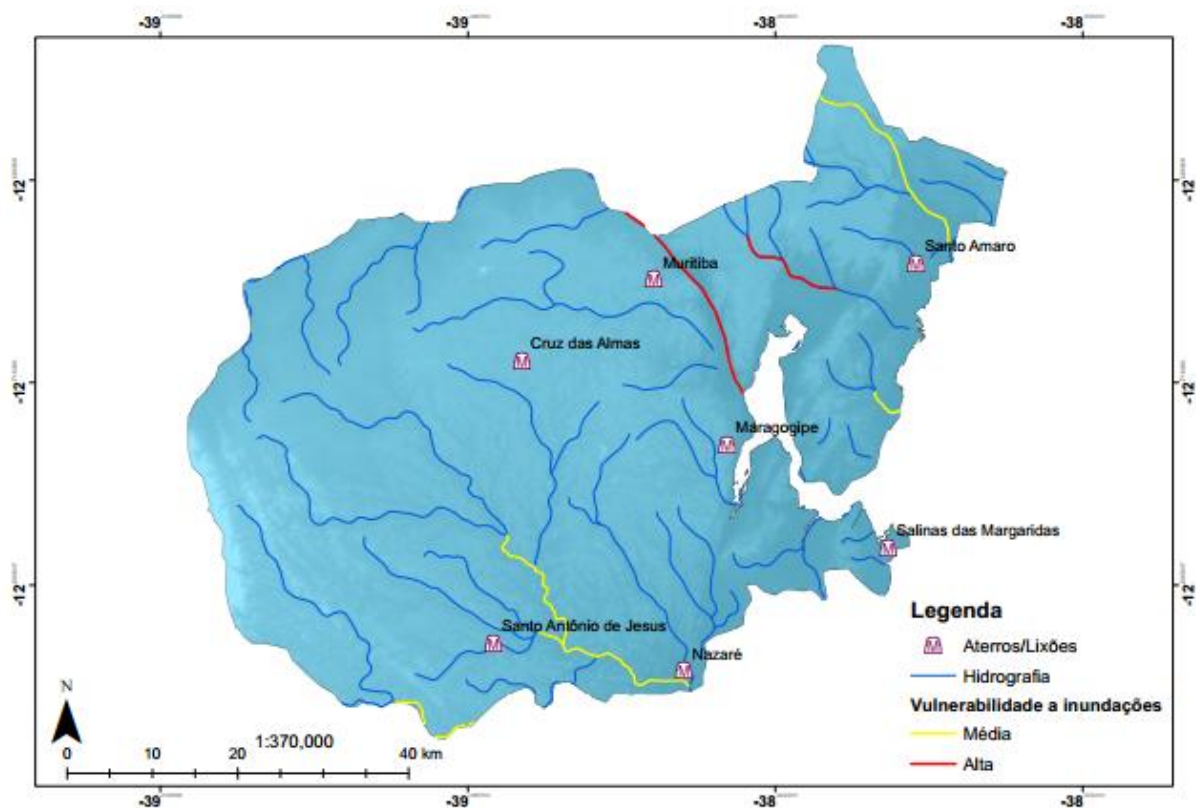
5.10 ÁREAS INUNDÁVEIS

As áreas sujeitas a inundações equivalem às várzeas de rios, pântanos e mangues, que alcançam a cota máxima de extravasamento após a ocorrência da vazão máxima provocada por grande pluviosidade, essas áreas não são adequadas para sediar um aterro sanitário (CETESB, 2015).

As áreas inundáveis são consideradas por Gomes et. al. (2001) “impróprias à disposição de resíduos sólidos em virtude da possibilidade de contaminação dos recursos hídricos pelos líquidos gerados nos sistemas de aterramento”.

Observa-se na Figura 5.6, que nenhum dos pontos de disposição final de RSU avaliado está inserido dentro de uma área vulnerável a inundações.

Figura 5.6 - Mapa de Vulnerabilidade a inundações



Fonte: Autora, 2017.

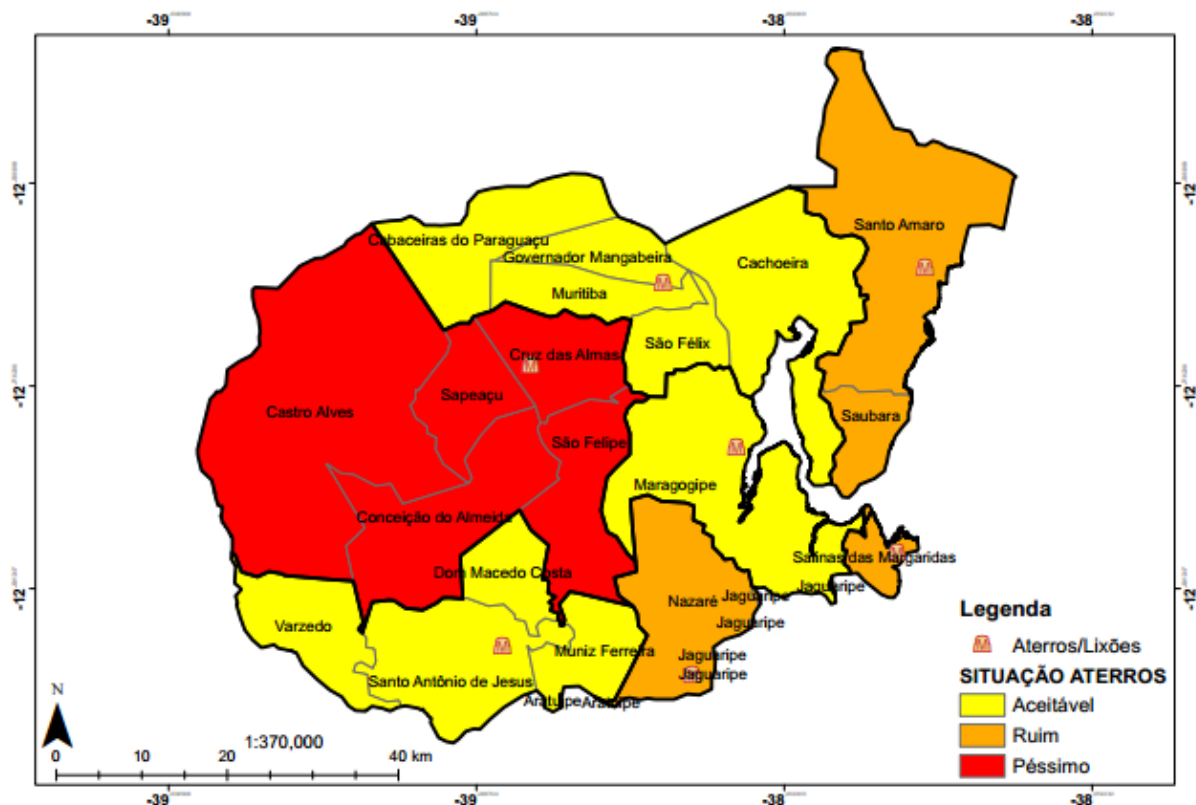
A Orientação Normativa da SPU (Secretaria do Patrimônio da União) define que Linha Média das Enchentes Ordinárias – LMEO como a linha que delimita a faixa de terrenos marginais, pelo lado da margem do rio, traçada à distância de 15m, medidos horizontalmente para a parte da terra (SPU, 2001).

Apesar de parecer próximo no mapa, o ponto de disposição final de RSU do município de Nazaré, encontra-se a aproximadamente 1,5 km do rio Jaguaripe, logo não está situado em área sujeita a inundação, com base na determinação da LMEO.

5.11 PANORAMA DO CUMPRIMENTO DOS CRITÉRIOS LOCACIONAIS PELOS PONTOS DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RSU DO RECÔNCAVO BAIANO

A partir do mecanismo de análise descrito no capítulo anterior, foi elaborado o mapa disposto a seguir, onde os municípios integrantes do Arranjo Compartilhado receberam a mesma classificação do seu município Sede.

Figura 5.7 - Classificação da situação locacional dos Aterros/Lixões



Fonte: Autora, 2017

O Aterro Sanitário de Cruz das Almas, além de atender apenas 50% dos critérios avaliados neste estudo, está localizado na APP do Córrego do Velame Brito, dessa forma sua classificação, quanto a localização é PÉSSIMA.

Nazaré, Santo Amaro e Salinas das Margaridas atenderam a cerca de 70% dos critérios avaliados e foram classificados como RUIM, uma vez que os pontos de disposição final estão em atividade e deveriam atender a todos os critérios locacionais determinados pela legislação, antes mesmo da sua instalação.

A Figura 5.7 evidencia que a área analisada de Maragogipe foi classificada em condições aceitáveis, logo está em conformidade com a legislação pela maioria dos critérios locacionais avaliados.

O único critério que não foi atendido pelo Aterro Sanitário de Santo Antônio de Jesus foi “distância dos núcleos populacionais”, assim sua localização foi classificada como aceitável.

O Aterro Sanitário de Muritiba foi o único ponto de disposição final que atendeu a todos os critérios avaliados neste estudo.

Por fim, salienta-se que as condições operacionais dos supracitados aterros sanitários não foram avaliadas neste trabalho.

6 CONCLUSÕES

Fundamentado nos resultados encontrados, conclui-se que a situação dos pontos de disposição final de RSU do Recôncavo da Bahia, em relação ao atendimento dos critérios locacionais, encontra-se, de forma geral, inadequada.

Verificou-se que a maioria dos municípios avaliados foram classificados, como uma situação Ruim ou Péssima. Dessa maneira, a disposição final dos RSU no Recôncavo Baiano, se configura como um cenário de considerável potencial de contaminação do solo/água/ar da região, além de oferecer risco à saúde da população.

O Aterro Sanitário do município de Cruz das Almas apresentou a pior localização dentre os pontos de disposição final de RSU avaliados neste estudo, principalmente por está localizado em área de APP.

O Aterro Sanitário do município de Muritiba atendeu a todos os critérios locacionais avaliados, estando assim localizado em uma área apta para sediar esse tipo de atividade.

Vale pontuar a relevância da utilização de ferramentas do Geoprocessamento, que foram práticas, econômicas e mostrou-se indispensável para a obtenção dos resultados desta pesquisa. A utilização dessas ferramentas possibilitou análise das áreas de forma eficaz, dispensando a necessidade de ir a campo para realizar esse tipo de pesquisa.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseando-se na análise das imagens de satélite dos pontos de disposição final de RSU dos municípios de Nazaré, Santo Amaro, Maragogipe e Salinas das Margaridas pode-se inferir que, não foi observado nenhum item que caracterizasse a estrutura que um Aterro Sanitário deve possuir, como por exemplo: sistema de tratamento de chorume e de gás, área cercada, sinalizada e com controle de acesso, balança rodoviária, guarita de entrada e prédio administrativo.

Diante disso, esses pontos de resíduos podem ser classificados como Aterro Controlado e/ou lixão, e os quatro municípios supracitados estão dispendo seus resíduos sólidos de formar irregular, comprometendo assim a qualidade ambiental da região.

Vale ressaltar que a análise dos critérios locacionais do ponto de disposição final do município de Maragogipe foi classificada em condições aceitáveis, logo está em conformidade com a legislação pela maioria dos critérios locacionais avaliados. Sugere-se que após estudos mais detalhados da área, esse município possa averiguar a possibilidade de recuperação da área e reaproveitamento para instalação do Aterro Sanitário.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. **Panorama Dos Resíduos Sólidos No Brasil**. Brasil. 2015.

ACIOLY, A. V. **Sig aplicado à escolha de áreas potenciais para a implantação de aterro sanitário no município de Breves (PA)**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém (PA), 2016. Disponível em <http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/7900/1/Dissertacao_SigAplicadoPreselecao.pdf> Acessado em 29/08/2017.

ADAMY, A. **Avaliação de sítios alternativos para a disposição de resíduos sólidos urbanos em Machadinho d´oeste – RO**. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Porto Velho, 2012.

ALMEIDA, E. P. C; ZARONI, M. J; SANTOS, H. G. **Neossolo Quartzarênicos. ÁRVORE DO CONHECIMENTO - Solos Tropicais**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em < http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xho02wx5ok0liq1mqtarta66.html > Acessado 29/08/2017.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Vulnerabilidade a inundações do estado da Bahia**. Hidroweb. Portal de Metadados Espacial - GeoNetwork. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>> Acessado em 13/08/2017.

ANTUNES, A. F. B. **Iniciando o Geoprocessamento**. 2014. Disponível em <<http://docplayer.com.br/1536726-Iniciando-em-geoprocessamento-prof-alzir-felippe-buffara-antunes.html>> Acessado 16/08/2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-10.004: Resíduos Sólidos: Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13896: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 1997.

BAHIA. Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia – CONDER. **Manual de Operação de Aterros Sanitários.** Disponível em <<http://www.unipacvaleoaco.com.br/ArquivosDiversos/Cartilha%20Opera%C3%A7%C3%A3o%20Aterro%20Sanit%C3%A1rio%20CONDER.pdf>> Acessado 16/08/2017.

BAHIA. Secretaria de Desenvolvimento Urbano - SEDUR. **Plano de Regionalização da Gestão integrada de resíduos sólidos do Estado da Bahia,** 2014. Disponível em <<http://www.sedur.ba.gov.br/arquivos/File/DocumentoSinteseEstudoRegionalizacao.pdf>> Acessado 07/08/2017.

BAHIA. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia (SEMARH). **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia.** Salvador: [s.n.], 2004.

BIDONE, F. R. A; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos.** São Carlos, São Paulo: EESC – Universidade de São Paulo, USP, 1999.

BLATT, N.; GONDIM, P. S. C. **Territórios de identidade no estado da Bahia: uma análise da regionalização implantada pela estrutura governamental na perspectiva do desenvolvimento local e regional.** Tempos, espaços e representações: abordagens geográficas e históricas. Ilhéus-UESB, 2013.

BRASIL (2010) – **Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

BRASIL (2012) - **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

BUENO, D. C. F. **Contribuição aos estudos para seleção de áreas para construção de aterros sanitários.** Saúde, Saneamento e Meio Ambiente.: Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 9, n. 11, p.431-451, 2013.

CALDERAN, T. B. **Consórcio Público Intermunicipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domésticos. Um Estudo de Caso.** Projeto de Mestrando em Meio ambiente e Desenvolvimento, Centro Universitário - UNIVATES, 2013.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **PL 2289/2015.** Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=572E00B44A911450D6D1CDC102C9A8FA.proposicoesWebExterno2?codteor=1358710&filename=PL+2289/2015> Acessado em: 14/08/2017.

CARDOSO, A. O. **Introdução ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS.** Porto Alegre: CNTL/SENAI, 2008.

CETESB. Companhia de Tecnologia e Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Procedimentos para Instalação de Aterros em Valas.** São Paulo, 2005.

COSTA, T. G. A.; IWATA, B. F.; CASTRO, C. P.; COELHO, J. V.; CLEMENTINO, G. E. S.; CUNHA, L. M. **Impactos ambientais de lixão a céu aberto no Município de Cristalândia, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil.** Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 3, n. 4, p.79-86, 2016. Disponível em <<http://revista.ecogestaobrasil.net/v3n4/v03n04a08.pdf>> Acessado em 12/07/2017.

CUNHA, V.; CAIXETA FILHO, J. V. **Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas.** GESTÃO & PRODUÇÃO, v.9, n.2, p.143-161, ago. 2002.

FELICORI, T. C. **Identificação de áreas adequadas para a construção de aterros sanitários e usinas de triagem e compostagem na mesorregião da Zona da Mata- Minas Gerais.** Viçosa (MG), 2015.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Resíduos sólidos e a saúde da comunidade: informações técnicas sobre a inter-relação saúde, meio**

ambiente e resíduos sólidos. Brasília-DF, 2013. Disponível em <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/residuos_solidos_saude_comunidade_interrelacao_saude.pdf> Acessado em 17/08/2017.

Galdeano, L. A. R. **A política nacional de resíduos sólidos: situação atual e opções de destino para resíduos sólidos urbanos, resíduos industriais, resíduos do serviço de saúde, resíduos da construção civil e a logística reversa.** São Paulo, 2013.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 3 ed. São Paulo: Atlas, 1991. Disponível em <http://www2.fc.unesp.br/sgcd/Home/professores/helberfreitas/tcci/gil_como_elaborar_projetos_de_pesquisa_-anto.pdf> Acessado 08/08/2017.

GOMES, L. P; COELHO, O. W; ERBA, D. A; VERONEZ, M. **Critérios de Seleção de Áreas para Disposição Final de Resíduos Sólidos.** In: ANDREOLI, C. V. Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 2001. Projeto PROSAB.

GREGÓRIO, B. S; AZEVEDO, G. M; SOUZA, J. L; SANTOS, P.S. **Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário no município de Barreiras, Bahia.** Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. Foz do Iguaçu (PR), 2013.

IBGE. Diretoria de Pesquisas. Departamento de População e Indicadores Sociais. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.** Rio de Janeiro, 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/defaulttabzip_man_res_sol.shtm> Acessado 14/07/2017.

JARBAS, T; SÁ, I. B; PETRERE, V. G; TAURA, T. A. **Argissolos. ÁRVORE DO CONHECIMENTO- Bioma Caatinga.** Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2010. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g5twggzi02wx5ok01edq5sp172540.html> Acessado em 29/08/2017.

JARBAS, T; SÁ, I. B; PETRERE, V. G; TAURA, T. A. **Vertissolos. ÁRVORE DO CONHECIMENTO-** Bioma Caatinga. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2010. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g798rt3o02wx5ok0wtedt3hxnknkg.html> Acessado em 29/08/2017.

LANZA, V. C. V; CARVALHO, A. L. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Orientações básicas para a operação de aterro sanitário.** Belo Horizonte, 2006.

LEAL, A. **Análise da disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Distrito de Pilar-Ba.** ComSertões - Revista de Comunicação e Cultura no Semiárido, v. 1, n. 4, 2016. Disponível em <<https://www.revistas.uneb.br/index.php/comsertoes/article/view/3106/2020>> Acessado 27/08/2017.

LOMASSO, A. L. et. al. **Benefícios e desafios na implementação da reciclagem: um estudo de caso no Centro Mineiro de Referência em Resíduos (CMRR).** Revista Pensar Gestão e Administração, v. 3, n. 2, jan. 2015.

LOPES, A.A. **Estudo da gestão e do gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos no município de São Carlos (SP).** Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

MAEDA, E. E. **Diagnóstico da Gestão de Resíduos Sólidos nos municípios do Estado de São Paulo, a partir dos Planos Municipais de Gestão Integrada.** São Carlos (SP), 2013.

MONTEIRO, J. H. P; FIGUEIREDO, C. E. M; MAGALHÃES, A. F; MELO, M. A. F; BRITO, J. C. X; ALMEIDA, T. P. F; MANSUR, G. L. **Manual De Gerenciamento Integrado De Resíduos Sólidos.** Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM, 2001, Rio de Janeiro. Disponível em <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>> Acesso em: 02/07/2017.

MUNIZ, C. A. L. **Análise comparativa dos métodos de fatores ponderados na seleção de áreas para aterros sanitários.** Natal - RN, 2013.

MASSUNARI, I.S. **Pesquisa e Seleção de Áreas para Aterro Sanitário**. Ed. 54. ABPL – Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública. Revista Limpeza Pública, Acervo digital. 2000. Disponível em < http://www.ablp.org.br/acervoPDF/03_LP54.pdf> Acessado 21/08/2017.

NASCIMENTO, J. C. F. **Comportamento mecânico de resíduos sólidos urbanos**. 2007. 160p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos (SP), 2007.

CHERNICHARO, C. A. L; RUTKOWSKI, E. W; VOLSCHAN JUNIOR, I; CASSINI, S. T. A. NUCASE - Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. **Resíduos Sólidos**: projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários - guia do profissional em treinamento-nível 2/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org). Salvador, 2008.

ZANTA, V. M; FERNANDO, J; JUCÁ T; GOMES, H. P; CASTRO, M. A. H. NURENE-Núcleo Regional Nordeste. **Resíduos Sólidos**: projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários - guia do profissional em treinamento-nível 2/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org). Salvador, 2008.

OLIVEIRA, M. B; SILVA, M. S. L. **Latossolos Amarelos**. ÁRVORE DO CONHECIMENTO -Território Mata Sul Pernambucana. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2011. Disponível em < http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7j02wx7ha087apz21f7726p.html> Acessado em 29/08/2017.

OLIVEIRA, F. B; ALVES, M. G; OLIVEIRA, C. H. R. **Determinação e padronização de parâmetros do solo para disposição de resíduos sólidos**. Revista Internacional de Desastres Naturais, Acidentes e Infraestrutura Civil, vol 13, nº 2, 2013. Disponível em < https://www.scipedia.com/wd/images/5/51/Draft_Content_551197808Benda-de-Oliveira_et_al.pdf> Acessado em 29/08/2017.

POSSAMAI, F. P; VIANA, E; SCHULZ, H. E; COSTA, M. M; CASAGRANDE, E. **Lixões inativos na região carbonífera de Santa Catarina: análise dos riscos à saúde pública e ao meio Ambiente**. Revista Ciência & Saúde

Coletiva, vol. 12, janeiro-março, 2007. Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva Rio de Janeiro, Brasil.

REZENDE, F. S; LEITE, M. B. A; CARRIELLO, F. **Áreas potenciais para implantação de aterro sanitário em Ilha Grande – RJ.** Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. João Pessoa (PB), 2015.

ROSA, R. **Geotecnologias na Geografia Aplicada. Revista do Departamento de Geografia.** Uberlândia (SP) 2005. Disponível em: http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/RDG/RDG_16/Roberto_Rosa.pdf. Acesso em: 26/08/2017.

ROSA, R. **Introdução ao Geoprocessamento.** Uberlândia (SP), 2013. Disponível em <http://ceteb.sp.gov.br/posgraduacao/wpcontent/uploads/sites/59/2016/12/Introdu%C3%A7%C3%A3o-ao-Geoprocessamento-Roberto-Rosa.pdf> Acesso em: 26/08/2017.

SANTANA, A L. S; AZEVEDO, D. S. **Programa “O Desafio do Lixo”.** Roteiro Básico de Instrução de Inquérito Civil - 2ª Edição. Ministério Público do Estado da Bahia. Salvador (BA), 2007.

SANTOS, J. V. **A gestão dos resíduos sólidos urbanos: um desafio.** Dissertação (Doutorado) Faculdade de Direito do Largo São Francisco- Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

SANTOS, J. O. **Determinação de áreas aptas para instalação de um aterro sanitário.** Belo Horizonte (MG), 2014.

SANTOS, N. M. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos: estudo de caso no Instituto Butantan.** São Paulo, 2015. Disponível em http://www.butantan.gov.br/cultura/calendario/sema/Documents/13_Disserta%C3%A7%C3%A3o%20de%20mestrado%20Gerenciamento%20de%20residuos%20solidos%20-%20estudo%20de%20caso%20IB.pdf Acessado em 11/07/2017.

SANTOS, J. S; GIRARDI, A. G. **Utilização de geoprocessamento para localização de áreas para aterro sanitário no**

município de Alegrete-RS. Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto- SBSR. Foz do Iguaçu (PR), 2007.

SANTOS, H. G; ZARONI, M. J; ALMEIDA, E. P. C. **Latosolos Amarelos.** ÁRVORE DO CONHECIMENTO- Solos Tropicais. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r58asu5l.html> Acessado 29/08/2017.

SCHALCH, V; LEITE, W. C. A; FERNANDES J. L; CASTRO, M. C. A. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.** São Carlos (SP), 2002. Disponível em<http://www.deecc.ufc.br/Download/Gestao_de_Residuos_Solidos_PGTGA/Apostila_Gestao_e_Gerenciamento_de_RS_Schalch_et_al.pdf> acessado em 10/07/2017.

SCHMIDT, T. **Seleção de área e dimensionamento de aterro sanitário para o Consórcio Público Intermunicipal para Assuntos Estratégicos do G8 – CIPAE G8.** Lajeado (RS), 2016. Disponível em <<http://hdl.handle.net/10737/1405>> Acessado em 16/08/2017.

SECRETARIA DO PATRIMÔNIO DA UNIÃO. **ON – GEADE – 003.** 2001. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/assuntos/patrimonio-da-uniao/legislacao/orientacoes-normativas/orientacoes-normativas-arquivos/pdf/on_geade_03_terrenos_marginais.pdf/view>. Acesso em 01/09/ 2017.

SILVA, N. L. S. **Aterro Sanitário para Resíduos Sólidos Urbanos - RSU – Matriz para seleção da área de implantação.** Feira de Santana- Bahia, 2011. Disponível em <<http://civil.uefs.br/DOCUMENTOS/NORMA%20LA%C3%8DS%20DA%20SILVA%20E%20SILVA.pdf>> Acessado 21/08/2017.

SILVA, M. S. L; OLIVEIRA, M. B. **Argissolos Vermelho-Amarelos.** ÁRVORE DO CONHECIMENTO- Território Mata Sul Pernambucana. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2011. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7k02wx7ha087apz2axe8nfr.html> Acesso 29/08/17.

SIMIÃO, J. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais em uma Empresa de Usinagem sobre o enfoque da produção mais limpa.** 2011. 169

f. Dissertação(Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SãoCarlos, 2011.

SILVA, M. S. L; OLIVEIRA, M. B. **Argissolos Vermelho-Amarelos. ÁRVORE DO CONHECIMENTO-** Território Mata Sul Pernambucana. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2011. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7k02wx7ha087apz2axe8nfr.html> Acesso 29/08/17.

TAVARES, M. C; CARISSIMI, E. **Seleção de áreas para implantação de um aterro sanitário em Porto Velho/RO utilizando geoprocessamento.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE, 3., 2012, Bento Gonçalves – RS. Anais. Disponível em: <<http://www.proamb.com.br/downloads/wz5fma.pdf>>. Acesso em: 04/09/2017.

VAN ELK, A. G. H. P. **Redução de emissões na disposição final.** IBAM - Coordenação de Karin Segala. Rio de Janeiro, 2007.

VELOZO, R. **Caracterização geológico-geotécnica do lixão desativado de SãoCarlos-SP, com auxílio da geofísica.** 2006. 177f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos (SP), 2006.

WALDMAN, M. **Lixo domiciliar brasileiro: modelos de gestão e impactos ambientais.** Boletim Goiano de Geografia. Goiânia (GO), 2013. Disponível em <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337127389002>> Acessado em 02/07/2017.

WEBER, E.; HASENACK, H.; FERREIRA, C.J.S. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação.** Porto Alegre, UFRGS Centro de Ecologia. ISBN 978-85-63843-02-9. Disponível em: <<http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>> Acessado em 17/08/2017.

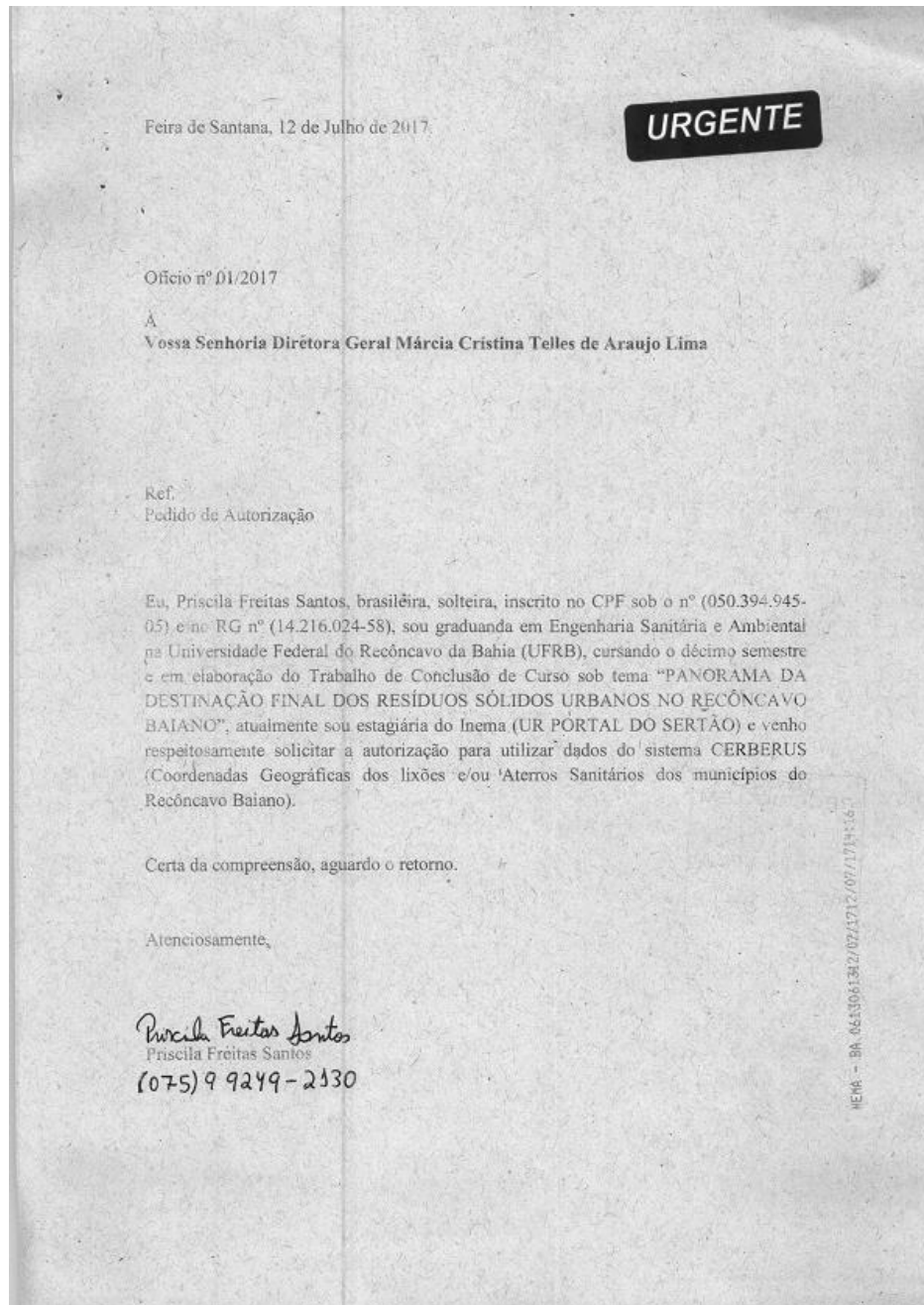
WEBER, E; HASENACK, H. **Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário através de análises em SIG com classificação contínua dos dados.** In: Anais do GIS Brasil, 2004. Disponível em <<http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/Publicacoes/Congressos/2000/W>>

eber_&_Hasenack_2000_Avaliacao_areas_aterro_sanitario_SIG.pdf> Acesso em 04/09/2017.

ZARONI, M. J; SANTOS, H. G. **Vertissolos**. ÁRVORE DO CONHECIMENTO - Solos Tropicais. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_18_2212200611543.html> Acessado em 29/08/2017.

ANEXO A

Anexo A- Autorização do Inema (Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos) para utilização das Coordenadas Geográficas. Vale ressaltar que o título desta pesquisa foi alterado após essa solicitação.



Logad / Dirag

Apoio Administrativo
Assessoria
Carla Christina
Assinatura
Em 18/07/2019
OFIC/2017036996

A DIREG,

Segue ofício para
contratamento e elaboração.

Carla
18/07/19

DIREG
RECEBIDO EM
18 JUL 2019
AS 15:44
Carla Christina

A COPEL

Segue autorização

Carla
18/07/19



A VR PORTAL DO SERTÃO,

Segue para conhecimento da solicitante -
PRISCILA FREITAS SANTOS, quanto ao despacho
da DIREG, autorizando o pedido.

Atenciosamente,


Nº 1108/17