



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E  
MEIO AMBIENTE – PRODEMA  
CURSO DE MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PROTEÇÃO AMBIENTAL E GESTÃO DOS  
RECURSOS NATURAIS

FRANCINIZE DE SOUSA PAULA

**SUBSÍDIOS À IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO: UM ESTUDO DE CASO  
EM BATURITÉ-CE**

FORTALEZA, CEARÁ  
2009

FRANCINIZE DE SOUSA PAULA

**SUBSÍDIOS À IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO: UM ESTUDO DE CASO  
EM BATURITÉ-CE**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRÓDEMA, da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Proteção ambiental e gestão dos recursos naturais/Análise Ambiental

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marta Celina Linhares Sales.

FORTALEZA, CEARÁ  
2009

P347s Paula, Francinize de Sousa  
Subsídios à implantação de aterro sanitário: um estudo de caso em  
Baturité-Ce / Francinize de Sousa Paula, 2009.  
77 f. ; il. color. enc.

Orientadora: Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales  
Área de concentração: Análise Ambiental de Áreas Urbanas  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de  
Ciências, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Fortaleza, 2009.

1. Sistemas de Informação Geográfica 2. Aterro Sanitária I. Sales, Marta  
Celina Linhares (orient.) II. Universidade Federal do Ceará – Programa de  
Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente III. Título

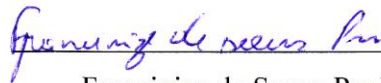
CDD 363.7

## SUBSÍDIOS À IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO: UM ESTUDO DE CASO EM BATURITÉ-CE

Esta Dissertação foi submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que feita de acordo com as normas de ética científica.

Aprovada: 27 de Agosto de 2009



Francinize de Sousa Paula

### BANCA EXAMINADORA



Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Marta Celina Linhares Sales (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará – UFC



Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Elisa Zanella  
Universidade Federal do Ceará - UFC



Prof. Dr. Adeildo Cabral da Silva  
Instituto Federal Tecnológico do Ceará

In memoriam a Francisco Laélio de Paula!!!

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Vilma e José Carlos de Paula por me darem à oportunidade de realizar mais uma etapa da minha vida.

Aos meus irmãos (as), Clara, Neuda, Paulo, Laércio, Nira, Francirene, Aristóteles, Laélío, pela amizade e apoio em vários momentos.

Aos meus adoráveis sobrinhos e sobrinhas: Samuel, Marina, Mariana e Heloíse.

Ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), especialmente ao Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará – UFC.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marta Celina Linhares Sales, pela orientação, compromisso, amizade, atenção.

Ao Prof. Dr. José Gerardo Bezerra de Oliveira (especial), pelo incentivo, paciência, conhecimento, compreensão e apoio imprescindível na construção de mais uma qualificação. Agradeço, também, pela disponibilidade do Laboratório de Zoneamento Ecológico da UFC, onde tive ajuda de custo e fornecimento de todos os equipamentos e materiais necessários para a realização deste trabalho.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vlória Pinto Vidal de Oliveira, pela amizade e a coordenação do PRODEMA – UFC.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Elisa Zanella, pela contribuição essencial na fase de qualificação, norteando a pesquisa.

À Prof<sup>o</sup>. Dr. Adeildo Cabral da Silva, pela sua valorosa participação na qualificação e os conselhos profissionais.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de pesquisa.

À Secretaria de infra-estrutura do município de Baturité-Ce

À minha querida amiga Cecília Daniela, pela disponibilidade de tempo nas minhas visitas de campo e apoio durante todo processo de construção deste trabalho. Agradeço, em especial, ao Ewerton Torres pela sua grandiosa colaboração, ao Daniel Pagliuca, pela sua atenção e disponibilidade de materiais e Aline Nogueira (especial), pela sua colaboração nos cálculos.

Aos meus amigos do Laboratório de Energias Renováveis e Conforto Ambiental - LERCA do CEFET-CE, Laldiane, Joice, Joana, Saulo, Daniel, Karine Rachel, Raquel Soares, Marlene, Glaucineide, Elane, Daniele, entre outros. Agradeço também aos meus amigos do CEFET-CE, Alessandra Bastos, Welington e Delange que me ajudaram na entrega dos questionários e da UECE, Daniele Guerra, Rosilene e Cleuton. Aos meus amigos de turma da UFC: Tiago, Rafael, Maria Cristina, Amanda, Marta, Ana Cristina, Mariana, Laercia, Huáscar, Sávio, Samuel, Marcelo teles, Marcelo Moro, Selma, Jecsan, Fábio.

A todas as outras pessoas, a qual não me referi, mas que certamente também participaram da consolidação dessa conquista.

Deus está aqui neste momento  
Sua presença é real em meu viver  
Entregue sua vida e seus problemas  
Fale com Deus, Ele vai ajudar você

Deus te trouxe aqui  
Para aliviar o seu sofrimento

É Ele o autor da fé  
Do princípio ao fim  
De todos os seus tormentos

E ainda se vier, noite traiçoeira  
Se a cruz pesada for, Cristo estará contigo  
O mundo pode até, fazer você chorar  
Mas Deus te quer sorrindo

Seja qual for o seu problema  
Fale com Deus, ele vai ajudar você  
Após a dor vem a alegria  
Pois Deus é amor e não te deixará sofrer

Deus te trouxe aqui  
Para aliviar o seu sofrimento  
É Ele o autor da fé  
Do princípio ao fim  
Em todos os seus tormentos

E ainda se vier, noite traiçoeira  
Se a cruz pesada for, Cristo estará contigo  
O mundo pode até, fazer você chorar  
Mas Deus te quer sorrindo

Mas Deus te quer sorrindo

Composição: Padre Reginaldo Mazotti



## RESUMO

A presente pesquisa teve como tema *subsídios para a implantação de aterro sanitário*. O seu objetivo consistiu em realizar um estudo de caso sobre a implantação de aterro sanitário no município de Baturité. Para tanto, a metodologia de Mc Harg(1969) utilizada na confecção de mapas temáticos por meio do software *Idrisi*, referentes aos fatores ambientais (Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Recursos Hídricos, Vegetação), seguida de uma reclassificação de características dos mapas a fim de identificar a área mais adequada para a implantação de aterro sanitário, gerando assim, o mapa de aptidão final. Desse modo, os resultados encontrados na pesquisa apresentaram uma área total de 1.475 km<sup>2</sup>, referente à área selecionada respeitando os limites mínimo de 2km da sede Baturité e máximo 15 km; sendo, porém, somente 5,9 km<sup>2</sup> dela, é considerada apta para implantação de aterro sanitário por meio da superposição dos mapas especificados. Conclui-se que a área de estudo de caso não se encontra preparada de forma suficiente para receber a atividade de aterro pois a sua extensão é mínima mesmo apresentando características geoambientais favoráveis. Também o resultado da composição gravimétrica apresentou maior porcentagem para matéria orgânica de 44%. Conclui-se também que há necessidade de 1,5 hectare de área para implantar o aterro sanitário mas, em contrapartida a simulação não aponta essa área toda.

Palavras-chaves: Sistemas de Informação Geográficas, Caracterização Geoambiental, Aterro Sanitário.

## ABSTRACT

The present research it approached as to generate subsidies for implantation of landfills in the Baturité city. For this, the methodology of Ranieri (2000) was used to make thematic maps through of software Idrisi, regarding environmental factors (use of the natural resources, pedology, hydric resources, geomorphology, vegetation, geology). Later, was made a new classification of characteristics of the maps for identify areas more adjusted for implantation of landfills generating the final map of aptitude. In this manner, the results showed in the research presented a total area of  $1.475\text{km}^2$ , regarding the selected area respecting the minimum limits of 2,0 km from the center of the city and maximum limits of 15km, being however only  $5,9\text{km}^2$  of it, that is considered adjusted for implantation of landfills through the overlapping of the specified maps. Concluded, therefore, that the study area is not prepared enough for receive the activity of landfills because the its size is minimum still that presenting favorable geoenvironmental characteristics. In addition, the results of gravimetric composition it got high contents of organic substance justifying the necessity of landfills. However, on the basis of the simulation of the final map of aptitude has little area. Concluded, also, that there is the necessity of 1,5 ha of the area for to implant the landfills but the simulation did not point this area all.

**Key-words:** geographic systems informations; geoenvironmental characterization; landfills.

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

FIGURA 01	Elementos de avaliação de aterro sanitário .....	10
FIGURA 02	Localização da área de estudo.....	24
FIGURA 03	Geologia.....	39
FIGURA 04	Geomorfologia.....	41
FIGURA 05	Precipitação distribuída no município de 1959-1979.....	44
FIGURA 06	Evapotranspiração Real no município de Baturité.....	45
FIGURA 07	Evapotranspiração Potencial no município de Baturité .....	46
FIGURA 08	Índice de umidade no município de Baturité-CE 1959-1979 .....	47
FIGURA 09	Distribuição de Temperatura no município de Baturité-CE de 1959-1979 .....	48
FIGURA 10	Vegetação .....	50
FIGURA 11	Classificação de Solos .....	52
FIGURA 12	Uso da Terra .....	53
FIGURA 13	Potencial de Recursos Hídricos .....	55
FIGURA 14	Relevo e Declividade do município de Baturité-CE .....	56
FIGURA 15	Altimetria a 40 metros .....	57
FIGURA 16	Altimetria a 20 metros .....	58
FIGURA 17	Amostra para ser quarteada.....	59
FIGURA 18	Quarteamento .....	59
FIGURA 19	Mistura de Resíduos .....	60
FIGURA 20	Resíduos Quarteados .....	60
FIGURA 21	Utilização de EPIS.....	60
FIGURA 22	Freqüência da composição Gravimétrica .....	61
FIGURA 23	Mapa de aptidão para Aterro Sanitário.....	67

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 01	Distribuição das chuvas no ano de 1998.....	30
TABELA 02	Ligações de água e esgoto no ano de 1998 – 2000.....	34
TABELA 03	População no ano de 1998 – 2000.....	36
TABELA 04	Composição gravimétrica dos resíduos de Baturité-CE .....	61
TABELA 05	Análise da coleta de lixo em Baturité-CE .....	62
TABELA 06	Estimativa de Produção de Resíduos .....	68

**LISTA DE QUADROS**

QUADRO 01	Cartografia utilizada no Zoneamento Geoambiental do município de Baturité-CE .....	21
QUADRO 02	Características dominantes do Solo .....	33
QUADRO 03	Litologia de acordo com período em Baturité-CE .....	39
QUADRO 04	Caracterização climática dos Postos Próximos de Baturité .....	43
QUADRO 05	Tipos de vegetação .....	49
QUADRO 06	Associação de Solos no município de Baturité-CE .....	51
QUADRO 07	Drenagem e Declividade das Unidades .....	53
QUADRO 08	Potencial de Recursos Hídricos .....	54
QUADRO 09	Frequência de escolaridade .....	64

**LISTA DE GRÁFICOS**

GRÁFICO 01	Percentual do Volume de Lixo no Brasil.....	14
GRÁFICO 02	Tempo de moradia .....	64

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>4</b>
1.1	Sistemas Ambientais .....	4
1.2	Políticas Ambientais.....	4
1.3	Resíduos Sólidos .....	10
1.4	Aterro Sanitário: Forma de Disposição .....	12
1.5	Sistema de Informação para superposição de cartas .....	17
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
2.1	Procedimento Metodológico.....	20
<b>3.</b>	<b>A REGIÃO DO MACIÇO DE BATURITÉ-CE .....</b>	<b>23</b>
3.1	Localização da área de estudo(Baturité-CE) .....	24
3.2	Definição dos meios Físico, Biótico e Antrópico .....	25
<b>4.</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL E SÓCIO-ECONÔMICO DO MACIÇO DE BATURITÉ .....</b>	<b>27</b>
4.1	Geologia.....	27
4.2	Geomorfologia .....	27
4.3	Clima.....	28
4.4	Vegetação.....	31
4.5	Solos.....	32
4.6	Recursos Hídricos.....	33
4.7	APA de Baturité .....	34
4.8	Aspectos Demográficos e Sócio-econômico de Baturité-CE .....	35
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>38</b>
5.1	Caracterização Geoambiental do município Baturité-CE.....	38
5.1.1	Geologia.....	38
5.1.2	Geomorfologia .....	40
5.1.3	Clima.....	41
5.1.4	Vegetação.....	49
5.1.5	Pedologia .....	50
5.1.6	Uso da Terra.....	52
5.1.7	Potencial de Recursos Hídricos .....	54
5.1.8	Relevo.....	55
5.1.9	Altimetria a 40metros .....	56

5.1.10	Altimetria a 20 metros.....	57
6.	<b>CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE BATURITÉ .....</b>	<b>59</b>
6.1	Dimensionamento do Aterro Sanitário.....	65
6.2	Proposta para implantação de Aterro Sanitário em Baturité-CE.....	66
7.	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>69</b>
8.	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>71</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>76</b>



## INTRODUÇÃO

O crescente desequilíbrio ambiental tem colocado em evidência a difícil relação entre o homem e a natureza na época moderna. Com a industrialização e a formação das grandes cidades, é o meio ambiente que vai se tornando alvo dos problemas humanos. Dentre eles, será destacado aqui a destinação dos resíduos sólidos urbanos.

O crescimento progressivo da produção de lixo torna-se uma questão ainda mais preocupante se for considerado o fato de que a sua quantidade total é inferior à quantidade que é disposta na forma adequada de destinação final. No Brasil, por exemplo, é produzido aproximadamente 240 mil toneladas de lixo por dia - (quantidade inferior ao lixo dos EUA (607 t/dia), mas bem superior à de países como a Alemanha (85 t/dia) e a Suécia (10,4 t/dia)<sup>1</sup> - e apenas 10% do total coletado têm como destino final os aterros sanitários. Dentre os resíduos sólidos (lixo) produzidos no Brasil, 76% são jogados nos lixões (amontoados de lixo num terreno, sem nenhum tipo de tratamento) e outros 13% nos chamados “aterros controlados”.

Em termos locais observa-se uma realidade semelhante ao que ocorre com a destinação do lixo no país. No Ceará, Estado brasileiro, existem 236 lixões distribuídos nos 184 municípios ao passo que existem apenas quatro aterros sanitários que são localizados nos municípios de Caucaia, Aquiraz, Maracanaú e Sobral (ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA, 2008).

A escolha do município de Baturité para estudo de subsídios para implantação de aterro sanitário encontra justificativa nos fatos:

1. O município de Baturité não possui aterro sanitário;
2. A Inexistência de estudos sobre caracterização geoambiental
3. A Inexistência de estudos relacionando a simulação de implantação de aterro sanitário por meio da caracterização geoambiental em Baturité
4. A Inexistência de utilizar a ferramenta, geoprocessamento, como simulador de localização de aterro sanitário para Baturité-CE

---

<sup>1</sup>Ver: MEDEIROS, Roberta B. de e ARAUJO, Tomás Edison P. A educação ambiental no enfrentamento da problemática do lixo acesso em : [www.proasnet.com.br](http://www.proasnet.com.br)

Com a falta de todos esses estudos justifica-se essa pesquisa para atingir os objetivos especificados abaixo.

## **OBJETIVO**

A pesquisa teve por objetivo identificar as possíveis áreas adequadas para implantação de aterro sanitário sob a forma de simulação no município de Baturité.

Para tanto, a metodologia utilizada considerou o binômio tipologia-localização de Mc Harg (2000) que parte do princípio da necessidade de identificar, por um lado, as características inerentes ao empreendimento e, por outro, a capacidade de suporte do ambiente para recebê-lo. Também como parte da metodologia adotada, a pesquisa tratou de integrar os fatores geoambientais (formações geológicas, tipos de solos, relevo, hidrografia e uso e ocupação do solo) e suas interações envolvidas no processo de identificação dessas áreas.

Como referencial teórico recorreu-se principalmente aos questionamentos de Bertalanffy (1975), Christofolletti (1999) e Mc Harg(2000).Do primeiro, é relevante a teoria geral dos sistemas, do segundo os Sistemas ambientais e o terceiro a base metodológica interligada ao zoneamento geoambiental.

Da Teoria Geral dos Sistemas, considera-se fundamentalmente o fator de integração entre os componentes naturais com objetivo de saber as diversas interações que ocorrem entre o solo, o clima, a vegetação, os recursos hídricos, a geologia e a geomorfologia, no sentido de contribuir na caracterização da área.

Já os Sistemas Ambientais representam entidades organizadas na superfície terrestre, de modo que a espacialidade se torna uma das suas características inerentes. No campo conceitual e analítico para características surgem duas perspectivas norteadoras: a ecológica e a geográfica. A primeira focaliza as características das comunidades biológicas e seu habitat, enquanto a segunda refere-se á organização dos elementos físicos e biogeográficos no contexto espacial.

O conceito de zoneamento geoambiental refere-se à identificação dos limites e potencialidades da área de estudo que possibilita informar sobre as possibilidades de implantação de aterro sanitário. Isso significa não ignorar as questões do equilíbrio ambiental.

Como resultado, o mapa de aptidão final mostrou que dos 1.475 km<sup>2</sup> de área analisada, somente 5,9 km<sup>2</sup> estão aptos à implantação de aterro sanitário. Para isto, foi necessária a superposição de cartas temáticas por meio dos *softwares Idrisi e Carta Links*.

A pesquisa que se segue está organizada em quatro capítulos: 1) Fundamentação teórica dividida em: Sistemas Ambientais, Políticas Ambientais, Resíduos Sólidos e Aterro Sanitário: Forma de disposição e Sistemas de Informação Geográfica para superposição de cartas; 2) Materiais e Método dividido em: Procedimento metodológico; 3) A região do maciço de Baturité-CE dividida em: Localização da área de estudo e Definição dos meio físico, biótico e antrópico; 4) Caracterização Geoambiental e Sócio-econômico do Maciço de Baturité; 5) Resultados e Discussões divididos em: Caracterização Geoambiental do município de Baturité-CE dividido em: geologia, geomorfologia, clima, precipitação, evapotranspiração real, evapotranspiração potencial, índice de umidade, temperatura, vegetação, pedologia, uso da terra, potencial de recursos hídricos, relevo, altimetria a 40 metros, altimetria a 20 metros; 6) características dos resíduos sólidos do município de Baturité dividido em: Dimensionamento do Aterro sanitário Baturité-CE, proposta para implantação de aterro sanitário em Baturité-CE; 7) considerações finais e 8) referências bibliográficas.

# 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

## 1.1 Sistemas Ambientais

Os sistemas ambientais são os responsáveis pelo fornecimento de materiais e energia aos sistemas socioeconômicos e deles recebem os seus produtos (edificações, insumos, emissões, dejetos, etc.) (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 37). Isto significa que o *meio ambiente* é constituído pelos sistemas que interferem e condicionam as atividades sociais e econômicas, isto é, pelas organizações espaciais dos elementos físicos e biogeográficos (da natureza) (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 37). Portanto a dinâmica desses elementos foi estudada a partir de uma teoria de sistemas.

Esta teoria de sistemas estuda a organização abstrata de fenômenos, independente de sua formação e configuração presente. Ela, também, investiga todos os princípios comuns a todas as entidades complexas, e modelos que podem ser utilizados para a sua descrição e observados na ação sistêmica do meio-ambiente (BERTANLAFFY, 1975).

O conhecimento e a análise dos sistemas naturais compõem a base da planificação do desenvolvimento que visa criar melhores condições e bem-estar para os homens. A compatibilização das políticas de desenvolvimento econômico e as defesas e controle do ambiente constituem o caminho adequado para a promoção do desenvolvimento integrado e sustentado a longo prazo. Nessa perspectiva, a utilização racional do meio natural maximiza os impactos positivos oriundos de um meio organizado e minimiza a ação dos impactos negativos sobre os geossistemas (SOUZA, 2000, p.7).

Para tentar mitigar esses impactos foi necessária a atuação das políticas ambientais.

## 1.2 Políticas Ambientais

As políticas ambientais devem ser entendidas como o conjunto das grandes linhas de orientação em função do cumprimento das legislações ambientais com objetivos e metas direcionados para problemas ambientais e urbanos (SARAIVA E

CORREIA, 2002). Esses objetivos deverão ser coerentes com a política ambiental definida pela organização, tendo como base os temas e ações prioritárias nela definida (SARAIVA E CORREIA, 2002).

A política ambiental é atuante também quando mostra uma das formas de cumpri-la, como por exemplo, forma de disposição de resíduos sólidos. Assim, uma política ambiental seja por meio de regulamentação que estabeleça padrões de lançamento (de emissão, de ocupação e uso do solo e de uso dos recursos naturais em geral), seja por meio de mecanismos econômicos (como a taxação das cargas poluidoras) deve ter como resultado uma qualidade ambiental, quando comparada com a que ocorria caso essa política não fosse implantada.

Desse modo, com a implantação de políticas ambientais, a sociedade passa a obter um ambiente propício a sustentabilidade com características antes impossíveis de serem atendidas. Para esse alcance as leis ambientais induzem a responsabilidade de preservação e conservação do meio ambiente com intuito de limitar os usos dos recursos naturais.

Existe uma vasta legislação de proteção ambiental e de gestão de recursos ambientais, o que poderia parecer suficiente para assegurar a sua preservação ou manejo sustentando. Há, no entanto, necessidade de uma análise profunda dos instrumentos existentes e de sua formulação para que possam conduzir ao desenvolvimento sustentável, assunto muito evidenciado na Conferência Mundial sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente, a ECO-92.

Dentre os diversos assuntos discutidos na ECO-92 e nos encontros ambientais posteriores, um tema relevante está na gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos. Nessa condição, uma das formas de condução para sustentabilidade é a preocupação como o lixo poderá ser destinado corretamente.

Milaré (2001) relata que, inicialmente, uma das preocupações com relação aos resíduos sólidos era sua relação com a saúde humana, como a edição da Lei 2.312, de 03.09.1954 (BRASIL, 1954), que preconiza a coleta, o transporte e o destino final do lixo deveriam ocorrer em condições que não levassem inconvenientes à saúde e ao bem estar público. Essa lei foi regulamentada pelo Decreto 49.974 – A, de 21.01.1961 (BRASIL, 1961), denominado Código Nacional

de Saúde. O mesmo autor enfatiza alguns requisitos legais que se destacam por sua especificidade:

A Resolução CONAMA nº 001, 20 de abril de 1991 (BRASIL, 1991) dispõe “sobre a criação de câmara técnica especial para analisar, emitir parecer e encaminhar ao Plenário do CONAMA proposta de alteração da Portaria MINTAR nº 53/79, no que se refere à natureza dos resíduos gerados no país (DOU de 03.03.91)”.

A Resolução CONAMA Nº 006, de 15.06.1988 (BRASIL, 1988b) que define, no seu Art 20, os empreendimentos que devem necessariamente gerir o destino de seus resíduos.

A Resolução CONAMA Nº 023, de 19.12.1996 (BRASIL, 1996), que dispõe sobre o controle do movimento transfronteiriço de resíduos perigosos (rejeitos), classifica os resíduos em perigosos (classe I), não-inertes (classe II), inertes (classe III), e outros resíduos, que são basicamente os domésticos.

Outra legislação de proteção ambiental é a constituição de 1988 embora tenha sido criada após a lei da Política Nacional do Meio Ambiente. Sabe-se que o artigo nº. 225 da constituição abrange uma responsabilidade mais abrangente do que ao objetivo da Política Nacional do Meio Ambiente. Portanto, embora as legislações ambientais venham surgindo, as alterações são positivas no sentido de limitar mais ainda o uso dos recursos naturais sem exauri-los, em consequência disto possibilita continuidade das políticas públicas ambientais na sua aplicação para a preservação e conservação do meio ambiente.

A Constituição Federal do Brasil de 1988, por exemplo, em seu artigo nº. 225 coloca que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Já a Política Nacional do Meio Ambiente, Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981, em um dos seus objetivos diz que deve haver um controle e zoneamento das atividades potenciais ou efetivamente poluidoras. Para Justificar esse objetivo, o art. 9º da mencionada lei, estabelece 13 instrumentos no qual o zoneamento ambiental é um deles e serve como ferramenta para delimitar uma área, ordenando o território

em níveis de desenvolvimento econômico, social e ambiental bem como em escalas federal, estadual e municipal.

O Zoneamento é uma estratégia metodológica que representa uma etapa do planejamento no qual ocorre uma classificação específica das zonas. Assim o Zoneamento Ecológico-Econômico serve de subsídio para realizar uma das etapas desse planejamento formulando políticas territoriais em todo país voltadas para a proteção ambiental, proporcionando a melhoria das condições de vida da população e a redução dos riscos de perda de capital natural.

Para Santos (2004), esse instrumento estabelece zonas de planejamento a partir de uma avaliação sistêmica dos elementos naturais e socioeconômicos, no qual o resultado é a elaboração de normas de uso e ocupação da terra e de manejo de recursos naturais sob uma perspectiva conservacionista e de desenvolvimento econômico e social. No caso da disposição dos resíduos sólidos, essa sistemática é relevante podendo mitigar os problemas de saúde causados pela inadequada disposição destes resíduos.

Para entender esse vínculo de relação, o planejamento ambiental é compreendido como um planejamento de uma região, visando integrar informações, diagnosticar ambientes, prever ações e normatizar seu uso através de uma linha ética de desenvolvimento. Isso significa que para alcançar o desenvolvimento sustentável, o planejamento ambiental se faz necessário, pois analisa sistematicamente as potencialidades e riscos inerentes a utilização dos recursos naturais para o desenvolvimento da sociedade.

Assim, o desenvolvimento da sociedade está aliado às ações preventivas e corretivas dentro de um município. Portanto há importância do estatuto da cidade para limitar regras e expor seus instrumentos para que cada esfera federal, estadual e municipal se responsabilize em resolver problemas ambientais e urbanos inseridos nos parâmetros das leis.

A política urbana é colocada nesse estatuto como sendo responsável pelo desenvolvimento da cidade e da propriedade urbana seguindo algumas diretrizes. Dentre elas o parágrafo IV, do artigo 2º da Lei nº 10.257, Estatuto da Cidade que diz o seguinte: planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área

de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente.

Desde o início da década de 90 o projeto de lei federal de desenvolvimento urbano denominado "Estatuto da Cidade", tem sido o marco referencial para a instituição da lei que regulamenta o capítulo da política urbana da Constituição Brasileira.

No Parágrafo único do Estatuto da Cidade estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

O Estatuto da Cidade, Lei 10.257, de 10 de julho de 2001, é uma legislação que possibilita o desenvolvimento de uma política urbana com a aplicação de instrumentos de reforma urbana voltados a promover a inclusão social e territorial nas cidades brasileiras, considerando os aspectos urbanos e sociais e políticos de nossas cidades.

No entanto, a simples existência dessa lei não garante a democratização e um maior equilíbrio sócio-ambiental para as cidades brasileiras. Para que isso efetivamente ocorra, é necessário que suas premissas saiam do texto e entrem nas práticas de planejamento e gestão urbana e principalmente sejam incorporadas ao cotidiano dos cidadãos.

Na certeza de que as legislações devam ser respeitadas é preciso que os empreendedores obedeçam às mesmas. Assim, no caso de implantação de aterro sanitário, a tomada de decisão entre esses empreendedores e o órgão estadual, é imprescindível para que respeite os limites impostos pelas leis. Para que isso possa acontecer é necessário licenciar atividades por meio do órgão responsável. Essas licenças são divididas em três, de acordo com a Resolução CONAMA nº. 001 de 1986.

Licença Prévia (LP): concedida na fase preliminar do planejamento da instalação do aterro sanitário, aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos, estudos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases.



Licença de Instalação (LI): autoriza a instalação ou construção de aterro sanitário de acordo com projeto aprovado, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes.

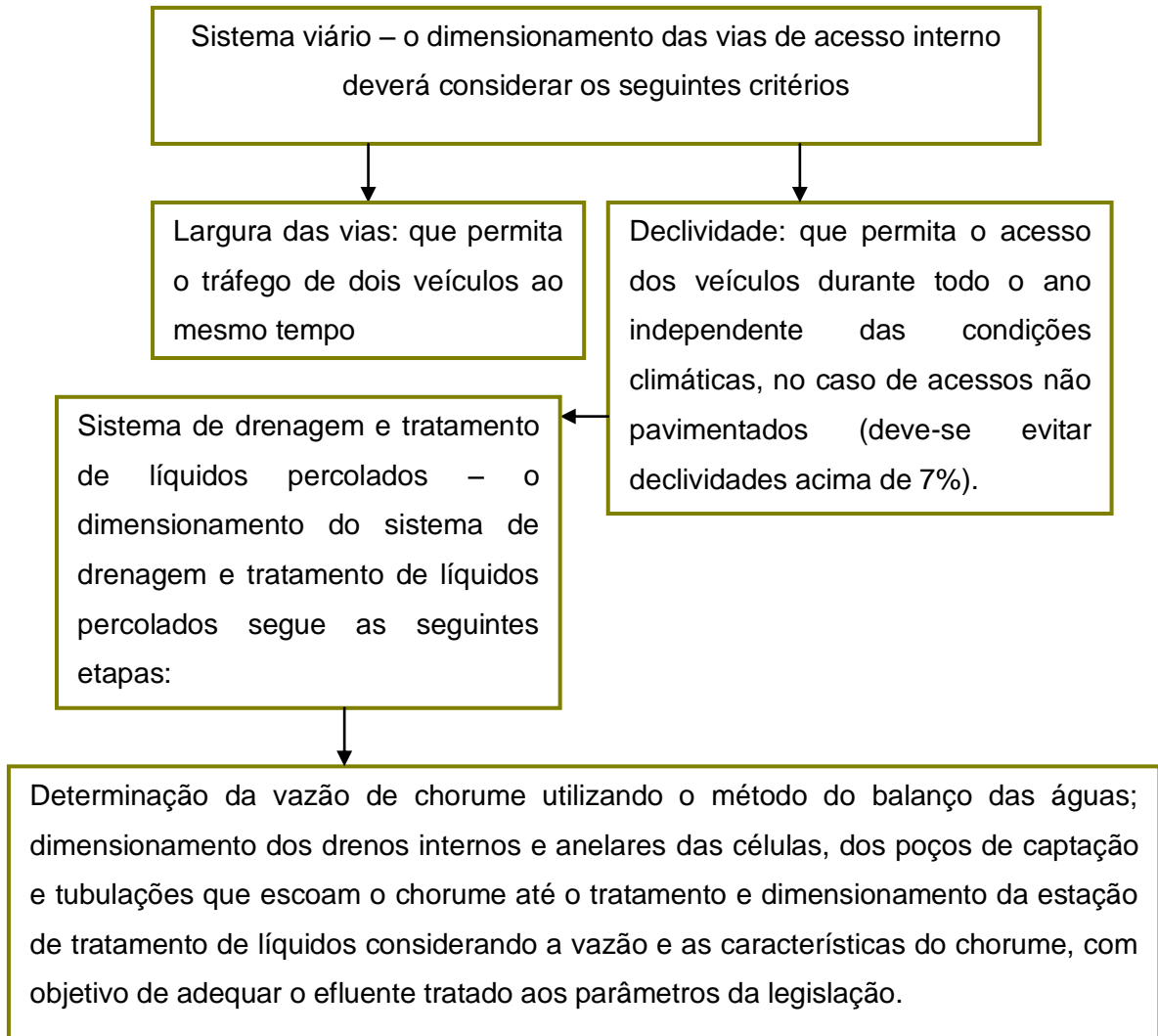
Licença de Operação (LO): autoriza a operação do aterro sanitário, após a certeza do cumprimento das licenças anteriores, com a implementação das medidas de controle ambiental e condicionantes para a operação.

Para dimensionar a estrutura do Aterro Sanitário é preciso avaliar os elementos que compõem o aterro sanitário, de acordo com NBR 8419/92 e a NBR - 13.086/05 da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Esses elementos são descritos abaixo: De acordo com a figura 1.

Movimento de terra – consistirá do dimensionamento do movimento de terra para implantação do aterro, tendo como meta obter um balanço de terra positivo que possibilite a obtenção de terra para a impermeabilização das células e cobertura do lixo no próprio sítio;

Células de aterramento – as células de aterramento serão as unidades onde o lixo será disposto (deverá ser evitada a existência de lixo com idades diferentes na mesma célula), devendo ser dimensionadas para períodos de utilização inferiores a 2 anos (as células de aterramento devem ser delimitadas pelo sistema viário)

Sistema de drenagem de águas pluviais – o sistema de drenagem de águas pluviais tem como objetivo a proteção dos taludes, da cobertura final, do sistema viário e a redução na geração de chorume (o dimensionamento do sistema de drenagem de águas pluvial deverá utilizar método adequado para a determinação das vazões do projeto das canaletas e tubulação).



**FIGURA 1: elementos de avaliação de aterro sanitário**

Fonte: BRASIL, 1992

### 1.3 Resíduos Sólidos

O art. 2º, da Lei 13.103 de 24 de janeiro de 2001 conceitua Resíduos Sólidos - qualquer forma de matéria ou substância, no estado sólido e semi-sólido, que resulte de atividade industrial, domiciliar, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços, de varrição e de outras atividades humanas, capazes de causar poluição ou contaminação ambiental(CEARÁ, 2001).

Os resíduos sólidos obedecerão à seguinte classificação de acordo com sua origem. O Art. 3º nos termos desta Lei.

- a) Resíduos Urbanos - os provenientes de residências, estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, da varrição, de podas e da limpeza

de vias, logradouros públicos, de sistemas de drenagem urbana e tratamento de esgotos, os entulhos da construção civil e similar;

- b) Resíduos Industriais - provenientes de atividades de pesquisa e transformação de matérias-primas e substâncias orgânicas e inorgânicas em novos produtos, por processos específicos, bem como os provenientes das atividades de mineração, de montagem e aqueles gerados em áreas de utilidades e manutenção dos estabelecimentos industriais;
- c) Resíduos de Serviços de Saúde - os provenientes de atividades de natureza médicas assistencial, de centros de pesquisa e de desenvolvimento e experimentação na área de saúde, bem como os remédios vencidos e/ou deteriorados requerendo condições especiais quanto ao acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final, por apresentarem preciosidade real ou potencial à saúde humana, animal e ao meio ambiente;
- d) Resíduos Especiais - os provenientes do meio urbano e rural que pelo seu volume, ou por suas propriedades intrínsecas exigem sistemas especiais para acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final, de forma a evitar danos ao meio ambiente;
- e) Resíduos de Atividades Rurais - provenientes da atividade agrosilvipastoril, inclusive os resíduos dos insulmos utilizados nestas atividades;
- f) Resíduos de Serviços de Transporte - decorrentes da atividade de transporte e os provenientes de portos, aeroportos, terminais rodoviários, ferroviários, portuários e postos de fronteira;
- g) Rejeitos Radioativos - materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados de acordo com a norma da Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN, e que sejam de reutilização imprópria ou não prevista, observado o disposto na Lei nº 11.423, de 08.01.88.

A Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007 define saneamento básico como sendo o conjunto de serviços, infra-estruturas e instalações operacionais de limpeza

urbana e manejo de resíduos sólidos, um dos serviços. Dentre esse manejo está o tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas (BRASIL, 2007).

Quanto à destinação final de resíduos sólidos existem outras formas de disposição tais como:

A compostagem é a transformação dos resíduos orgânicos presentes no lixo, através de processos físicos, químicos e biológicos, em material biogênico mais estável e resistente, que tem como resultado final “o composto”, excelente condicionador orgânico dos solos.

A incineração é um processo de redução de peso (em até 70%) e de volume (em até 90%) do lixo através de combustão controlada, de 800 a 1000°C.

A Pirólise recuperação de energia através de decomposição química por calor na ausência de oxigênio; A biodigestão (conversão biológica do lixo com recuperação de energia); decomposição ou transformação de matéria orgânica, por ação de microrganismos, em substâncias mais estáveis; Aproveitamento de lixo como alimento face aos riscos envolvidos- contaminação, por exemplo, é fundamental um controle rigoroso dos processos): aquicultura, o cultivo de algas com lixo e lodo de esgoto; na recuperação de ração animal.

O aterro sanitário é a forma de disposição, abordada nessa pesquisa, como método que exige estudos mais aprofundados porque é necessário selecionar a área tanto com ferramentas de geoprocessamento como técnica manual e cuidados, envolvendo sua operação e monitoramento.

#### **1.4 Aterro Sanitário: forma de disposição**

O Aterro sanitário, segundo a norma ABNT NBR 8419/1984, é uma técnica aplicável à disposição de resíduos sólidos urbanos no solo sem que se cause danos à saúde pública e à sua segurança, cujos impactos ambientais sejam minimizados.

Segundo (RUSSO, 2005) a produção de resíduos sólidos apresenta grandes disparidades, variando tanto em nível dos vários países do mundo, como, dentro de cada país, de região para região onde a assimetria é evidente. Em 2003, a produção média de resíduos na União Europeia (UE) era de 1.6 kg/hab/dia; nos EUA há

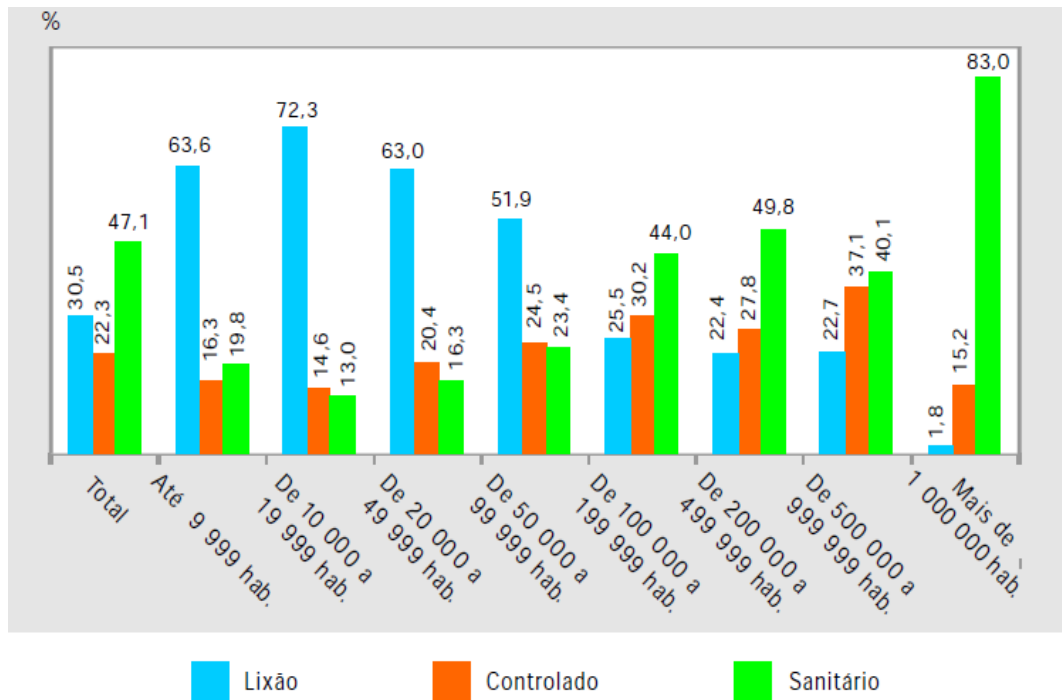
regiões cuja produção ronda os 3 kg/hab/dia, tal como no Japão. Os países mais pobres têm uma produção muito menor (0,35 – 0,45 kg/hab/dia).

As unidades de tratamento de resíduos sólidos cadastradas no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento totalizam 714, sendo 216 delas unidades de disposição em solo, ou seja, aterros sanitários (39,4%), aterros controlados (32,4%) ou lixões (28,2%). O destino final da massa coletada por 135 das 216 unidades de disposição em solo, que totaliza 11,7 milhões de toneladas, se dá em maior parte em aterros sanitários (61,4%), seguidos por aterros controlados (25%) e lixões (13,6%), considerado um bom resultado (SNSI, 2008).

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico fornece dados que permitem conhecimento detalhado sobre a questão da limpeza urbana em todos os municípios brasileiros em dado momento, mas não assegura que a qualidade, boa ou má, dos serviços, esteja consolidada, mesmo em curto prazo. Um aterro sanitário pode se transformar em um lixão em questão de dias, bastando que os equipamentos ali alocados não estejam mais disponíveis. A redução ou o colapso do fluxo de recursos para o sistema de coleta de lixo, por exemplo, poderá prejudicar a situação de salubridade de uma cidade de um momento para outro (PNSB, 2000).

A quase totalidade das avaliações feitas sobre a situação da limpeza urbana no Brasil com base nos resultados da PNSB - 2000 referem-se a três parâmetros principais, nos quais nessa pesquisa só foi explorada o peso dos resíduos coletados ou recebidos nos locais de destinação final.

O gráfico 1 mostra a situação de destinação final do lixo coletado no Brasil, em peso, bastante favorável: 47,1% em aterros sanitários, 22,3% Oferta dos serviços de saneamento básico em aterros controlados e apenas 30,5% em lixões, ou seja, mais de 69% de todo o lixo coletado estaria tendo um destino final adequado em aterros sanitários e/ou controlados (PNSB, 2002). Todavia, na maioria dos municípios relacionados com quantidade de habitantes o resultado é insatisfatório porque 63,6% utilizam lixões e 32,2%, aterros adequados (13,8% sanitários, 18,4% aterros controlados), sendo que 5% não informaram para onde vão seus resíduos lançados sendo que de forma adequada era de apenas 10,7%.



**GRÁFICO 1: Percentual do volume de lixo coletado por destino final no Brasil**

Fonte: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2000.

Segundo dados do Instituto dos Resíduos (INR), referentes a 2003, Portugal, por exemplo, produzia em média cerca de 1210 g/hab/dia de resíduos sólidos urbanos, dos quais, cerca de 58% são orgânicos biodegradáveis (fermentáveis – restos alimentares e verdes de jardins; e papel e cartão). A maior parte dos Resíduos Sólidos Urbanos é tratada por confinamento em aterro sanitário (74%) ou por incineração (cerca de 20%) (RUSSO, 2005).

De qualquer forma, nota-se uma tendência de melhora da situação da disposição final do lixo no Brasil nos últimos anos, que pode ser creditada a diversos fatores, tais como: (Fonte: PNSB, 2000)

- maior consciência da população sobre a questão da limpeza urbana;
- forte atuação do Ministério Público, que vem agindo ativamente na indução a assinatura, pelas prefeituras, dos Termos de Ajuste de Conduta para recuperação dos lixões, e na fiscalização do seu cumprimento;
- a força e o apelo popular do programa da UNICEF, Lixo e Cidadania (Criança no Lixo, Nunca Mais) em todo o Território Nacional;

- aporte de recursos do governo federal para o setor, através do Fundo Nacional de Meio Ambiente; e
- apoio de alguns governos estaduais.

Por exemplo, 63% do peso dos resíduos gerados no Estado do Ceará é destinado aos Aterros. Muitos deles são definidos como aterros sanitários. - Muitos dos aterros designados como sanitários não possuem nenhum tratamento de efluentes, por isso deveriam considerar-se como aterros controlados. - 85% dos municípios destinam seus resíduos a lixões a céu aberto. - Na maior parte dos lixões não é realizado nenhum tratamento posterior à eliminação, embora em vários casos seja feita à compactação e queima a céu aberto dos resíduos (PROINTEC-CADIC, 2005).

Devido a poucos aterros sanitários no estado do Ceará e o aumento desproporcional da geração de resíduos sólidos, observa-se a necessidade de estudar formas de subsídios para implantação de aterro sanitário. Desse modo, caracterizar locais e os seus resíduos contribuem para atingir parte desse objetivo.

Nessa pesquisa foi necessário considerar os fatores naturais do meio físico que possam ter influência na escolha dos possíveis locais para implantação de aterro sanitário, objetivo da pesquisa.

Segundo Mota (1995) a cobertura vegetal, reguladora de fluxo natural da água, sendo suprimida provoca maior escoamento superficial da água, a erosão do solo, o assoreamento de mananciais, o aumento das vazões de escoamento (enchentes), menor recarga de aquíferos, redução da evapotranspiração, alterações no microclima.

Mota (1995) também diz que o tipo de solo e as características geológicas podem influir, sob vários aspectos: na infiltração e percolação de esgoto; na erosão do solo.

Segundo Mota (1974) a localização do aterro com relação aos recursos hídricos da área, contribuirá para maior ou menor facilidade da poluição dos mesmos pelo lixo. A localização de coleções de água em áreas situadas abaixo do aterro favorecerá o carreamento do lixo e a percolação de água de infiltração para estes recursos hídricos. Já nas áreas baixas, poderá permitir que grande quantidade

de água fosse acumulada sobre sua superfície, resultando numa maior quantidade de água a ser infiltrada.

Para Mota (1974) é necessário que se conheça o ciclo hidrológico já que a água faz parte desse ciclo. Nesse ciclo estão incluindo as etapas pelas quais a água passa. Por exemplo, a precipitação tem importância na escolha do terreno para aterro sanitário porque dependendo do volume de água precipitado na área escolhida, o mesmo poderá saturar-se com menos ou mais rapidez, ocasionando assim, a partir da infiltração, a formação do líquido percolado.

Para Mota (1974) a água infiltrada resulta da precipitação, de cursos ou reservatórios de água, ou ainda excesso de irrigação. Este autor revela que a água subterrânea, através da percolação, pode emergir superficialmente, formando as fontes. Já no caso da evaporação depende muito das condições climáticas. A transpiração é o processo pelo qual a água é transferida para a atmosfera, pelas plantas, sob a forma de vapor d'água. Isso influi bastante no tipo de cobertura vegetal do solo. No entanto, os fatores geológicos e hidrológicos estão intimamente relacionados, se por um lado, as condições hidrológicas fornecem a água, os fatores geológicos (camadas subterrâneas) governam sua distribuição e movimento.

Mota (1974) relata que as características geológicas das camadas subterrâneas têm grande influência tanto na formação de coleções de águas subterrâneas, como no movimento das águas através destas camadas. Estas são importantes para a determinação do nível do lençol freático d'água subterrânea e também vão influir na capacidade de movimento dos líquidos percolados em um aterro, e na sua purificação. É necessário também, determinar a profundidade em que se encontra a água subterrânea, a qual determinará a profundidade do aterro. A permeabilidade do tipo de solo do aterro é importante fator com relação a penetração da água. Solos com maior coeficiente de permeabilidade favorecerão a movimentação de líquidos de percolação, que atingirão distâncias maiores em maior quantidade e menor tempo. Os solos argilosos poderiam ser recomendados, pois assim seria bastante reduzida a quantidade de água que penetraria no aterro, para a formação do líquido de percolação.



## 1.5 Sistemas de Informação Geográficas para superposição de cartas

As tecnologias de computação estão cada vez mais presentes nas técnicas de geoprocessamento. Isso ocorre devido a utilização destas como ferramenta importante para tratamento de imagens que permite a confecção de cartas.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são programas de computador destinados à integração de diferentes dados temáticos de uma mesma área de estudo e visam aprimorar processos decisórios de cunho especial, atualizados e confiáveis (MOTA, 2003). Cada tema é associado a uma tabela de um banco de dados, onde cada identidade é representada por linha e seus atributos são representados por colunas (DOMINGOS & MORAIS, 2005).

A técnica de superposição ("overlay") de mapas temáticos, cada um com informação específica de cada área do conhecimento, já era conhecida dos geógrafos para uso em geo-política, uso do solo e saúde. Entretanto, somente em 1950, esta técnica foi formalmente descrita com a publicação na Inglaterra do livro "Town and Country Planning Textbook", no qual Jaqueline Tyrwhitt analisa os problemas de ajuste de escala, e utilização de objetos cartográficos como referência para garantir a precisão da superposição. Em 1959, Waldo Tobler desenvolve o primeiro modelo conceitual para tratamento de cartografia computadorizada: o MIMO ("map in/ map out"), que possuía três elementos ainda hoje presentes: criação, manipulação e apresentação de mapas. O primeiro Sistema de Informação Geográfica - SIG (Geographic Information System - GIS) foi implementado no Canadá em 1962, denominado Canadian Geographic Information System (CGIS), com o objetivo de realizar um inventário de terras em âmbito nacional, envolvendo diferentes aspectos sócio-econômicos e ambientais. Constitui-se, neste ano, a "Urban and Regional Information System Association - URISA" (LINS & FILHO, 2008).

Em 1964, o Serviço de Saúde Pública dos EUA, automatiza a Divisão de Fornecimento de Água e Controle da Poluição, superpondo dados de diferentes órgãos como qualidade de água, cursos, processos e localização de tratamento. Ainda em 1964, desenvolve-se o primeiro SIG para gerenciamento dos recursos naturais, no Serviço Florestal dos EUA. Estabelece-se o Harvard Lab for Computer Graphic and Spatial Analysis. Em 1966 foi desenvolvido a primeira aplicação de cartografia computadorizada, concluída no Harvard Lab: o SYMAP ("Synagraphic

Mapping System"). Em 1968, o Departamento de Censo dos EUA desenvolve o DIME (Dual Independent Map Encoding) para a representação digital das redes de estradas e zonas censitárias. Este sistema baseou-se na codificação de nós (interseção de ruas) e de áreas (quarteirões). Introduziu características para análise topológica, através da duplicidade da representação de cada segmento de rua, tanto como conexão entre nós quanto como fronteira entre áreas. Os conceitos do DIME constituem a base da moderna estrutura vetorial adotada em SIGs como o ARC/INFO (LINS & FILHO, 2008).

Em 1969 foi fundado o Environmental Systems Research Institute ESRI, na Califórnia, que se dedicou, na década de 70, ao desenvolvimento de um plano de reconstrução da cidade de Baltimore, Maryland, e à localização de um novo centro da Mobil Oil na Virginia. Em 1981, a ESRI lançou o primeiro produto comercial: o ARC/INFO, projetado para rodar em minicomputadores, e em 1986 desenvolveu a versão PC ARC/INFO. Em 1991 a ESRI lançou uma versão desktop SIG mais barata e fácil de usar: o Arc View GIS, assim como o ArcData Program, para prover uma grande variedade de dados de alta qualidade e fáceis de usar, compatíveis com seus softwares. Em 1992 criou o ArcCad, que permitiu integrar as tecnologias do SIG e do CAD. Em 1996 lançou o ARC/INFO para Windows NT, e adquiriu o Atlas GIS, utilizado por usuários interessados apenas na análise e visualização dos dados geográficos. ARC/INFO é hoje o software líder no mercado mundial (LINS & FILHO, 2008).

As tecnologias dos SIGs têm sido utilizado nas entidades reais dos fatores ambientais considerados de interesse (geologia, geomorfologia, recursos hídricos, vegetação, solo, etc.) por meio de elementos gráficos fundamentais: pontos, arcos ou linhas, polígonos. Assim, nesse trabalho, para entrada, manipulação e saída de dados geográficos, foram utilizados os *softwares* Carta links e Idrisi 32 (ambos desenvolvidos pela Clark University, do estado de Massachusetts, EUA).

O Idrisi foi constituído pelos seguintes módulos: classificação de sistemas, apresentação cartográfica, digitalização de mapas, gerenciamento e banco de dados, análise geográfica, processamento de imagens e análises estatísticas (LORENTZ *et al.* 1996).

O software Idrisi junto com Carta Links permite confeccionar mapas temáticos. Assim com o material cartográfico em formato analógico (papel) adquirido

é digitalizado em mesa digitalizadora, utilizando os arquivos exportados da Carta Links para Idrisi, obtendo-se planos de informação em formato vetorial para cada um dos fatores considerados. Esses arquivos vetoriais são transformados no Idrisi para formato Raster no sentido de obter cartas georreferenciadas (RANIERI *et al.*, 2002).

Nessa pesquisa o método utilizado é o da superposição de mapas que consiste no tratamento da confecção de mapas temáticos relativos aos fatores ambientais expostos. Portanto, com as cartas obtidas pode-se fazer o cruzamento automático e informatizado dos valores de estado atribuídos a esses fatores identificando os níveis ou categorias de restrição ou aptidão.

Este método contribuiu para subsidiar na implantação de aterro no município de Baturité-CE, propósito dessa pesquisa.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Procedimentos Metodológicos**

Esta pesquisa é de natureza quantitativa e qualitativa, tendo por base a metodologia adaptado de Mc Harg (2000) que tem o propósito de identificar áreas propícias à implantação de aterro sanitário subsidiada pela caracterização geoambiental e de resíduos sólidos no local de estudo.

Essa metodologia define as melhores áreas para uso potencial da terra e da convergência de todos ou quase todos esses fatores considerados adequados para uso na ausência de outras circunstâncias negativas. As áreas que esta norma se reúnem estimam intrinsecamente adequada para uso da terra considerada.

Ela também centra-se em estabelecer que os fenômenos naturais são processos dinâmicos inter-relacionados que correspondem as leis e oferecem tanto oportunidades quanto limitações para sua utilização por parte do homem. Para Macharg, estes fenômenos são passíveis de valoração aos processos naturais podem ser interpretados, atribuindo-lhes valores, abrindo a possibilidade de uma resposta racional ao sistema de valores de uma sociedade (MCHARG, 2000).

Para a elaboração deste estudo foi realizada pesquisa exploratória e o procedimento metodológico a seguir:

I - fundamentação teórica;

Teve como base artigos, publicações, livros, entre outros sobre os seguintes temas; sistemas ambientais, políticas ambientais, resíduos sólidos e aterros sanitários e sua forma de disposição.

II - aquisição de cartas-base;

Dados	Fonte	Escala	Projeção	Extensão do Dado
Mapa do Estado do Ceará	SEPLAN	1:500.000	Coordenada Geográfica	Carta
Mapa de geologia	Radam Brasil	1: 100.000	Coordenada Geográfica	Digital
Mapa de Geomorfologia	Radam Brasil	1: 100.000	Coordenada Geográfica	Digital
Mapa de Recursos Hídricos	Radam Brasil	1:100.000	Coordenada Geográfica	Digital
Mapa de Vegetação	Radam Brasil	1: 100.000	Coordenada Geográfica	Digital
Mapa de Solo	Jacomine	1:600.000	Coordenada geográfica	carta

**QUADRO 1: Cartografia utilizada no Zoneamento Geoambiental do Município de Baturité-CE**

Fonte: Adaptado de FUNCEME, 2007

O levantamento das cartas-base foi realizado com fonte no projeto RADAMBRASIL (1981) e estudos de JACOMINE (1973).

III - digitalização das cartas-base e confecção de mapas temáticos;

A digitalização das cartas-base foi realizada com o auxílio do software *CARTALINKS* no Laboratório de Zoneamento Ecológico Econômico da Universidade Federal do Ceará.

A confecção dos mapas temáticos foi realizada com o auxílio do software *Idrisi 32* e foram utilizados os seguintes documentos geocartográficos mostrados no Quadro 2 - cartografia utilizada no Zoneamento Geoambiental do Município de Baturité-CE.

IV - superposição dos mapas temáticos por meio do software *Idrisi 32*;

Com as cartas (Uso dos recursos naturais, Pedologia, Recursos Hídricos, Rodovia e Geologia) obtidas, foi realizado o cruzamento automático e informatizado dos mapas atendendo os valores de estado atribuídos à categoria e identificando os níveis de restrição ou aptidão. Este método contribuiu para subsidiar a identificação de uma área para implantação de aterro no município de Baturité.

#### V - visitas de campo e aplicação de questionários;

Foram realizadas duas visitas de campo respectivamente nos dias: 21 de abril de 2008 e 11 de novembro de 2008, com o objetivo de fazer a composição gravimétrica dos resíduos sólidos do município de Baturité.

Foram aplicados quarenta (40) questionários representado em 100% para a análise do sistema de disposição de Lixo no município de Baturité/CE, baseados na metodologia de MARANCONI *et al* (2005). Essa aplicação foi distribuída entre os 15 bairros proporcionalmente pelo tamanho da população da cidade de Baturité.

#### VI - identificação de áreas para implantação de aterro sanitário;

Com a metodologia de superposição, foi gerado um mapa de aptidão final para que pudesse identificar áreas possíveis de localização para implantação de aterro sanitário no município.

#### VI- Dimensionamento da área para aterro sanitário

Para realizar o dimensionamento foi necessário primeiramente dimensionar o aterro sanitário no período de vinte e um anos e posteriormente gerar mapa de aptidão baseada nas cartas temáticas reclassificadas com características propícias para essa atividade.

### **3 A REGIÃO DO MACIÇO DE BATURITÉ**

A Região do Maciço era constituída inicialmente pelo município de Baturité, sendo pouco a pouco dividido a partir da fundação dos demais municípios. Sendo que Baturité foi fundado em 1763 (IPLANCE, 1998).

A sede é uma cidade histórica, uma das primeiras vilas do Ceará-Colônia, a Vila Real de Monte Mor, fundada em 14 de abril de 1764. O nome atual foi adotado em 1830, e em tupi significa "serra verdadeira". É uma das regiões mais pluviométricas do Estado, com mais de 1000 mm/ ano. O fundador de Baturité foi nomeado Capitão-Mor, responsável pela ordem pública, podendo ser considerado a primeira Autoridade Policial de Baturité. Sua população com base no IBGE - Censo 2006 é de 29.861 habitantes, sendo 20.846 pertencentes à zona urbana e 9.015 pertencentes à zona rural.

O maciço de Baturité é formado por 13 municípios mas apenas oito estão localizados na serra de Baturité: o município do mesmo nome, Guaramiranga, Pacoti, Mulungu, Aratuba, Palmácia, Redenção e Capistrano. O município de Baturité, encontra-se distante 80 Km de Fortaleza, situa-se na Microrregião de Baturité, possuindo uma área total de 308,78 Km<sup>2</sup>.. Baturité é originária de uma Aldeia dos índios Jenipapos e Canindés, chamada Aldeia "Comum", por ser comum às duas tribos com um só chefe, o Cacique Jenipapo, já batizado, Miguel da Silva Cardoso (SEINFRA, 2008).

### 3.1 Localização da Área de estudo (Baturité-CE)

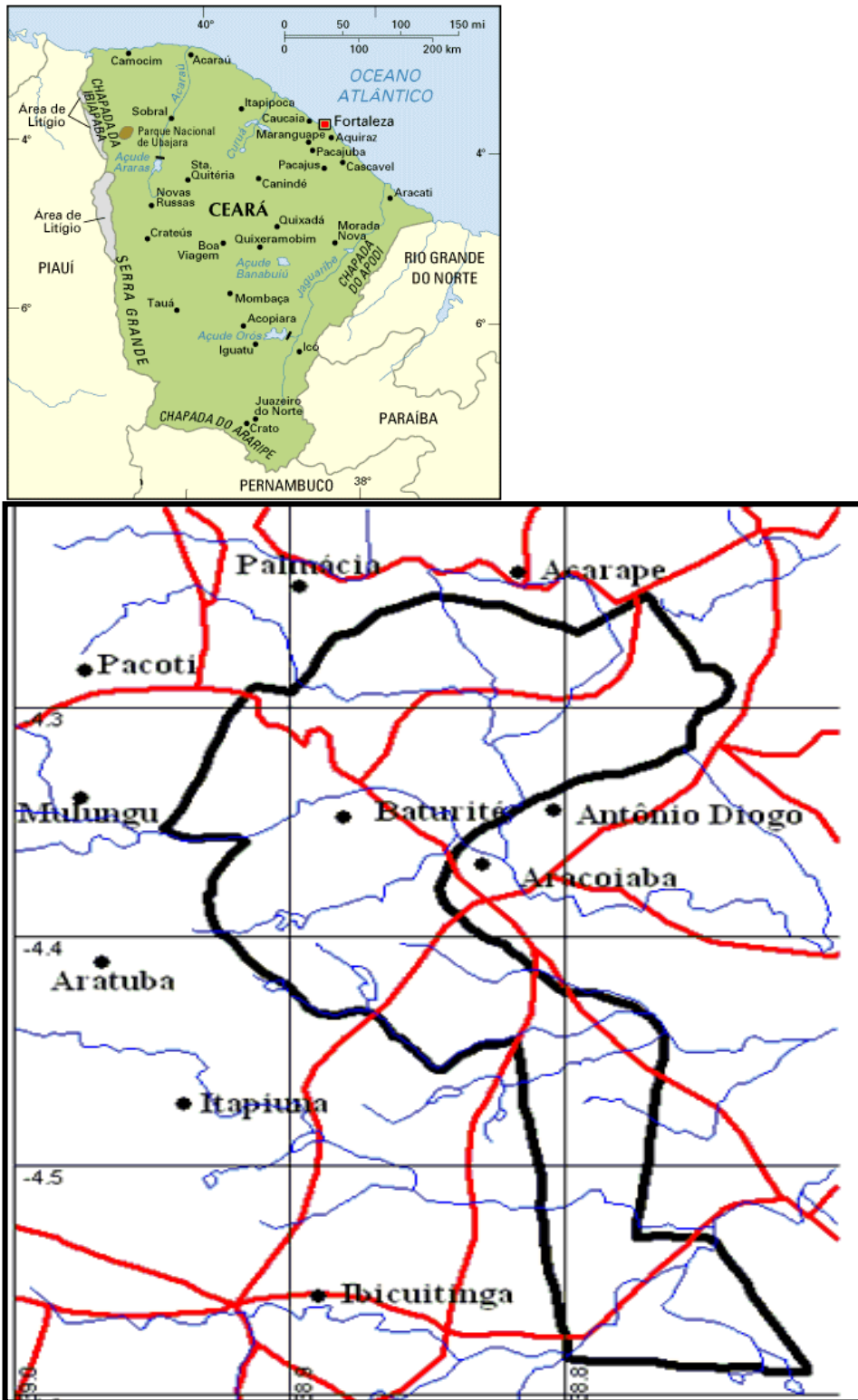


FIGURA 02: Localização da área de estudo  
 Fonte: [www.ceara.com.br/cepg/mapa\\_ceara](http://www.ceara.com.br/cepg/mapa_ceara)



### 3.2 Definição dos meios físicos, biótico e antrópico

Os estudos ambientais envolvem uma descrição preliminar dos aspectos ambientais estudando a definição dos meios físico, biótico e antrópico. Após essa definição foi necessário caracterizar a área do maciço de Baturité baseado nos fatores geoambientais para relacionar os mesmos com as possíveis áreas de implantação de aterro sanitário mitigando os impactos que podem ocorrer com essa atividade.

#### Meio Físico

- ❖ Recursos Hídricos: consiste na definição da bacia hidrográfica onde o empreendimento será localizado, na descrição do uso da água na bacia e a determinação da distância até o curso d água mais próximo. Estes itens deverão ser considerados nos levantamentos a serem efetuados.
- ❖ Pedologia: consistirá na identificação das características e distribuição dos solos na região, com objetivo de avaliar a ocorrência de tipos de solos mais apropriados como material de empréstimo.
- ❖ Geologia e Geotécnica: consistirá do levantamento da formação geológica, da espessura do solo, permeabilidade, capacidade de carga, condições de estabilidade do maciço, processos de dinâmica superficial (erosão, escorregamento, etc...) e disponibilidade de material de empréstimo, os quais deverão estar consistentemente explicitados.
- ❖ Hidrogeologia: consistirá da determinação de parâmetros que se relacionam com o comportamento da água subterrânea, tais como:
  1. A profundidade do lençol freático;
  2. Padrão de fluxo subterrâneo;
  3. Qualidade das águas subterrâneas;
  4. Riscos da contaminação.

## **Meio Biótico**

A caracterização do meio biótico consistirá do levantamento da fauna e flora (biota) locais.

- ❖ Fauna: consistirá na identificação das espécies existentes na área do aterro e nas proximidades, às quais deverão ser explicitadas em denominações: nome científico e nome vulgar;
- ❖ Flora: consistirá na identificação das espécies existentes na área do aterro e nas proximidades e efeitos da sua supressão se for o caso, às quais deverão ser explicitadas em denominações: nome científico e nome vulgar.

## **Meio Antrópico**

A caracterização do meio antrópico consistirá do levantamento de aspectos sociais e demográficos da população que será atendida pelo aterro, avaliando aspectos como:

- ❖ Crescimento demográfico
- ❖ Educação
- ❖ Saúde
- ❖ Renda
- ❖ Saneamento

Após o estudo dos aspectos ambientais se faz necessário, também, caracterizar a área, avaliando as vertentes tais como: a) geologia, b) geomorfologia, c) clima, d) vegetação, e) Pedologia, f) geomorfologia e g) geologia, enfim, tudo que influência no meio ambiente. Essa caracterização proporciona identificar as potencialidades e limites da área em estudo bem como comprova a integralização dos sistemas nas unidades geoambientais identificadas.

## **4 CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL E SÓCIO ECONÔMICO DO MACIÇO DE BATURITÉ**

### **4.1 Geologia**

De acordo com RADAMBRASIL (1981), a posição estratigráfica do complexo nordestino, juntamente com outras áreas cristalinas, posiciona-se como substrato das seqüências supracruciais. Sob o aspecto estrutural, o pré-cambriano cearense apresenta-se compartimentado em blocos intercalados por lineações extensas.

A região do maciço de Baturité é formado por rochas do embasamento cristalino do pré-cambriano, ocorrendo eventualmente depósitos sedimentares quaternários, de natureza colúvio-aluvial, recobrando pequenas depressões alveolares (OLIVEIRA & ARAÚJO, 2007). Essa área apresenta um nítido domínio dos tipos migmatitos, granitos e gnaisses. (CAVALCANTE, 2005).

O termo migmatitos têm como constituintes minerais o quartzo, microclínio e plagioclásios associados a bitotitas e outros minerais acessórios. Os gnaisses que têm maior freqüência na área da serra são as bitotita-gnaisse. Apresentam tonalidade de cinza-clara e cinza-escuro e textura bem orientada, com granulação fina e média equigranular. Os calcários cristalinos ocorrem em formas de lentes descontínuas, com afloramentos abaixo do nível de 600m. As rochas calcissilicatadas apresentaram-se através de lentes encaixadas nos gnaisses e migmatitos, compondo-se, principalmente, de feldspato, quartzo e minerais máficos (OLIVEIRA & ARAÚJO, 2007).

### **4.2 Geomorfologia**

O maciço de Baturité é marcado por tectonismo intenso. As zonas de cisalhamento, fraturamentos, dobramentos e falhamentos dispersos por toda a área condicionam ao lado dos outros fatores, as condições de uma morfologia fortemente acidentada e têm reflexos no modo de organização da rede fluvial. As condições geomorfológicas dependem de influências litológicas e estruturais pretéritas, dos

mecanismos de flutuações climáticas quaternárias e dos processos subordinados. (FUNCEME, 2007).

Esse local apresenta dissecação pronunciada derivada de forte entalhe executado pela drenagem superficial. Trata-se de uma rede excessivamente ramificada e com padrão dendrítico cujos cursos d'água desenvolvem perfis longitudinais com elevados gradientes e perfis transversais estreitos (FUNCEME, 2007).

As condições geomorfológicas influenciam através dos perfis longitudinais e transversais dos rios. A velocidade do fluxo hídrico ou a retenção da água, assim como as condições de transporte ou de sedimentação nos setores deprimidos, é função dos gradientes que direcionam as ações de escoamento (FUNCEME, 2007).

Evidenciam-se os seguintes compartimentos de relevo: Platô central com superfície pediplanada submetida a retomada sub-atual e atual de morfogênese química; pedimentos suspensos nas bordas orientais da serra, dissecados em colinas e lombas alongadas separadas por vales "V" e com intensificação dos processos morfodinâmicos por ação antrópica; pedimentos nas bordas ocidentais da serra, dissecados em colinas rasas, separadas por vales profundo e moderadamente abertos, intensificados por ação antrópica; formas dissecadas pela ação erosiva e submetidas a controle estrutural, predominando cristas alongadas com topos contínuos separados por vales "V" e formas dissecadas associando cristas alongadas com (topos contínuos com controle estrutural) em disposição paralela, intercaladas por colinas rasas (OLIVEIRA & ARAÚJO, 2007).

### **4.3 Clima**

O clima semi-árido na área do maciço residual incluiu a vertente ocidental e parte da vertente setentrional. Os índices pluviométricos são baixos: a irregularidade se acentua; temperaturas mais elevadas ao longo do ano implicam em elevadas taxas de evapotranspiração. Por conseqüência, praticamente não se registram excedentes hídricos durante os meses chuvosos (FUNCEME, 2007).

As condições climáticas influenciam através das chuvas e do seu ritmo têmporo espacial-espacial. Elas impõem a renovação das reservas hídricas e, tendem a modificar, de modo temporário, a água disponível em superfície, no solo e no subsolo (FUNCEME, 2007).

A distribuição das chuvas na região, conforme dados contidos na Tabela 1, evidenciam claramente duas estações: uma chuvosa de janeiro a junho e outra seca de julho a dezembro. A estação chuvosa detém 85% das precipitações anuais, com mínima mensal de 80mm, máxima de 362mm e média mensal de 203mm. A estação seca detém precipitação mínima mensal de 9,5mm, máxima de 119mm e média mensal de 37mm (SUDENE *apud*, JUNIOR, 2001). No caso de Baturité nos meses de fevereiro e abril de 1998 apresentou maior índice pluviométrico. Já no período de agosto a novembro esse índice diminui. Em análise dessa tabela percebe-se que no segundo semestre a chuva foi menor que no primeiro semestre. A temperatura no decorrer do ano varia na média de 20° aos 22°C. Na estação seca a sensação de calor é maior devido aos efeitos mais pronunciados da insolação. O clima da região pode ser enquadrado nas seguintes classificações climáticas: Tipo mesotérmico a megatérmico, segundo o sistema de THORNTHWAITTE (1944); em função do índice de umidade e altitude. Tipo AW', segundo KÖPPEN (1948), caracterizado como clima quente e úmido; com chuvas de verão e precipitações máximas no outono. Subdomínios úmidos (três meses secos) e semi-úmidos (quatro a cinco meses; secos), segundo NIMER (1979). A natureza dos terrenos exerce seus efeitos através das condições geológicas e das formações superficiais. Nas áreas de terrenos impermeáveis, há naturalmente um maior adensamento dos cursos d'água que tendem a uma elevada ramificação. Assim, o desencadeamento do ciclo hidrológico faz com que a água, ao se precipitar, atinja a superfície e escoe ou infiltre. Quando escoar, no caso de terrenos impermeáveis do embasamento cristalino amplia a capacidade do escoamento superficial de atingir os talvegues. A que infiltra fica retida no solo, quando há condições físicas para isso, ou tende a percolar para alimentar o lençol freático. No caso de terrenos cristalinos isso é favorecido pela ocorrência de uma densa rede de fraturas (IBAMA, 2002).

<b>Posto Pluviométrico</b>	<b>jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
Aratuba (SEDE)	116,3	188,9	310,5	362,5	308,4	190,8	119,3	34,1	18,4	19,8	24,4	59,7	1.753,1
Baturité (SEDE)	90,7	148,3	240,6	224,8	172,2	87,2	39,9	13,5	9,5	13,5	13,8	35,7	1.089,7
Guaramiranga (SEDE)	137,4	210,0	331,0	330,4	255,9	156,7	99,8	43,0	37,9	39,5	37,8	58,1	1.737,5
Mulungu (SEDE)	80,0	136,3	222,4	248,7	170,6	108,3	56,3	24,5	11,8	13,4	14,4	32,8	1.119,5
Pacoti (SEDE)	128,1	194,5	308,7	280,8	235,6	140,4	85,9	35,0	27,5	33,5	32,8	55,3	1.558,1
Palmácia (SEDE)	115,7	185,6	306,8	294,5	198,7	102,7	63,4	15,3	18,1	20,4	18,3	47,1	1.386,6
<b>Médias</b>	<b>111,4</b>	<b>177,3</b>	<b>286,7</b>	<b>290,3</b>	<b>223,6</b>	<b>131,0</b>	<b>77,4</b>	<b>27,6</b>	<b>20,5</b>	<b>23,4</b>	<b>23,6</b>	<b>48,1</b>	<b>1.440,8</b>

**TABELA 1: Distribuição das Chuvas no ano de 1998.**

Fonte: Junior, 2001.

#### 4.4 Vegetação

As condições fitoecológicas e de uso do solo ficam na dependência do papel que elas exercem como fatores que propiciam uma proteção á superfície. Desse modo, na medida em que aumenta a densidade de vegetação, há uma tendência para que seja atenuada a ação do escoamento superficial através das vertentes (FUNCEME, 2007).

Na região de Baturité, particularmente na serra, as unidades de vegetação são:

- ❖ Floresta tropical Pluvio-nebular Perenifólia - é formada por indivíduos com altura entre 15 e 20 m, com caules retilíneos e de diâmetros apreciáveis. Localiza-se em altitudes acima de 900m ou pontos mais baixos expostos aos ventos úmidos;
- ❖ Floresta Tropical Pluvio - nebular subperenifolia é formada por indivíduos com altura inferior a 15m, com caules cilíndricos, com ocorrência freqüente de espécies decíduas. Esta unidade se localiza na vertente úmida, em altitudes de 600-800m;
- ❖ Floresta Tropical Sub-caducifolia- constituída por indivíduos com altura em torno de 10m e tipicamente caducifólias. Esta unidade se encontra nas vertentes úmida e seca. Na úmida ocorre a partir da faixa de 400m de altitude e na vertente seca ocorre a partir de 800;
- ❖ Caatinga Arbórea – caracteriza-se pelo forte xeromorfismo de suas espécies e pela queda de folhas na estação seca. Tem porte médio, inferior a 15m, com indivíduos retorcidos, com folhas pequenas. Esta unidade é comum nos pés-de-serra em que a umidade é baixa.

A importância da vegetação para os outros fatores ambientais é que ela se adapta na região de acordo com as suas características. Para tal adaptação é necessário que o solo, clima, entre outros, possuam classificação adequada para os diversos tipos de unidades fitoecológicas.

#### 4.5 Solos

Os tipos de solos ocorrentes no maciço de Baturité, de acordo com EMBRAPA, (1999) são:

- ❖ PVD1-Associação de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Tb Distróficos A proeminente textura média a argilosa fase floresta subperenifólia relevo montanhoso+ NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos A moderado textura média fase pedregosa e rochosa floresta subperenifólia relevo montanhoso;
- ❖ PVD2-Associação de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Tb Distróficos A proeminente textura média a argilosa cascalhenta relevo forte ondulado e montanhoso ambos com A moderado fase floresta subperenifólia;
- ❖ PVD3-Associação de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Tb Distróficos A proeminente textura média a média cascalhenta fase floresta subcaducifolia+ ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Tb Distróficos A textura média a argilosa com cascalho fase floresta subperenifólia ambos com A moderado + NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos textura média fase pedregosa e rochasosa floresta sucaducifólia A moderado e Chernozêmico todos de relevo forte ondulado e montanhoso;
- ❖ PE1 - Associação de Associação de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Tb Eutróficos A moderado textura média a argilosa fase floresta subcaducifolia relevo forte ondulado e montanhoso;e
- ❖ PE2-Associação de Associação de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Tb Eutróficos e Distrófico textura média a argilosa relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos A moderado textura indiscriminada fase floresta subperenifólia relevo plano ondulado e suave ondulado. O quadro 1 - abaixo mostra as características dominantes dos solos classificados.



CLASSES DE SOLOS	SISTEMAS AMBIENTAIS	CARACTERÍSTICAS DOMINANTES	CONDIÇÕES DE USO	LIMITAÇÕES
Argissolos Vermelho Amarelo Distrófico	Platô Úmido	Solos profundos, moderadamente drenado, textura areno-argilosa e fertilidade natural média a baixa.	Bananicultura, café, cana-de-açúcar e hortaliças	Deficiência de fertilidade, susceptibilidade à erosão
Argissolos Vermelho Amarelo Eutrófico	Vertente oriental úmida, vertente meridional sub-úmida, vertente setentrional sub-úmida\ semi-árida	Solos profundos a medianamente profundos textura média argilosa da moderadamente, drenados e fertilidade natural média a alta.	Bananicultura, café, arroz, milho e feijão	susceptibilidade à erosão, impedimentos a mecanização
Neossolos Litólicos	Vertente oriental úmida, vertente meridional sub-úmida vertente ocidental semi-árida	Solos rasos textura média, pedregosos e fertilidade natural média a alta.	Lavouras de subsistência e pecuária.	susceptibilidade à erosão, deficiência de água e impedimentos a mecanização

**QUADRO 2: Características dominantes dos solos.**

Fonte: FUNCEME, 2007.

#### 4.6 Recursos Hídricos

As cinco maiores bacias do estado do Ceará são: Jaguaribe, Salgado, Banabuiú, Médio, Jaguaribe, Baixo Jaguaribe que formam a Bacia do Jaguaribe, drenando cerca de 72.000 km correspondente a cerca de 50% do Estado. A região fisiográfica da Serra de Baturité contribui para a alimentação de duas importantes bacias hidrográficas integrantes do Sistema de Bacias Metropolitanas, são elas: a Bacia do Pacoti e a Bacia do Choro.

A característica da drenagem do Estado descreve um padrão retangular, associada aos grandes falhamentos e passam a um padrão dendrítico quando drenam formações sedimentares. As direções preferenciais de escoamento dos principais rios são N-NE e E-SE desembocando no litoral cearense, à exceção da Bacia do Poti. Boa parte da drenagem é intermitente, ou seja, escoam durante uma parte do ano ou é perenizada por açudes que lhes possibilitam regularizar uma determinada vazão. Drenagens de 4ª ordem (os cursos d'água sem ramificação são de 1ª ordem, cursos que recebem apenas outro são os de 2ª ordem e assim por diante), ou superior, são invariavelmente efêmeras, ou seja, só escoam durante o período chuvoso (JUNIOR, 2001).

LOCALIDADES	INVESTIMENTOS(R\$)					
	ÁGUA			ESGOTO		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Aratuba	43.881	1.532	13.587		230.357	267.812
Baturité	66.785	260.651	89.976		41.626	36.143
Guaramiranga	11.823	10.635	6.448		89.54	249.328
Mulungu		10.654	11.682		147.995	396.655
Pacoti	47.659	20.915	31.459			102.062
Palmácia	139.878	31.181	3.954		498.899	277.917
Totais	310.026	335.568	157.196		1.088.417	1.320.917

**TABELA 2: Ligações de Água e Esgoto no Ano de 1998- 2000**

Fonte: CAGECE *apud* Junior, 2001.

O maciço de Baturité representa o maior dispersor de drenagem do setor norte ocidental do Ceará. Três sistemas fluviais têm suas nascentes na área serrana, sendo o mais importante o que é formado pelo rio Pacoti que tem suas nascentes na área platô úmido e drena as vertentes oriental e setentrional, além dos sertões e pés-de-serra sub-úmidos e Redenção – Acarape (FUNCEME, 2007).

A CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará é o órgão responsável pelo abastecimento de água e esgotamento sanitário da população cearense. Essa é tratada conforme os padrões da legislação inerente à classificação da água. A tabela 2 mostra os investimentos nas ligações de água e esgoto no município de Baturité-CE no ano de 1998 a 2000. O ano de 1999 teve maior destaque por apresentar o investimento grande em relação aos de água. Já no esgoto o ano de 1999 também se destacou.

#### 4.7 APA de Baturité

Em Baturité, especificamente na Serra foi criada uma Área de Proteção Ambiental (APA) do maciço de Baturité em 18 de setembro de 1990, pelo decreto estadual nº 20.956, ocupando uma área de 32.690 hectares na tentativa de limitar a devastação.

A APA - Área de Proteção Ambiental do Maciço de Baturité é uma unidade de conservação que objetiva conciliar as ações humanas com a preservação da vida

silvestre, com a proteção dos demais recursos naturais e a melhoria da qualidade de vida da população, por meio de um trabalho multidisciplinar entre instituições governamentais e não governamentais e a colaboração efetiva da comunidade (Ceará/SEMACE 1992). Um dos pontos mais positivos da medida foi a ampliação do nível de consciência ecológica da comunidade, que passou a valorizar as atividades agrícolas e pastoris preservando o meio ambiente. De acordo com o decreto, a área de proteção é de conservação e uso direto, ou seja, qualquer atividade que represente risco para o meio ambiente, precisa passar por licenciamento ambiental.

As abordagens temáticas (geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, clima e uso da terra) com análise, seleção e hierarquização dos atributos dos componentes físicos e bióticos permitem identificar as relações de causa e efeito. Esse mecanismo de correlação interdisciplinar conduziu à identificação da estrutura e da dinâmica dos espaços diferenciados para a composição do Zoneamento Geoambiental.

Segundo Oliveira (1990) os sistemas integrados das condições geoambientais são realizados através do entendimento da caracterização geral dos componentes naturais (geológico, climático, geomorfológico, etc.) com sua perspectiva de integração ou de relações mútuas entre si.

O zoneamento ambiental é um dos instrumentos estabelecidos pela PNMA para a consecução do seu objetivo. É interessante notar que, embora mencionado como instrumento necessário para promover o desenvolvimento econômico em harmonia com a proteção da qualidade ambiental e da vida humana, o zoneamento ambiental ainda hoje é um instrumento sobre o qual pairam dúvidas sobre seu objetivo, metodologia para elaboração, entre outros aspectos (RANIERI et al., 2002).

#### **4.8 Aspectos Demográficos e Sócio-Econômico de Baturité-CE**

Como resultado da ocupação da região (Tabela 3), em 2000 a população de Baturité totalizava 19.842 habitantes, dos quais 33.732 (43%) residentes nas sedes municipais e 43.967 (57%), 77.699.

Municípios	População Residente						Área total	Densidade demográfica
	Valores Absolutos			Valores relativos				
	Urbana			Urbana				
	Total	Total	Sede	Total	Total	Sede		
Ceará	7.418.476	5.304,554	3.264,718	100	71,5%	44,01%	145.711,80	50,91
Aratuba	12.357	2.152	2.152	100	17,4%	17,42%	156,80	78,81
<b>Baturité</b>	<b>29.813</b>	<b>20.812</b>	<b>19.842</b>	<b>100</b>	<b>69,8</b>	<b>66,55%</b>	<b>345,80</b>	<b>86,21</b>
Guaramiranga	5.712	2.331	1.189	100	40,8	20,82%	107,10	53,33
Mulungu	8.891	3.719	3.214	100	41,8	36,15%	103,40	85,99
Pacoti	10.918	3.799	3.361	100	34,8	30,78%	94,10	116,03
Palmácia	10.008	4.421	3.974	100	44,2	39,71%	150,20	66,63
Total	77.699	37.234	33.732	100	47,9	43,41%	957,40	81,16

**TABELA 3: População no ano de 1998 – 2000.**

Fonte: Censo 2000-IBGE

Por outro lado, as condições de vida dessa população têm reflexo na mortalidade infantil, cuja média da região foi de 11 por 1000 nascidos vivos (n.v.), inferior à média do Estado que era de 39/1000 n.v. em 1998. O município de Baturité apresentou em 1997 32,7 e em 1998 14,6 (n.v) (SEINFRA, 2008).

O índice de Gini apresenta o grau de concentração da renda per capita estimada, cuja variação vai de zero (igualdade absoluta) a um (desigualdade absoluta). O município de Baturité apresenta 0,5453, pois ele encontra-se abaixo da média estadual que é 0,6474, o que permite notar que essa área tem uma distribuição de renda melhor que a média estadual (SEINFRA, 2008).

A economia da região, particularmente Baturité, é baseada em três atividades tais como: comércio, agricultura, indústria. A agricultura se destaca, pois possui maior concentração de população no meio rural com 58% da população total, é o setor que mais contribui para a distribuição de renda. O comércio conta com 514 empreendimentos e 30 indústrias (SEINFRA, 2008).

Os atrativos turísticos que mais atraem são Cachoeiras, Florestas úmidas preservada, o mosteiro, a estatua de nossa senhora (SEINFRA, 2008).

Sua economia é baseada no plantio de algodão herbáceo, banana, mandioca, grão de milho e caju sequeiro; floricultura e plantas ornamentais; estabelecimentos hoteleiros; jardins botânicos, parques nacionais e reservas ecológicas. O município possui IDM – 30,57, ocupando a 44ª colocação no Estado do Ceará (IPECE, 2002).

A ocupação urbana e de utilização de técnicas na agricultura, vem contribuindo para a degradação dos recursos naturais dificultando a sustentabilidade do meio ambiente. Isso significa aceleração nos processos erosivos, intensificando o assoreamento dos recursos hídricos superficiais, contribuindo para a escassez de água e a infertilidade do solo.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **5.1 Caracterização Geoambiental do município de Baturité-CE**

A caracterização nessa pesquisa foi necessária para identificar os limites e potencialidades da área de estudo. Nesse contexto serviu de subsídios para classificar e reclassificar no intuito de investigar se Baturité está propícia a receber a forma de disposição, aterro sanitário, após a confecção dos mapas temáticos.

#### **5.1.1 Geologia**

Os fatores geológicos e hidrológicos estão intimamente relacionados, se por um lado, as condições hidrológicas fornecem a água, os fatores geológicos (camadas subterrâneas) governam sua distribuição e movimento.

As características geológicas nas camadas subterrâneas influenciam tanto na formação de águas subterrâneas, como no movimento das águas através destas camadas. Portanto, a determinação do nível do lençol freático d'água subterrânea vão influir na capacidade de movimento dos líquidos percolados em um aterro, e na sua purificação. Nesse caso determina-se a profundidade em que se encontra a água subterrânea, a qual determinará a profundidade do aterro.

A característica dessa geologia mais adequada para aterro sanitário é a do grupo Barreiras porque tem variações entre arenitos e argilas para facilitar no escoamento superficial considerando que para implantar esse tipo de atividade a rocha sedimentar é favorável e solo argiloso também têm grande influência tanto na formação de coleções de águas subterrâneas, como no movimento das águas através destas camadas. Estas são importantes para a determinação do nível do lençol freático d'água subterrânea e também vão influir na capacidade de movimento dos líquidos percolados em um aterro, e na sua purificação. É necessário também determinar-se a profundidade em que se encontra a água subterrânea, a qual determinará a profundidade do aterro.

A geologia do município de Baturité se apresenta com vários tipos (RADAMBRASIL, 1981), podendo ser observadas no quadro 3 e figura 3.

O TQb - arenitos finos a médio, siltitos, e argilas variadas com níveis caulínicos e níveis conglomeráticos grosseiros; estratificação horizontal incipientes coloração avermelhada e amarelada. Pen - migmatitos homogêneos e heterogêneos; Ymi; gnaisses variados, zonas de intensa migmatização com núcleos granitoides e migmatitos homogêneos, Gqxc-gnaisses, quartzitos, xistos e calcários cristalinos mi-migmatitosu- dunitos e piroxenitos de coloração cinza-escuro a preta, granulação média, intensamente e intemperizados, circundada por faixas de serpentino (Figura 3).

Unidades	Período	Litologia
pen	Pré-cambriano	Complexo Nordestino
TQb	Cenozóico	Grupo Barreiras
μ	Pré-cambriano	Dioritos
gqxc	Pré-cambriano	Gnaisses, quartzitos, xistos e calcários
Qa	Cenozóico	Aluviões
mi	Pré-cambriano	Migmatitos

QUADRO 3: Litologia de acordo com Período em Baturité-CE

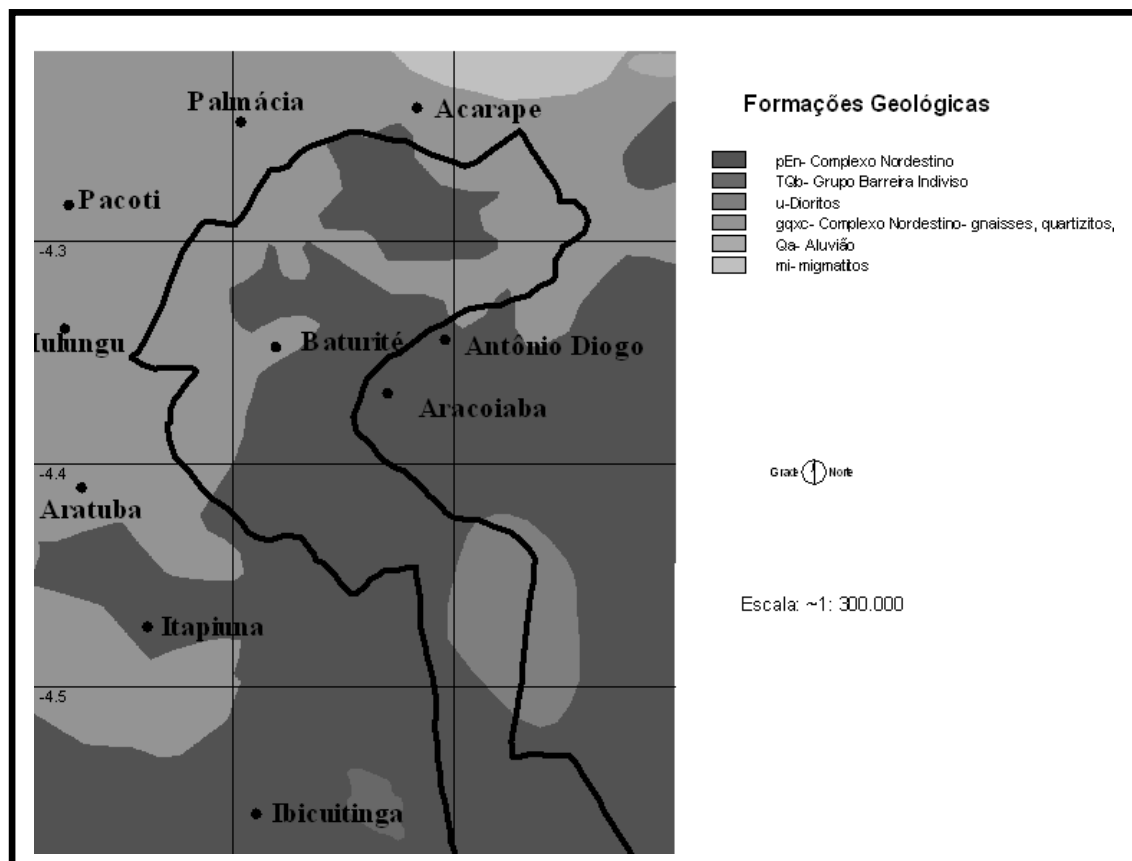


FIGURA 03: Geologia

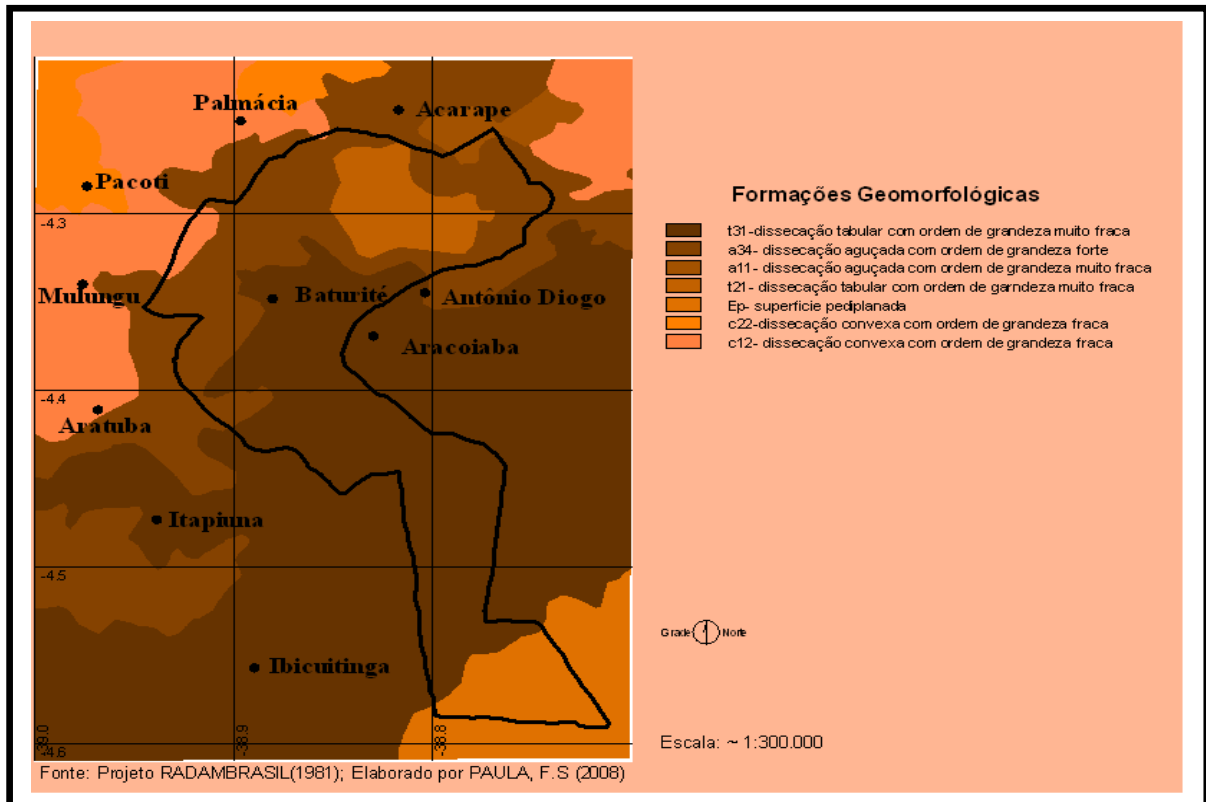
### 5.1.2 Geomorfologia

A Geomorfologia, em especial, contribui nos processos de escolha de áreas para a construção de aterros sanitários, pois envolve informações sobre as formas e a dinâmica do relevo, tais como compartimentação geomorfológica, com suas características de unidades morfológicas que compõem o relevo (áreas de morros, planícies, encostas/vertentes); grau de inclinação topográfica ou declividade dos compartimentos de aterros sanitários, pois envolve conhecimento a respeito dos processos morfogenéticos atuantes em superfície e subsuperfície, ou seja, processos endógenos e exógenos responsáveis pela modelagem do relevo.

A característica mais adequada para atividade de aterro é a forma aguçada-relevo de topo contínuo e aguçado, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem separadas por vales “V” devido a necessidade de drenagem favorável para facilitar o escoamento superficial considerando que o relevo influencia também nessa característica pois uma suave ondulação também favorece o escoamento.

A geomorfologia do município ficou classificada por formas representada pelas letras e os números representaram a intensidade de aprofundamento de drenagem à ordem das formas de dissecação. O C – Forma convexa – dissecação-relevo de topo convexo com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, separadas por vales em “V” de fundo plano; t – Formas tabulares – Relevo de topo plano com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, separadas geralmente por vales de fundo plano; a – Formas aguçadas-relevo de topo contínuo e aguçado, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, separadas geralmente por vales “V”. EP-superfície pediplanada.





**FIGURA 4: Geomorfologia**

O número 12 - intensidade de aprofundamento de drenagem fraca e ordem de grandeza das formas de dissecação e menor ou igual a 250m. Já o 22 - fraca e ordem de grandeza maior que 250m e menor ou igual a 750m; o 34-forte e maior que 750m e menor ou igual a 1750m; o 11 muito fraca e menor ou igual a 250m; o 21- muito fraca e ordem de grandeza maior que 250m e menor ou igual a 750m; o 31- muito fraca e ordem de grandeza maior que 750m e menor ou igual a 1750m.

### 5.1.3 Clima

O clima tem importância para implantação do aterro sanitário devido suas influências em seu funcionamento. Porque quanto mais quente for o clima mais tempo de estação seca, ou seja, chove menos e a água evapora mais rápida, facilitando o escoamento do chorume e diminuindo o odor do gás metano que o lixo provoca.

Em Baturité o clima predominante é Tropical Quente Sub-Úmido com pluviosidade de 1.089,7mm. Esse clima caracteriza-se por apresentar temperatura média do mês mais frio sempre superior a 18°C apresentando uma estação seca de

pequena duração que é compensada pelos totais elevados de precipitação (FUNCEME, 2008).

Nessa pesquisa foi necessário fazer a caracterização climática do entorno da área envolvendo os municípios próximos de Baturité, tendo os mesmos como postos pluviométricos analisados no período de vinte (20) anos, de 1934 a 54, por meio dos dados pluviométricos mensais do nordeste de 1990.

O quadro 4 caracteriza a área como sendo positiva para implantação de aterro sanitário devido está localizada no pé de serra, comprovando a altitude de 121 metros. Já com relação a precipitação proporcional a evapotranspiração favorece porque a temperatura tem em média de 26°C , considerada normal para a cidade e comprovando a quantidade de meses secos que é de seis, ou seja, chove pouco. Isto significa que o local para aterro sanitário deve chover pouco, conseqüentemente a água vai evaporar mais rápido se a temperatura for alta e em seguida aumenta o numero de meses secos.

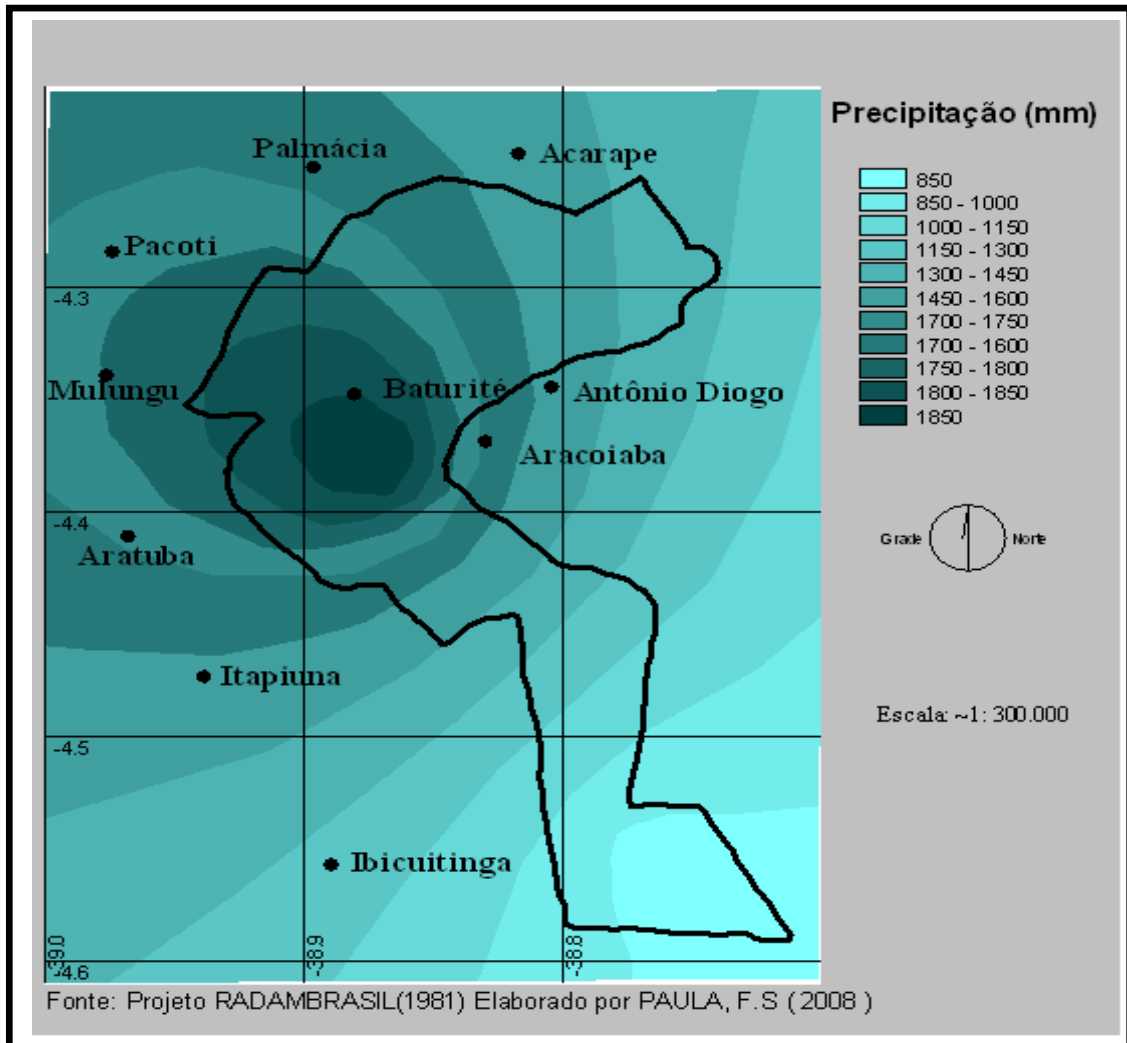
	Municípios	Postos	Altitude(m)	Período de Coleta de Dados	Precipitação média anual(mm)	Evapotranspiração Potencial(mm)	Evapotranspiração Real(mm/ano)	Temperatura média anual(°c)	Índice efetivo de umidade(l/m)	Número de meses secos
1	<b>BATURITÉ</b>	<b>Baturité</b>	<b>123</b>	<b>1934/1954</b>	<b>1121</b>	<b>1655</b>	<b>1121</b>	<b>26.8</b>	<b>-20.9</b>	<b>6</b>
2	ARACOIABA	Aracoiaba	101	1934/1954	959	1593	897	26.4	-36.0	8
3	REDENÇÃO	Antônio Diogo	171	1934/1954	1190	1587	1190	26.3	-6.2	5
4	REDENÇÃO	Acarape	76	1934/1954	1199	1681	1199	26.9	-12.8	5
5	ITAPIUNA	Itapiuna	130	1934/1954	818	1668	818	26.9	-51.0	8
6	ARATUBA	Aratuba	600	1934/1954	1913	1124	1094	23.1	-93.5	2
7	MORADA NOVA	Ibicuitinga	230	1934/1954	908	1571	844	26.3	-41.1	8
8	PACATUBA	Guaiuba	59	1934/1954	1337	1689	1337	26.9	-3.1	5
9	MULUNGU	Mulungu	1050	1934/1954	1271	855	855	19.3	-76.6	0

**QUADRO 4: Caracterização Climática dos Postos Próximos de Baturité.**

Fonte: SUDENE, 1976

### 5.1.3.1 Precipitação

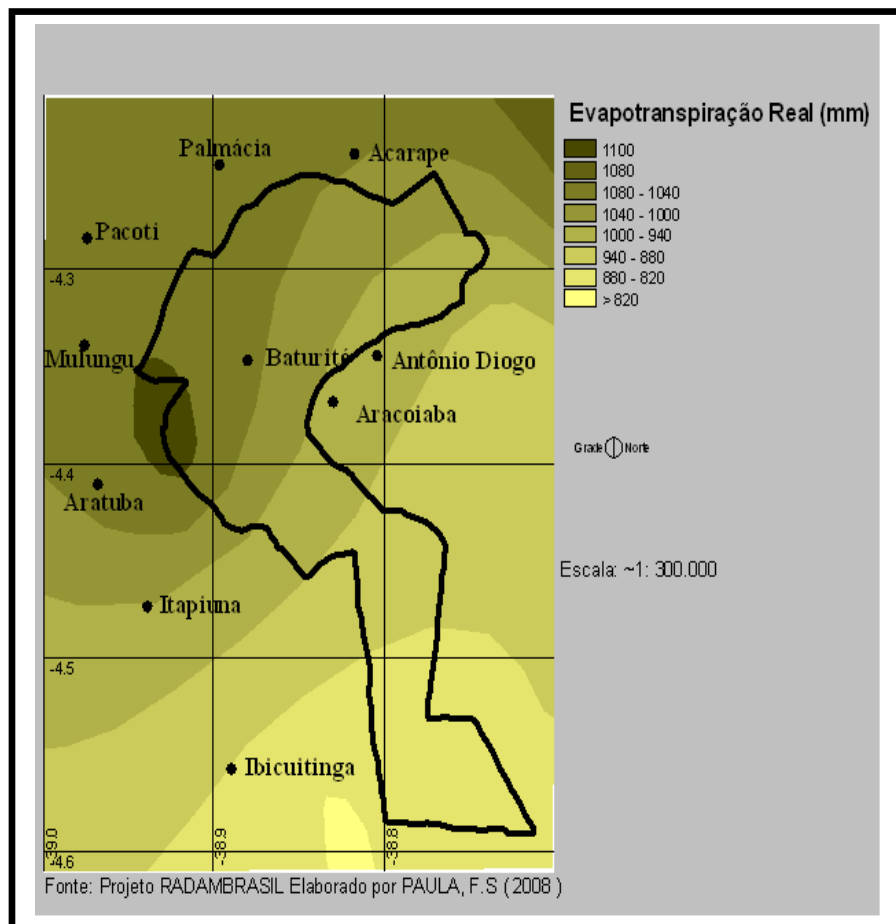
A precipitação pluvial tem influência no aterro sanitário visto que tem relação com o escoamento das águas, tanto na superfície do módulo, quanto nos caminhos de circulação. Ela determina as dimensões do sistema de drenagem para o escoamento do chorume. A figura 5 mostra que no município de Baturité, a precipitação está distribuída nos intervalos de 1150 a 1300mm, ou seja, não chove tanto quanto os municípios da serra. E também é considerado o segundo município com maior número de meses secos. Esta precipitação foi calculada no programa Prompt e o mapa no Idrisi junto com o Cartalinks. A pluviosidade foi calculada no período de 20 (vinte) anos, desde o ano de 1959 a 1979 por meio dos dados pluviométricos mensais do nordeste adquiridos pela SUDENE (1990).



**FIGURA 5: Precipitação distribuída no Município de 1959 -1979.**

### 5.1.3.2 Evapotranspiração Real

Segundo Sobrinho (2000) *apud* Burman *et alii* (1983) a evapotranspiração é definida como processo combinado de transferência de água do solo para atmosfera, incluindo a evaporação da água do solo e o processo de transpiração através dos tecidos vegetais, dependendo de grandes números de fatores, tais como, radiação solar, temperatura, umidade do solo e do ar, velocidade do vento e características do solo e das plantas. A evapotranspiração, também, tem influência no aterro sanitário devido ser desproporcional a produção de chorume, ou seja, quanto mais a água evapora, menos produção de chorume, aumentando a umidade aceitável para o desenvolvimento da vegetação na cobertura do aterro sanitário. A evapotranspiração Real foi calculada baseada nos dados de temperatura média mensais com a mesma metodologia utilizada para precipitação. A figura 6 coloca Baturité com maior número de evaporação real, 1100. Isto significa que a água do solo vai ser transferida para a atmosfera com facilidade desencadeando menor volume de chorume e a umidade diminui ficando propícia ao desenvolvimento da vegetação.

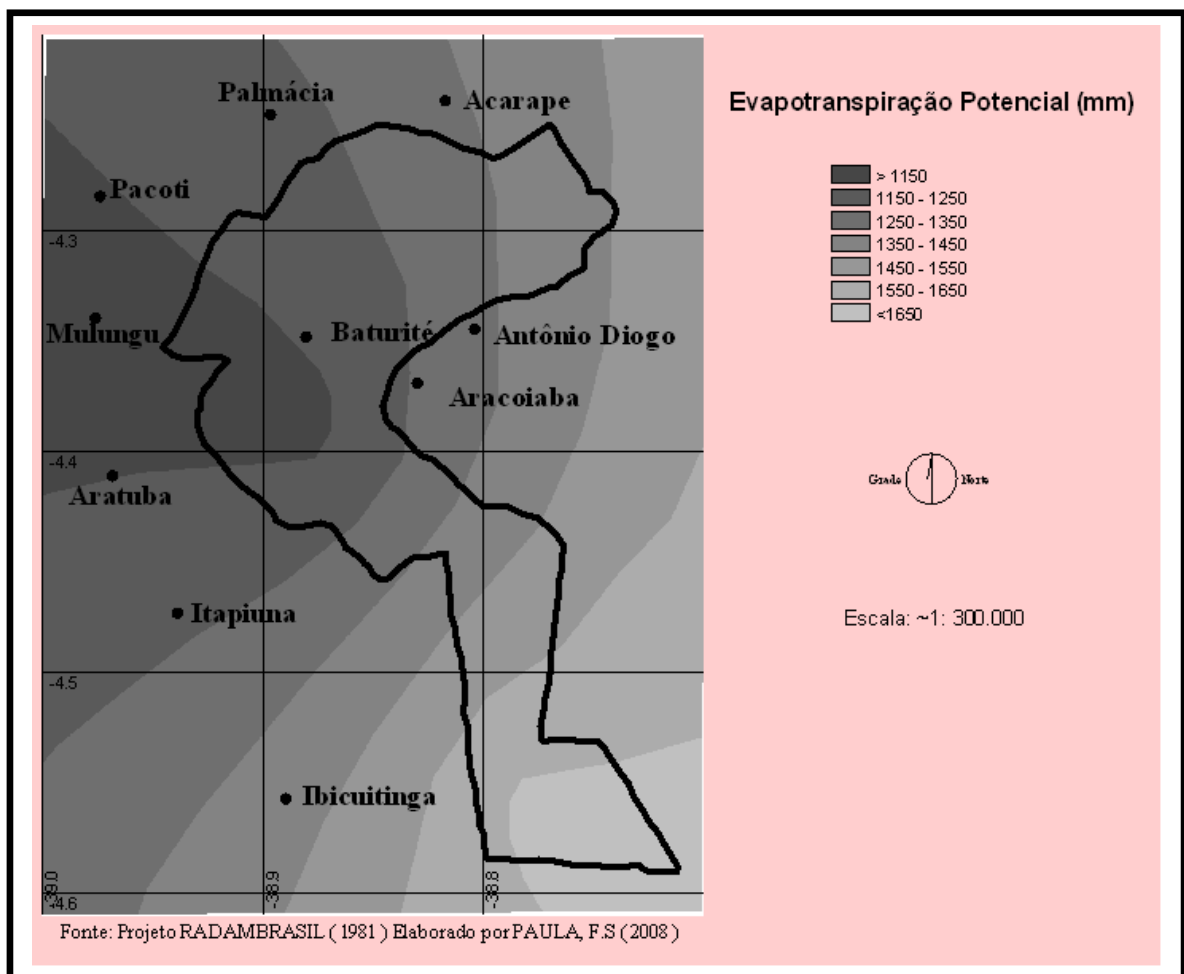


**FIGURA 6: Evapotranspiração real no município de Baturité de 1959-1979**

### 5.1.3.3 Evapotranspiração Potencial

Segundo CAMARGO (2000) a evapotranspiração potencial (ETp), que representa a chuva necessária, é o processo de perda de água para a atmosfera, através de uma superfície natural gramada, padrão, sem restrição hídrica para atender às necessidades da evaporação do solo e da transpiração. A evapotranspiração real (ETr) constitui a perda de água de uma superfície natural, em qualquer condição de umidade e de cobertura vegetal.

A figura 7 mostra a ETP em Baturité-CE no intervalo de 1150 a 1250. Isto significa que quanto mais próximo de Baturité maior a perda de água consequentemente o solo ficará mais seco. Sendo que para aterro o solo precisa ser mais úmido para dificultar a passagem do chorume evitando a contaminação do lençol freático.



**FIGURA 7: Evapotranspiração Potencial no município de Baturité de 1959-1979.**

### 5.1.3.4 Índice de Umidade

O índice de umidade refere-se a percolação do líquido, chamado chorume, que é causado diretamente pela umidade contida nos resíduos aterrados e indiretamente pelo escoamento superficial e precipitação sobre o aterro. A figura 8 representa o índice de umidade com valor maior que 2,5 significando que o solo apresenta pouca umidade, ou seja, solos mais secos favorecem para a atividade de aterro sanitário.

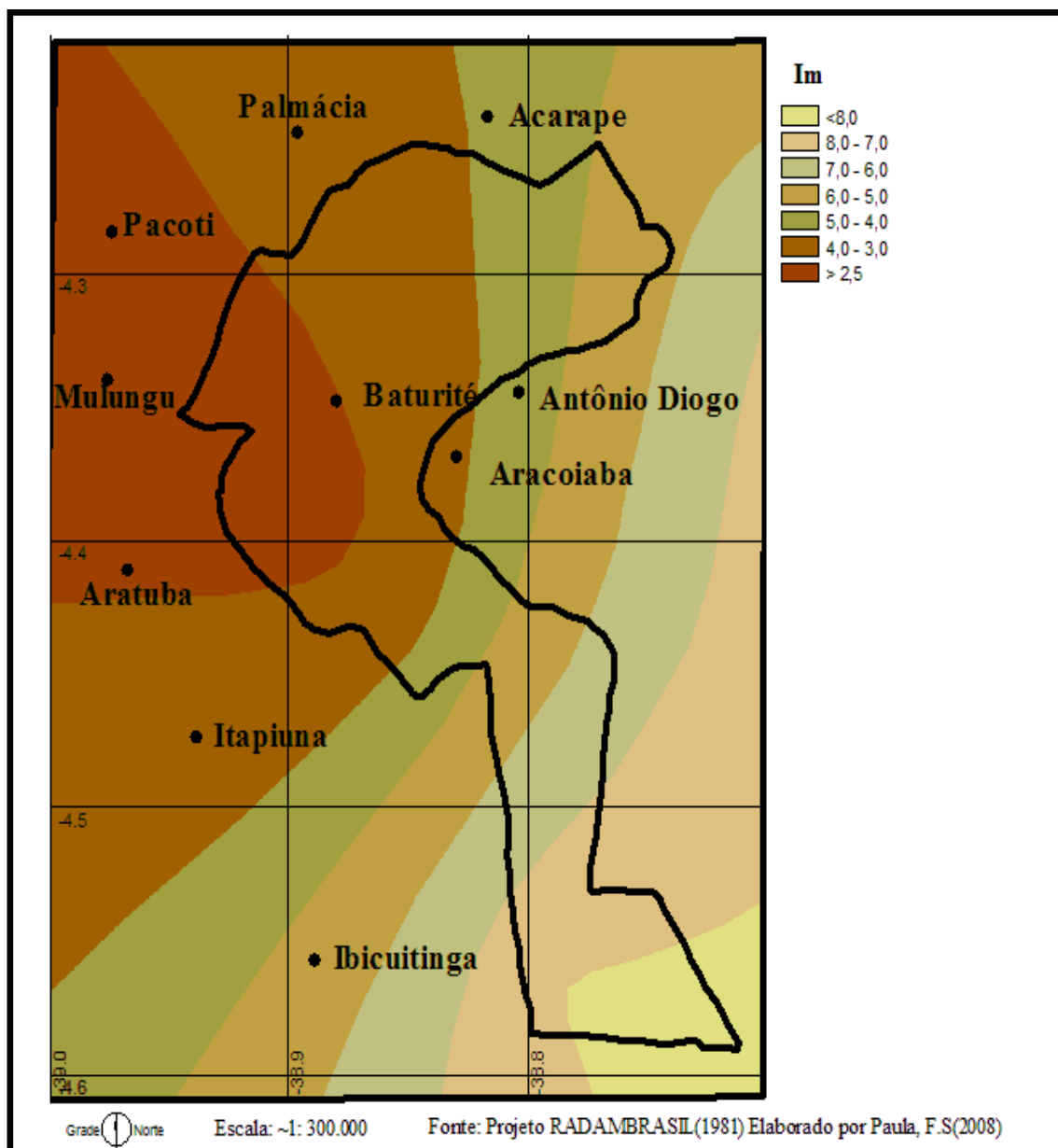
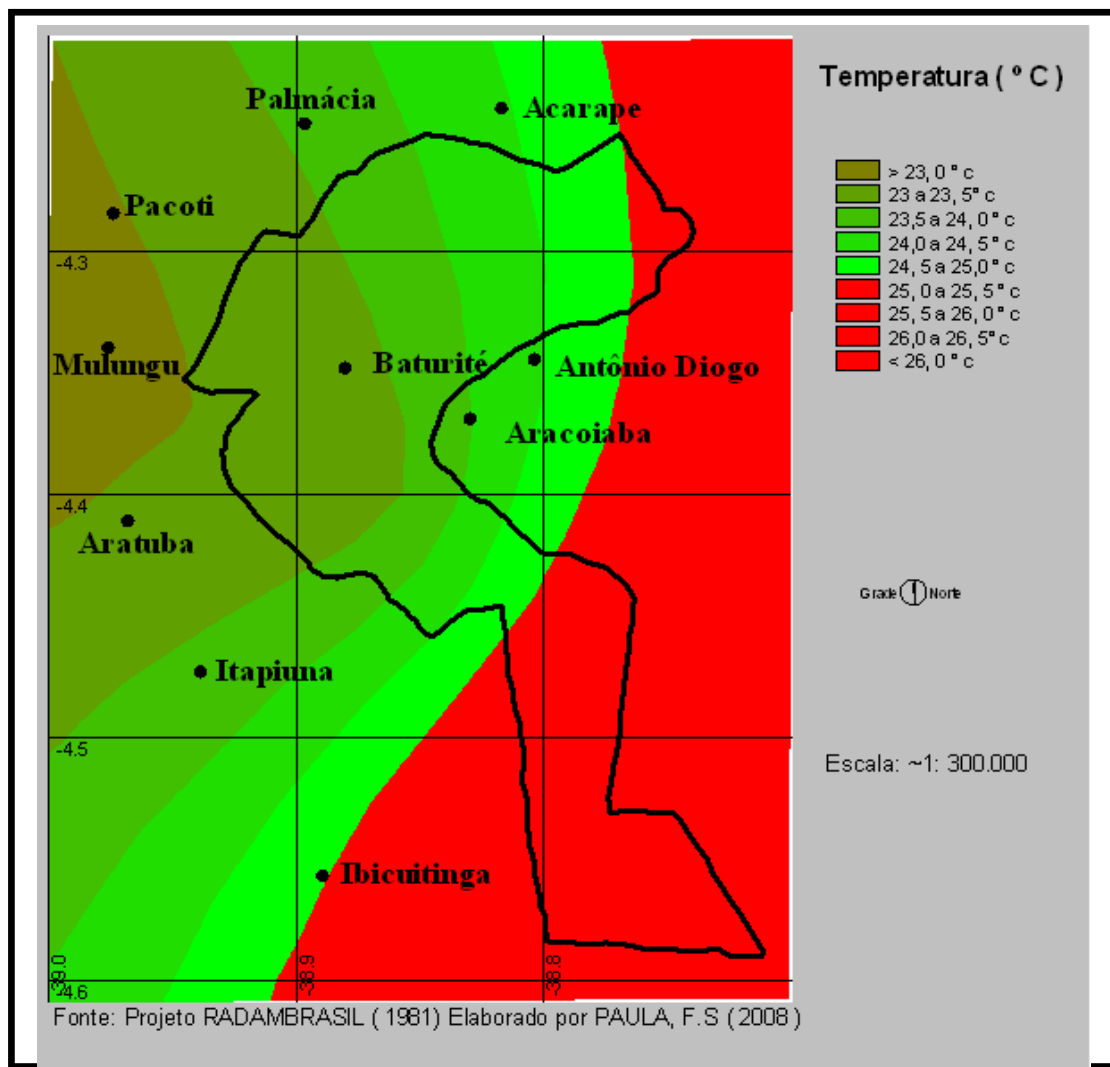


FIGURA 8: Índice de Umidade no município de Baturité de 1959-1979.

### 5.1.3.5 Temperatura

As temperaturas altas fazem com que os resíduos comecem seu processo de degradação biológica mais rapidamente; por outro lado, as baixas temperaturas demoram esse processo. Portanto, a radiação proporcional a temperatura sendo muita intensa em algumas regiões, contribui para uma significativa evaporação das águas superficiais. A temperatura em Baturité varia entre 25 °c e 26 °c, isto mostra que há normalidade na sua variação onde favorecem na atividade de aterro porque quanto maior a temperatura melhor devido a radiação solar aumenta proporcionando propagação dos odores provocados pelo lixo (Figura 9).



**FIGURA 9: Distribuição de temperatura no município de Baturité de 1959 -1979.**



### 5.1.4 Vegetação

A cobertura vegetal é responsável pela regulação de fluxo natural da água, sendo que quando há supressão da mesma provoca maior escoamento superficial da água, a erosão do solo, o assoreamento de mananciais, o aumento das vazões de escoamento (enchentes), menor recarga de aquíferos, redução da evapotranspiração, alterações no microclima. No caso do aterro sanitário tem influência diretamente porque envolve todos os processos citados anteriormente.

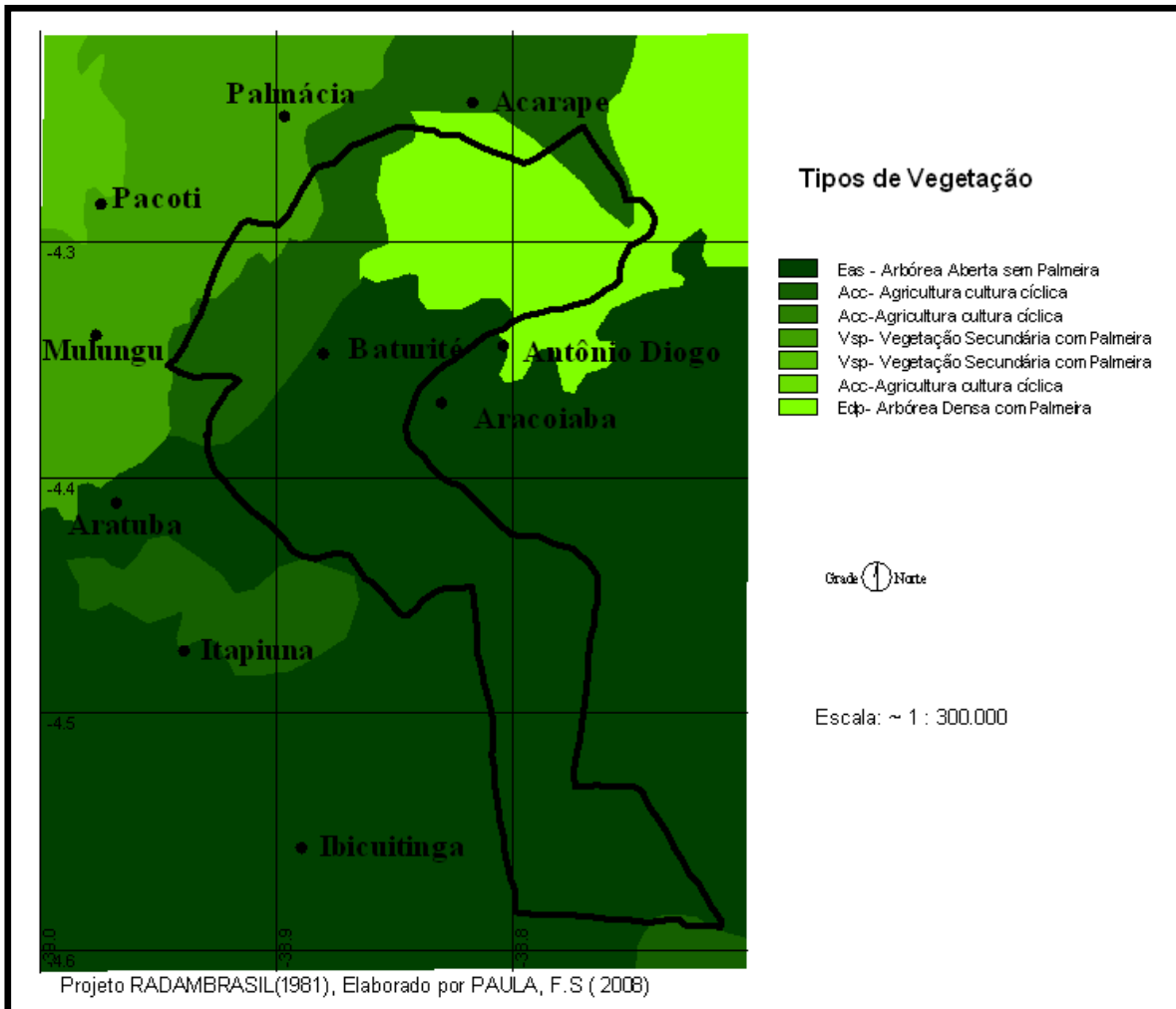
Para tanto dependendo das características da vegetação deve-se preservá-la e conservá-la de maneira que ocorra a dinâmica desses processos. Em Baturité por exemplo, a que deve ter maior atenção seria a característica de Agricultura Cultura Cíclica devido além de ter maior concentração no município, ela é fácil no processo de revegetação.

Ao se estudar o solo sob vegetação nativa, tornam-se conhecidas as características e propriedades do solo e a dinâmica da água onde as plantas nativas se desenvolveram, favorecendo o conhecimento detalhado do solo, o que auxilia na seleção de espécies nativas mais adaptadas (pioneiras, secundárias e clímax) em estudos de revegetação (Rosa et al., 1997).

O município de Baturité apresenta vegetação bastante diversificada de acordo com a classificação foi feita com dados do RADAMBRASIL (1981). Os tipos de vegetação identificada na área de pesquisa como mostra o quadro 5 e o mapa de vegetação elaborado no programa *idrisi 32* ( Figura 10).

Unidades	Vegetação
Eas	Arbórea Aberta sem Palmeira
Acc	Agricultura Cultura Cíclica
Vsp	Vegetação secundária com Palmeira
Edp	Arbórea densa com Palmeira

**QUADRO 5: Tipos de vegetação de Baturité-CE**



**FIGURA 10: vegetação**

### 5.1.5 Pedologia

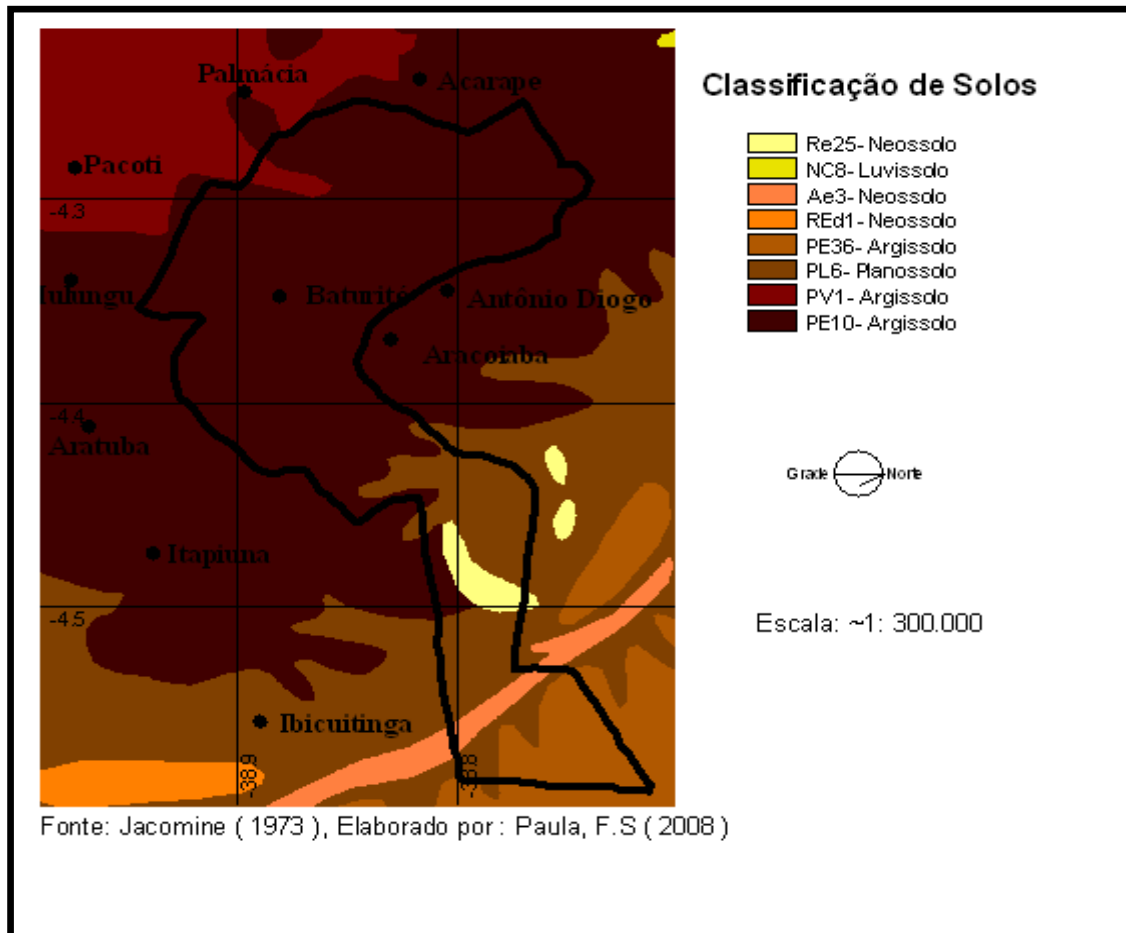
A permeabilidade do tipo de solo do aterro é importante fator com relação a penetração da água. Solos com maior coeficiente de permeabilidade, favorecerão a movimentação de líquidos de percolação, que atingirão distâncias maiores em maior quantidade e menor tempo. Os solos argilosos poderiam ser recomendados, pois assim seria bastante reduzida a quantidade de água que penetraria no aterro, para a formação do líquido de percolação.

A elaboração do mapa pedológico de Baturité-CE foi feito na base de JACOMINE *et al* (1973) apresentado na escala de 1:600.000 com o mapeamento de 159 tipos de solos no estado do Ceará (Figura11), no qual oito associações foram identificadas em Baturité-CE (Quadro 6). Segundo EMBRAPA (1999) o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos alterou a nomenclatura da classificação dos solos (JACOMINE, 1973).

Associações de Solo (JACOMINE, 1973)		EMBRAPA (1999)
Re25	Solos Litólicos Eutróficos A fraco e moderado textura arenosa e média	Neossolos
NC8	Bruno não- Cálculo Vértico textura média argilosa fase Pedregosa Caatinga Hiperxerófila	Luvissolos
Ae3	Solo aluvial Eutrófico A fraco textura média fase caatinga hiperxerófila	Neossolos
Red1	Solo litólico Distrófico A moderado textura arenosa cascalhenta fase Pedregosa e Rochosa caatinga hiperxerófila	Neossolos
PE36	Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico A moderado textura argilosa fase floresta caatinga	Argissolo
PL6	Planossolo Solódico+ Solonetz Solodizado + Solos Litólicos Eutróficos	Planossolos
PV1	Podzólico Vermelho Amarelo A moderado textura argilosa fase floresta subperenifolia	Argissolos
PE10	Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico A moderado textura argilosa fase floresta caatinga	Argissolos

**QUADRO 6: Associações de Solo no município de Baturité-CE**

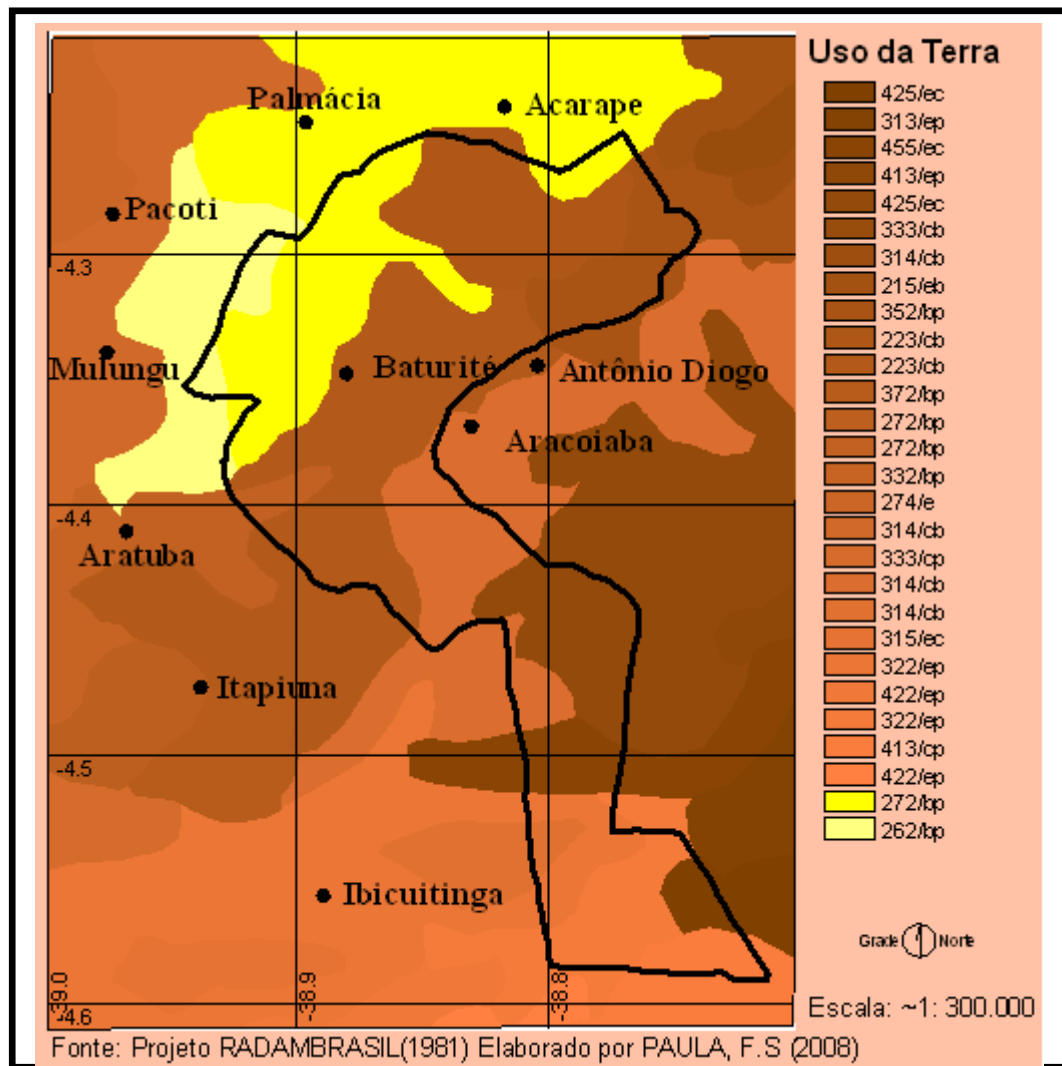
A característica de solo adequada para a atividade de aterro é PE 10 Argissolos porque quanto maior coeficiente de permeabilidade maior a movimentação de líquidos percolados consequentemente atingirão distâncias maiores em maior quantidade e menor tempo. Também tem efeito de redução da quantidade de água que penetraria no aterro, para a formação do líquido de percolação.



**FIGURA 11: Classificação de Solos**

### 5.1.6 Uso da Terra

Essa característica abrange toda a área desde a declividade, drenagem e textura do solo que são vertentes envolvidas na atividade de aterro sanitário. Portanto as características mais adequadas para município de Baturité foram a que tem menor declividade até 5%, solo argiloso e textura granular. Na reclassificação a característica, 314\cb, tem importância fundamental, pois se encaixa nos limites permitidos para identificação das áreas propicias para aterro sanitário.



**FIGURA 12: Uso da Terra**

O quadro 7 mostra as características necessárias para o cruzamento das imagens juntamente com a drenagem e declividade das unidades conforme EMBRAPA(1981).

Unidade	Declividade(%)	Drenagem	Textura H.B	Textura H-A
314/cb	<5	Moderada	Franco-arenosa	Granular
322/ep	5 a 15	Moderada	Muito argilosa	Granular
422/ep	5 a 15	Moderada	Argilosa	Blocos subangulares
413/cp	<5	Moderada	Franco-arenosa	Blocos subangulares

**QUADRO 7: Drenagem e declividade das unidades**

### 5.1.7 Potencial de Recursos Hídricos

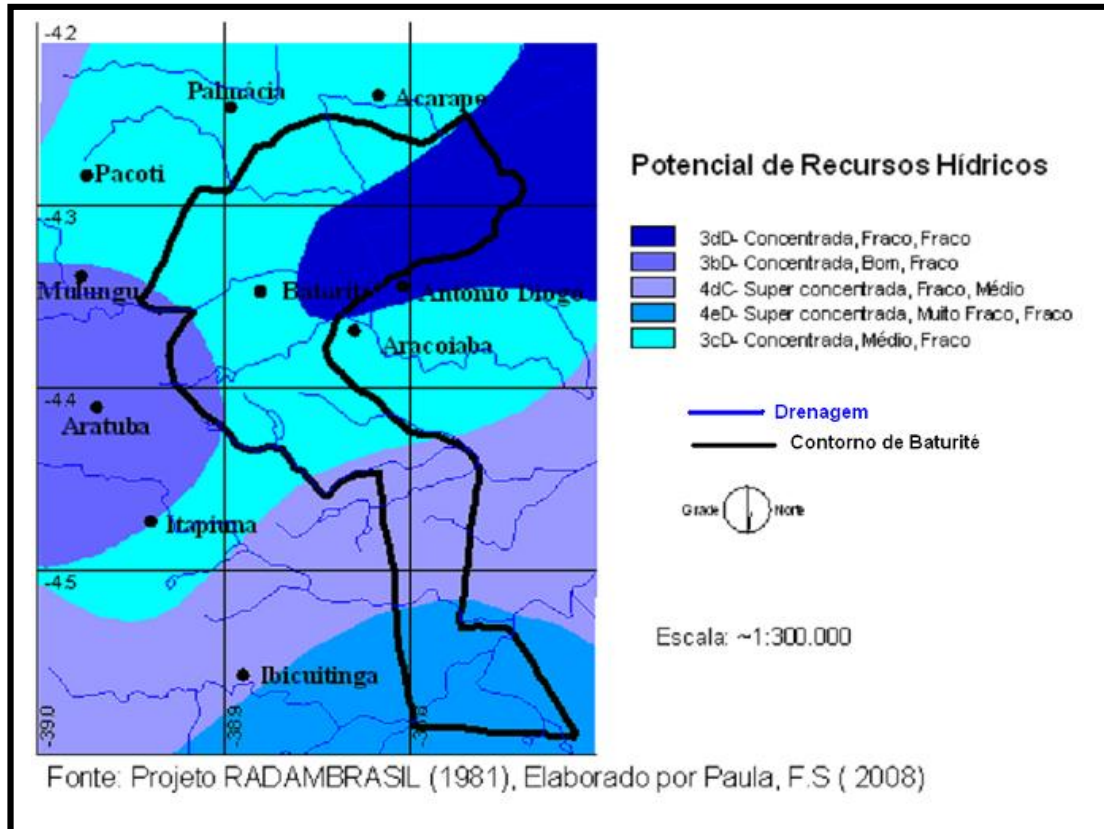
A localização do aterro com relação a distância dos recursos hídricos da área, contribuirá para maior ou menor facilidade da poluição dos mesmos pelo lixo. Isto conseqüentemente tem efeito positivo porque a percolação da água infiltrada permanecerá na superfície dificultando a contaminação do lençol freático. O potencial de recursos hídricos visa apresentar a distribuição espacial e temporal da água superficial e subterrânea, considerando seu potencial de qualidade e quantidade (RADAMBRASIL, 1981).

O mapa de Potencial de Recursos Hídricos é composto por três características identificados em Baturité de acordo com (RADAMBRASIL, 1981). O quadro 8 mostra as características identificadas nos municípios próximos de Baturité com relação a distribuição anual de chuva, Potencial Hídrico de Superfície e Potencial Hidrogeológico.

Dessas características apresentadas a que mais favorece a atividade de aterro é a 3dD, concentrada referente a distribuição da chuva, fraca referente ao Potencial hídrico de superfície e hidrogeológico fraco. Isto significa que em Baturité quanto maior a pluviosidade maior a concentração da chuva, mais ela se distribui. Nessa proporção, o aterro deve ainda mais se afastar da cidade para obedecer aos limites de distâncias dos recursos hídricos mesmo tendo vocação hídrica (Figura 13).

<b>Tipos de vegetação</b>	<b>Distribuição Anual de Chuvas</b>	<b>Potencial Hídrico de Superfície</b>	<b>Potencial Hidrogeológico</b>
3dD	Concentrada	Fraco	Fraco
3bD	Concentrada	Bom	Fraco
4dC	Super concentrada	Fraco	Médio
4eD	Super concentrada	Muito Fraco	Fraco
3cD	Concentrada	Médio	Fraco

**QUADRO 8: Potencial de recursos hídricos.**  
**Fonte: RADAMBRASIL, 1981.**

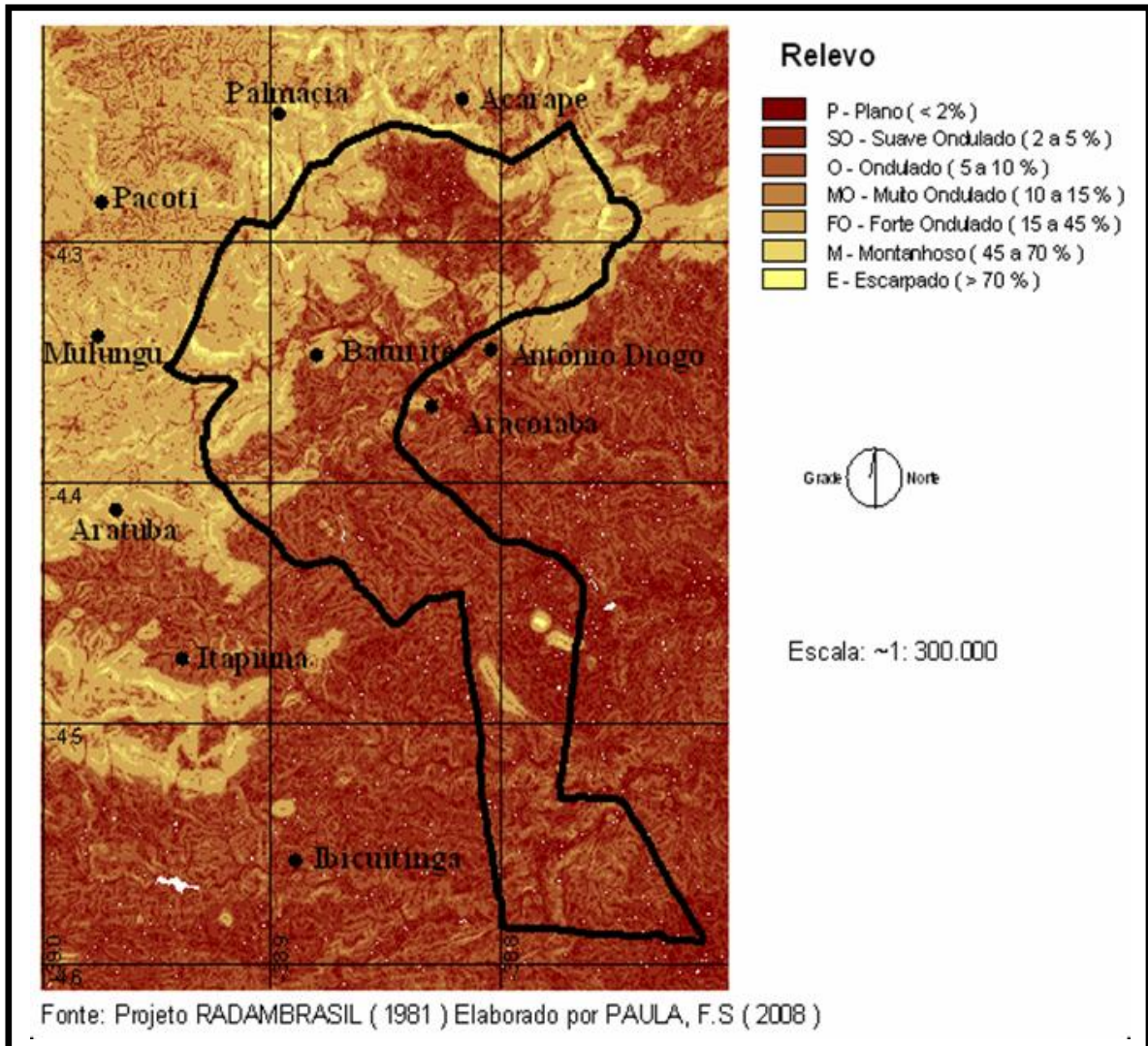


**FIGURA 13: Potencial de Recursos Hídricos**

### 5.1.8 Relevo

As informações sobre as formas e a dinâmica do relevo do terreno, a compartimentação geomorfológica e características das unidades que compõem o relevo (áreas de morros, planícies, encostas, etc.); declividade do terreno.

A figura 14 representa os tipos de relevo identificados no município de Baturité-CE. Nessa característica, a que mais favorece a atividade de aterro sanitário é o relevo do tipo suave ondulado com declividade de 2 a 5% porque facilita o escoamento superficial do chorume destinado para tratamento na lagoa de estabilização.



**FIGURA 14: Relevo e Declividade do Município de Baturité**

### 5.1.9 Altimetria a 40 metros

A altimetria aponta a que altitude o município se encontra a cada 40 metros. No caso de Baturité, ele está no intervalo de 120 a 160 metros. Isto significa que está no pé de serra sendo favorável a drenagem dos percolados, escoamento superficial e facilita o transporte do lixo no caminhão. A figura 15 aponta os locais de altitude a 40 metros. As cores mais escuras apontam para maior altitude, ou seja, ao sul aumenta a altitude a cada 40 metros.



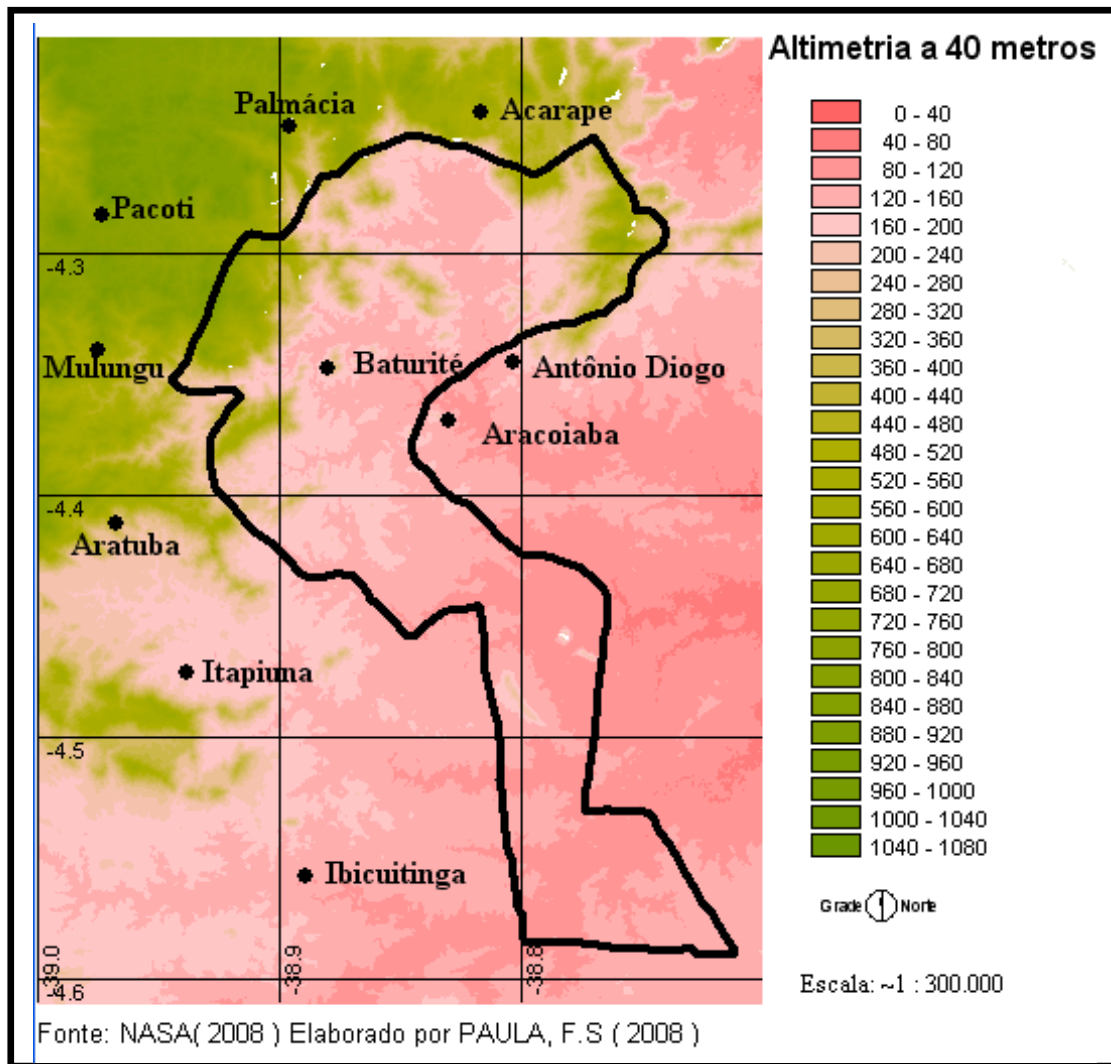
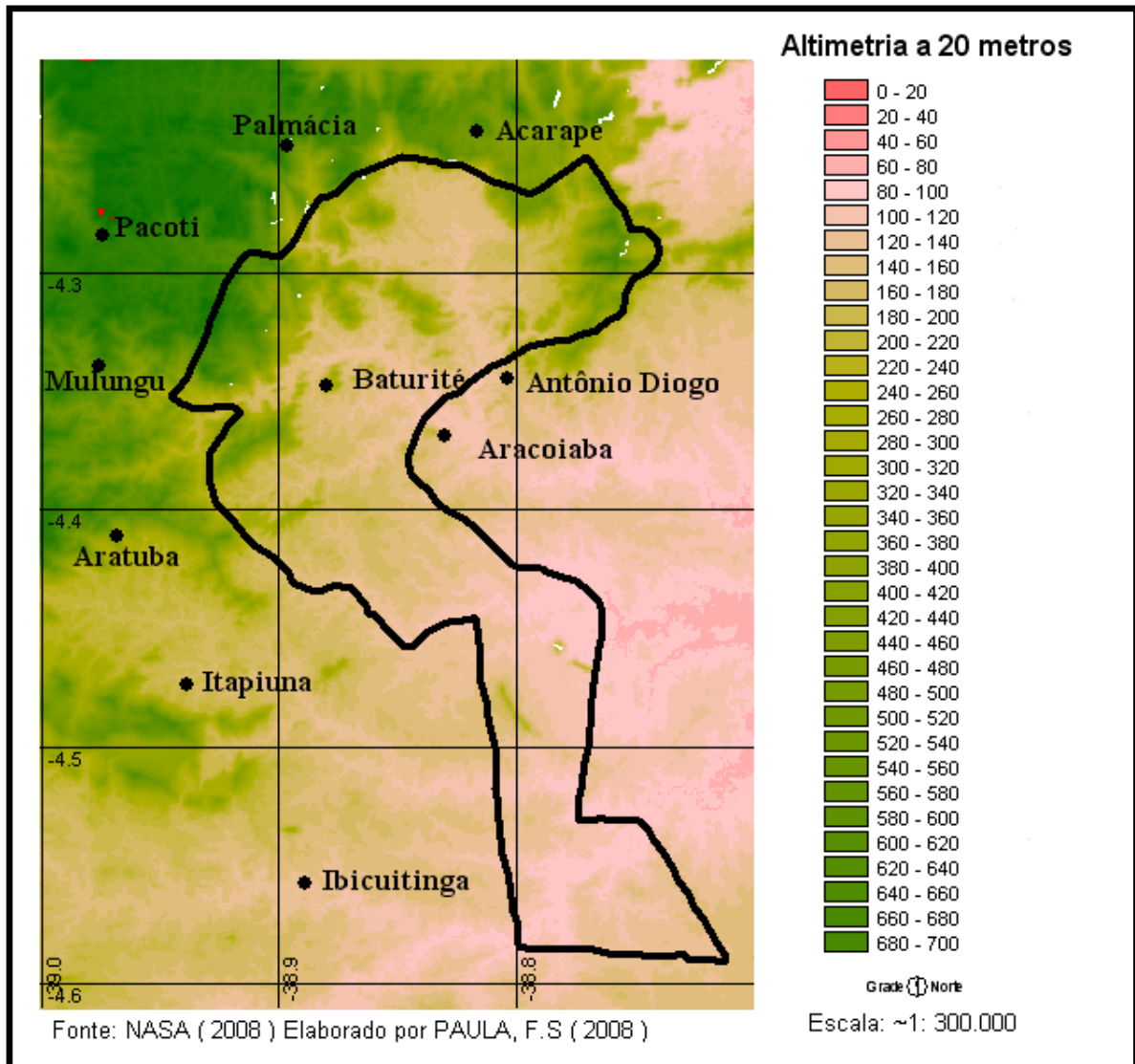


Figura 15: Altimetria a 40 metros

#### 5.1.10 Altimetria a 20 metros

Nessa altitude confirma a localização de Baturité favorável ao que foi comentado na altitude anterior sendo que agora é de 20 e 20 metros tendo a mesma finalidade. A Figura 16 mostra a altitude a cada 20 metros aumentando para o sul, onde se localiza os municípios de Ibicuitinga e Itapiuna.



**FIGURA 16: Altimetria a 20 metros**

## 6 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE BATURITÉ-CE

A composição gravimétrica é definida pelo percentual dos diversos componentes presentes no lixo. Essa composição normalmente espelha o nível de renda da população (De Lamare Neto, 2004). Essa foi feita baseada na Norma Brasileira 1007.

A primeira coleta para amostragem foi realizada em 21 de abril de 2008. Essa coleta foi feita no período da tarde de 14: 00hs às 17:30 hs pelo caminhão compactador nos seguintes bairros: Mondego, Conj. S. Francisco; Vila Nova; Loteamento N.S de Fátima; Bairro Dr.João Ramos; Rua Pe. Artur Redondo; Beira-Rio; Jordão (até o grupo escolar).

O processo usado para a caracterização foi o quarteamento na Figura 17, realizado em duas etapas. Dos 2000 kg (peso líquido) de resíduos sólidos trazidos pelo caminhão, foram separados 143 kg de amostra na Figura 15 colocados no chão do lado esquerdo do lixão para facilitar o manuseio da amostra do lixo e para que a mesma não se misture com o restante dos resíduos sólidos.



FIGURA 17: amostra para ser quarteada

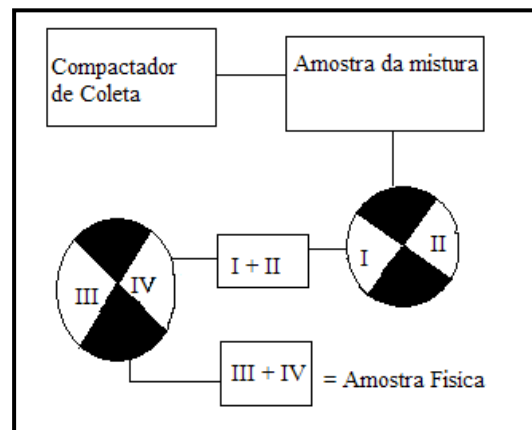


FIGURA 18: Quarteamento

A amostragem 143 kg foi misturada e quarteada, ou seja, dividida em quatro partes, onde foram descartadas duas partes aleatórias e opostas (Figura 17). As duas partes restantes foram novamente misturadas, quarteadas e descartadas mais duas partes aleatórias e opostas (Figura 18).



**FIGURA 19: Mistura de resíduos**



**FIGURA 20: Resíduos quarteados**

Com os resíduos que ficaram no solo (Figura 19) para ser quarteado, foi feita a caracterização física, manualmente. Nessa atividade os colaboradores usaram os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) cedidos pela Prefeitura Municipal de Pacatuba-CE, entre estes: luvas de couro, botas e máscaras, como mostra a Figura 21.

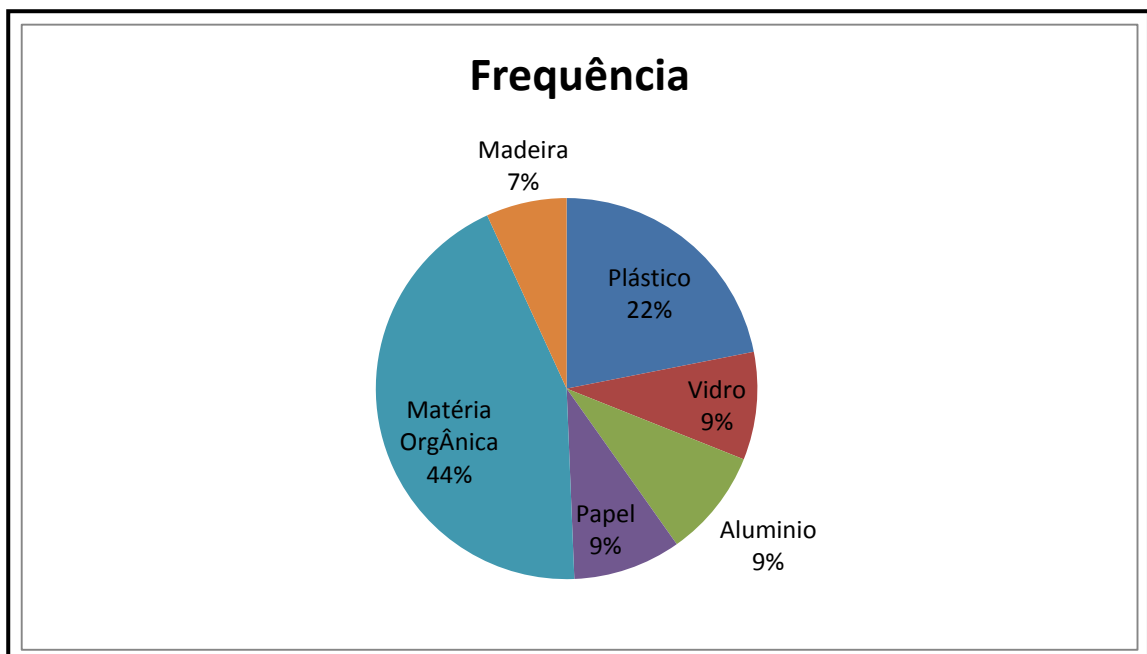


**FIGURA 21: Utilização de EPIs**

A tabela 4 mostra o resultado da primeira composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no município de Baturité-CE, realizada em 21 de abril de 2008, onde o resultado da pesagem, em porcentagem, dos resíduos urbanos foi: 21,9% para o plástico como: copos descartáveis, fraldas descartáveis, embalagens do tipo PET, entre outros.; o vidro, o alumínio e o papel tiveram a mesma porcentagem de 9,15%; a madeira obteve 6,84% e a matéria orgânica apresentou porcentagem maior com 43,8%, já a figura 22 mostra a freqüência dessa primeira composição por meio de gráfico.

Componentes	Peso da 1ª Caracterização	Peso da 2ª Caracterização
Plástico	21,9%	3,75%
Vidro	9,15%	5%
Alumínio	9,15%	0,75 %
Papel	9,15%	3,12%
Matéria Orgânica	43,8%	86%.
Madeira	6,84%	-
Total	100%	100%

**TABELA 4: Composição gravimétrica dos resíduos de Baturité-CE**



**FIGURA 22: Frequência da Primeira composição gravimétrica**

Percebe-se que mesmo a matéria orgânica tenha obtido maior porcentagem, assim, notou-se que na separação desses materiais, pelo quarteamento, o resíduo

caracterizado com plásticos que teve a segunda maior porcentagem (22%). A segunda composição gravimétrica foi realizada no dia 11 de novembro de 2008 no horário de 10:30 hs da manhã. O resultado da pesagem, em porcentagem, dos resíduos urbanos foram: 3,75% para o plástico como: copos descartáveis, embalagens do tipo PET, entre outros; o vidro obteve 5%, o ferro 0,75 % alumínio, isopor de 0,12%, Pano de 3,75%, o Papel de 3,12% tiveram e a matéria orgânica apresentou porcentagem maior com 86%. Nessa matéria orgânica foi encontrada várias fraldas descartáveis, alimentos, vegetação, varrição, vegetais e poda para justificar a porcentagem maior. Nesse dia os garis disseram que o entulho era separado. Na uma visão da necessidade da implantação de aterro sanitário, bem como a coleta de lixo no município de Baturité-CE, foram realizados quarenta (40) questionários (ver em anexo) baseados na metodologia de Maranconi (2005).

Itens avaliados	Frequência(%)		Total de Entrevistados
	Sim	Não	
Você acha suficiente a coleta na sua cidade?	65,0	35,0	40
Você sabe para onde é levado o lixo?	45,0	55,0	40
Você acha correto o local para onde levam o lixo?	40,0	60,0	40
Você conhece outro tipo de atividade para dispor o lixo?	22,5	77,5	40
Você sabe se tem reciclagem de lixo?	77,5	22,5	40
Você acha que ocorrem muitos problemas ambientais e urbanos devido o lixo?	42,5	57,5	40
Você tem conhecimento sobre aterro sanitário?	22,5	77,5	40
Você acha que tem necessidade de implantar aterro sanitário?	60,0	40,0	40

**TABELA 5: Análise da coleta de lixo em Baturité-CE**

A aplicação foi distribuída entre os 15 bairros da cidade. A tabela 5 mostra os resultados das onze (11) perguntas feitas para população dessa cidade onde se pode ter uma visão mais aproximada da opinião das pessoas residentes nos bairros com relação a coleta de lixo feita pela prefeitura onde o responsável é um empresa terceirizada.

Com relação ao item “eficiência da coleta de lixo na cidade”, dos 40 entrevistados, 65% correspondente a 26, disseram que se satisfaz com a coleta na sua casa devido a destinação do resíduo está sendo realizado. Já o item referente ao local para onde o material está sendo levado, 55% correspondente a 22 dos entrevistados não tem noção para onde vai esse lixo.

Em relação à opinião dos entrevistados voltada para o local correto onde o lixo é levado. O resultado aponta com maior porcentagem de 60% (24) disseram que não acham correto ter o lixão como destinação final para os resíduos. Com esse resultado percebe-se a concomitância dos resultados entre essa pergunta e a anterior a essa. Na opinião dos entrevistados com relação ao conhecimento deles sobre aterro sanitário, 77,5% (31) disseram que não sabem sobre aterro.

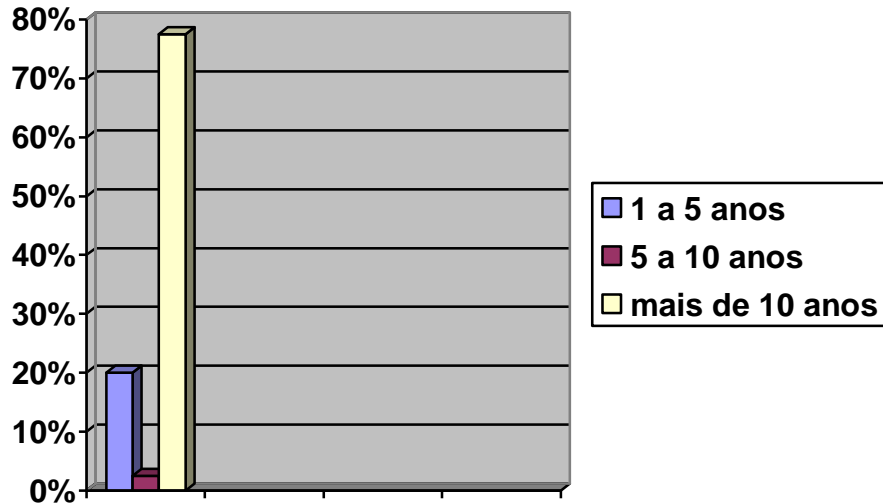
Na opinião dos entrevistados com relação a outro tipo de disposição além dessa que está sendo proposta para implantação do aterro sanitário, 77% (30) desconhecem outro tipo, até porque vários entrevistados não sabiam o conceito dessa atividade.

A pergunta relacionada a reciclagem na cidade, 77,5% (31), responderam que existe reciclagem, mas aleatoriamente, constatando o que foi visto no dia da caracterização dos resíduos. A próxima pergunta refere-se aos problemas ambientais e urbanos, voltados para a saúde pública. Os entrevistados responderam com 57% (23) que o lixo não é o maior causador dos problemas de saúde pública.

Com relação à necessidade de implantação de aterro sanitário, dos 40 entrevistados, 60% (24), afirmaram da necessidade de implantação de um aterro sanitário, após a abordagem sobre a definição do termo “aterro sanitário” durante a entrevista.

O resultado da pergunta relacionado ao tempo de moradia da população de Baturité. Dos 40 entrevistados 20, 5% moram nessa cidade entre 1 a 5 anos, já os

moradores de 5 a 10 anos apenas 2,5% e por último a porcentagem maior de 77,5% moram a mais de 10 anos como mostra o gráfico 2.



**GRÁFICO 2: Tempo de moradia**

O Quadro 09 mostra a freqüência relativa com relação ao grau de escolaridade da população de Baturité. O resultado aponta que 50% dos entrevistados tem o primeiro grau. Já só 2,5% não estudam, ficando com a freqüência menor.

Qual sua escolaridade?	Freqüência(%)	Total
Primeiro Grau	50%	40
Segundo Grau	27.50%	40
Nível superior	20%	40
Não estudam	2,5%	40

**QUADRO 9: Freqüência de Escolaridade**

A estimativa populacional corresponde a cálculo da população futura nos próximo vinte anos (21), ou seja, o produto do número de população pela taxa geométrica. Na presente pesquisa o período estimado foi de 2007 a 2028. Essa estimativa servirá para os próximos cálculos necessários para dimensionar um aterro sanitário.



Segundo o IBGE (2007), a quantidade de habitantes no município de Baturité é de 31.669 pessoas, e a estimativa para 2008 é de uma população 39.518, sendo a taxa geométrica de crescimento anual é de 1,06 % (IBGE, 2000).

Deste modo, tomando por base a taxa geométrica de crescimento anual de Baturité e a produção per capita já calculada e mencionada de 0,500kg/hab.dia, estimou-se a população e a produção dos resíduos sólidos, ano a ano, de 2007 a 2028.

Com a produção de resíduos sólidos do Município já diagnosticada, e a estimativa da produção de resíduos sólidos, pode-se obter a quantidade de resíduos acumulados no decorrer do período de duração do aterro.

### **6.1 Dimensionamento do Aterro Sanitário: Baturité-CE**

Para esse cálculo referente ao dimensionamento do aterro, adotaram-se os parâmetros utilizados no Memorial Técnico Descritivo de Aterros Sanitários da Secretaria de Infra-Estrutura do Governo do Estado do Ceará, que são:

Vida útil do aterro = 21 anos

Densidade média do lixo compactado = 0,270 kg/m<sup>3</sup>

Contribuição per capita de lixo = 0,500 kg/hab.dia

Cobertura das camadas compactadas de lixo com argila = 20%

Grau de compactação: 2: 1

Para o cálculo de dimensionamento do aterro necessita-se:

Quantidade total de resíduos sólidos que será depositado no Aterro Sanitário ao longo de 20 anos.

Peso específico, que é o peso dos resíduos sólidos em função do volume ocupado por ele.

Grau de compactação, que é a redução do volume que a massa de resíduos pode sofrer, ao ser submetido a uma determinada pressão.

- Volume do material de recobrimento.
- Volume do lixo compactado.

- Volume total, que é a somatória do volume de recobrimento com o volume do lixo compactado.

- Área do aterro.

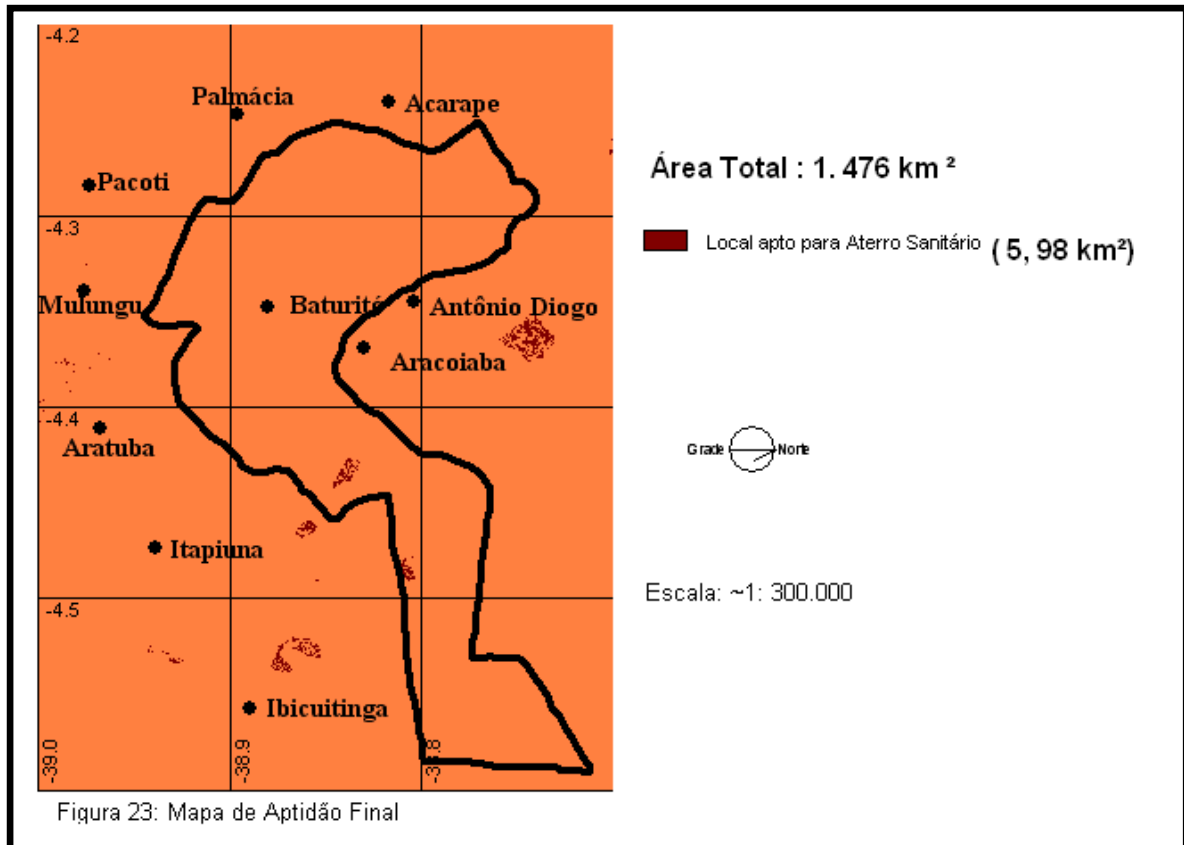
- Espessura do aterro.

A Tabela 6 mostra a estimativa da produção de resíduos no período de 21 anos. Ela foi desenvolvida através da metodologia utilizada por Cabral (1997), do dado populacional e da taxa geométrica de crescimento anual do município, dados do IBGE (2007).

## 6.2 Proposta para Implantação de Aterro Sanitário em Baturité-CE

Para subsidiar essa implantação foi necessário primeiramente dimensionar o aterro sanitário no período de vinte e um anos e posteriormente gerar mapa de aptidão baseada nas cartas temáticas reclassificadas com características propícias para essa atividade. Essa reclassificação foi baseada na NBR 8.419, que expõe os limites e potencialidades da área para receber essa atividade. Para dimensionar a área onde poderá ser implantado o aterro sanitário no município de Baturité-CE, teve-se que inicialmente calcular a quantidade acumulada de Resíduos Sólidos, no período de 21 (vinte e um anos) com produção total de 3.187.464ton. A partir dessa produção baseou-se no peso específico do lixo (densidade)= 270kg/m<sup>3</sup> e um grau de compactação de 2:1 espessura média do aterro. O volume de resíduos compactado (VI) é calculado pela divisão da produção total de resíduos sólidos e o peso específico compactado. Nesse cálculo o VI é de 2.656.220 toneladas. Já o volume do material de recobrimento (Vm) é igual a 1/5VI. O cálculo é de 531.244m<sup>3</sup>. O volume total deu 3.187.464m<sup>3</sup>. A área do terreno é calculada pela divisão do volume total pela espessura do aterro que é igual a 318.146m<sup>2</sup> equivalente a aproximadamente a 30 hectares em vinte anos. Se for 1 ano a área do terreno será de 1,5 hectares. A reclassificação foi feita por meio do do *software* CARTALINX, as imagens com formato BITMap foram digitalizadas e exportadas para o IDRISI 32, nos quais os arquivos foram convertidos em imagens *rasters*. Com esse *software* foram confeccionados e reclassificados para que após, houvesse a sobreposição dos mesmos. Os mapas utilizados foram: Uso dos recursos naturais, Pedologia, Recursos Hídricos, Rodovia e Geologia manipulados na ferramenta GIS ANALYSIS

– DATA BASE QUERY- OVERLAY do IDRISI 32. Essas imagens *rasters* foram produtos com base na álgebra de mapas. Portanto, o mapa de aptidão como mostra a figura 23, que a área total representa 1.476 km<sup>2</sup> e somente 5,9 km<sup>2</sup> dessa área que possibilita a implantação do aterro sanitário.



**FIGURA 23: Mapa de aptidão para Aterro Sanitário**

Ano	População	Produção per capita (kg/hab.dia)	Massa de lixo gerada por dia kg/dia	Massa de lixo gerada por dia (ton/dia)	Massa de lixo gerada por ano (ton/ano)	Quantidade acumulada de RS (ton/ano)	Quantidade acumulada de RS (m³/ano)	Quantidade acumulada + recobrimento (m³/ano)*
2007	31.669	0,500	15.834,50	15,83	5.779,59	5.779,59	8.256,56	9.907,87
2008	32.005	0,500	16.002,35	16,00	5.840,86	11.620,45	16.600,64	19.920,77
2009	32.344	0,500	16.171,97	16,17	5.902,77	17.523,22	25.033,17	30.039,80
2010	32.687	0,500	16.343,39	16,34	5.965,34	23.488,56	33.555,08	40.266,10
2011	33.033	0,500	16.516,63	16,52	6.028,57	29.517,13	42.167,33	50.600,79
2012	33.383	0,500	16.691,71	16,69	6.092,47	35.609,60	50.870,86	61.045,03
2013	33.737	0,500	16.868,64	16,87	6.157,05	41.766,66	59.666,65	71.599,98
2014	34.095	0,500	17.047,45	17,05	6.222,32	47.988,98	68.555,68	82.266,81
2015	34.456	0,500	17.228,15	17,23	6.288,28	54.277,25	77.538,93	93.046,72
2016	34.822	0,500	17.410,77	17,41	6.354,93	60.632,18	86.617,40	103.940,88
2017	35.191	0,500	17.595,33	17,60	6.422,29	67.054,48	95.792,11	114.950,53
2018	35.564	0,500	17.781,84	17,78	6.490,37	73.544,85	105.064,07	126.076,88
2019	35.941	0,500	17.970,32	17,97	6.559,17	80.104,01	114.434,31	137.321,17
2020	36.322	0,500	18.160,81	18,16	6.628,70	86.732,71	123.903,87	148.684,64
2021	36.707	0,500	18.353,31	18,35	6.698,96	93.431,67	133.473,81	160.168,57
2022	37.096	0,500	18.547,86	18,55	6.769,97	100.201,64	143.145,19	171.774,23
2023	37.489	0,500	18.744,47	18,74	6.841,73	107.043,37	152.919,09	183.502,91
2024	37.886	0,500	18.943,16	18,94	6.914,25	113.957,62	162.796,60	195.355,92
2025	38.288	0,500	19.143,95	19,14	6.987,54	120.945,16	172.778,80	207.334,56
2026	38.694	0,500	19.346,88	19,35	7.061,61	128.006,77	182.866,82	219.440,18
2027	39.104	0,500	19.551,96	19,55	7.136,46	135.143,24	193.061,77	231.674,12
2028	39.518	0,500	19.759,21	19,76	7.212,11	142.355,35	203.364,78	244.037,74

**TABELA 6: Estimativa de Produção de Resíduos Sólidos em Baturité-CE**

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados do presente trabalho de investigação obteve-se uma caracterização geoambiental envolvendo Uso dos recursos naturais, Pedologia, Recursos Hídricos, Geomorfologia, Vegetação e Geologia, que foram os fatores relevantes para superposição de cartas, e de resíduos sólidos da área, identificando os possíveis locais para implantação de aterro sanitário por meio do mapa de aptidão final.

Assim, com base nos resultados obtidos a partir dos programas *idrisi* e *cartalinks*, aprofundou-se o conhecimento detalhado da área, por exemplo: o clima de Baturité é satisfatório, pois é tropical quente-úmido, estação seca e chove pouco. Isto significa que para atividade de aterro sanitário atende devido está diretamente ligado a temperatura que é alta contribuindo para aumento da radiação solar, favorecendo a propagação dos odores provocados pelos resíduos. Já a evapotranspiração favorável, pois facilita a transferência de água do solo para atmosfera, menor volume e a umidade diminuem.

Conclui-se também que o município de Baturité está classificado como solo seco pois significa que a passagem do líquido, chorume, diminui dificultando a contaminação do lençol freático. À área também com potencial hidrológico e hidrogeológicos fraco favorecendo para a não poluição dos recursos hídricos e aumento da distância dos limites permitidos pela legislação.

A característica de relevo é satisfatória, pois essa área permitiu o escoamento superficial do chorume com maior facilidade carreando o chorume para ser tratado na lagoa de estabilização. Entretanto o solo também é satisfatório, pois há uma redução na quantidade de água em paralelo a formação de líquido percolado. A supressão da vegetação tem efeito positivo, pois é fácil de revegetar porque o solo está fértil devido a matéria orgânica.

A geologia da área de estudo se mostrou favorável pois o líquido percolado vai se movimentar com mais facilidade por meio das camadas que aumenta por ser rocha sedimentar. No caso da geomorfologia, a área é caracterizada como sendo de inclinação positiva e declividades favoráveis, contribuindo para drenagem e escoamento superficial do líquido que provem dos resíduos sólidos.

Com relação ao uso da terra nessa área, a drenagem e a declividade estão diretamente ligadas à unidade caracterizada nos mapas do RADAMBRASIL. Isto significa quanto menor a declividade, a drenagem aumenta e a textura do solo fica mais argilosa, pois esta característica favorece para a atividade de aterro sanitário.

Conclui-se que a área de estudo de caso não se encontra preparada de forma suficiente para receber a atividade de aterro pois a sua extensão é mínima mesmo apresentando características geoambientais favoráveis. Também se encontra com matéria orgânica em maior porcentagem, por meio da composição gravimétrica realizada na caracterização dos resíduos sólidos justificando a necessidade de aterro sanitário para acondicionar esse material de maneira adequada. Conclui-se também que necessita de 1,5 hectare de área para implantar o aterro sanitário mas em contrapartida a simulação não aponta essa área toda.

Conclui-se ainda que de acordo com as respostas do questionário a população necessita de aterro sanitário pois não tem noção dessa atividade e a atividade de reciclagem também seria uma forma de aumentar a vida útil do aterro sanitário.

A área recomendada para a construção de aterros sanitários chega a ser mínima, correspondendo 0,40 % da área total estudada. Este número coloca o município de Baturité ainda mais necessitando essa atividade.

Sugerem-se estudos mais aprofundados como o geotécnico para se obter mais certeza da simulação da pesquisa que foi feita na possibilidade de identificar melhor os locais para implantação de aterro sanitário.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AL. Assembléia Legislativa do Estado do Ceará. **Situação dos Aterros Sanitários é Discutido em Audiência Pública**. Disponível em: [www.al.ce.gov.br](http://www.al.ce.gov.br). acesso em 02-01-08.

ASSUNÇÃO, C.D.C. **Caracterização dos Resíduos Sólidos do Município de Pacatuba-CE: Subsídio para a elaboração de Proposta de Reciclagem**. Monografia (graduação).CEFETCE, 2005.

BERTANLANFY, L.Von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Ed.Vozes Ltda. Rio de Janeiro, 1975. 351p.

BRASIL. **Lei 2.312, de 03.09.1954**, dispõe, sobre normas gerais, sobre defesa e proteção à saúde. Brasília, 1954.

BRASIL. **Decreto 49.974 – A, de 21.01.1961**, Regulamenta, sob a denominação de Código Nacional de Saúde, a Lei nº 2.312, de 3 de setembro de 1954, de Normas Gerais Sobre Defesa e Proteção da Saúde. Brasília, 1961.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 001, 20 de abril de 1991**, Dispõe sobre a criação de Câmara Técnica para elaboração de proposta de alteração da Portaria nº 53/79. Brasília, 1991.

BRASIL. **Portaria MINTAR nº 53/79, 03.03.9**, no que se refere à natureza dos resíduos gerados no país. DOU: 1991.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 001, 5 de Janeiro de 1986, Dispõe sobre procedimentos relativos a Estudo de Impacto Ambiental, 1986.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 006, 15.06.1988**, Dispõe sobre o licenciamento de obras de resíduos industriais perigosos. Brasília, 1988.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 023, 19.12.1996**, Regulamenta a importação e uso de resíduos perigosos. Brasília, 1996.

BRASIL.**Lei nº 11.423, de 08 de janeiro de 1988**, Proíbe no território Cearense o depósito de rejeitos radioativos. Brasília, 1988.

BRASIL. Lei 11. 445 05 de janeiro de 2007, Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, 2007.

BRASIL. **A constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: DOU 1988.

BRASIL. **Decreto 4.297, 10 de Julho de 2002**, estabelece critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE. Brasília: DOU, 2002.

BRASIL. **Lei nº 10.257, 10 de julho de 2001**, que instituiu o Estatuto da Cidade. Brasília: DOU, 2001.

BRASIL. **Lei nº 6.938, 31 de agosto de 1981**, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília: DOU 1981.

BRASIL. NBR 13.896, junho de 1997, **Aterros de não-perigosos-critérios para projeto, implantação e operação**, 1997.

BRASIL. NBR 8.419, abril de 1992, **Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos**, 1992.

- CABRAL, N.R.A.J. **Proposta de Solução Integrada para O Destino Final dos Resíduos Sólidos dos Municípios de Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha** – CE. Dissertação (mestrado). UFC, 1997.
- CALIJURI, M.L. **Sistemas de Informação Geográfica II**. Viçosa: UFV, 1995. 40p.
- CAMARGO, A. P, CAMARGO, M.B.P, **Uma Revisão Analítica da Evapotranspiração Potencial**. *Bragantia* vol. 59 nº 2, 2000.
- CAMPOS, J.A. In: **Aspectos Histórico-Econômicos, Geoambientais e Ecológicos do Maciço de Baturité**. Fortaleza: CEPEMA, 2000.
- CAVALCANTE, A.M.B. **A Serra de Baturité**. Fortaleza, 2005.
- CEARÁ. Lei Nº 13.103, de 24 de Janeiro de 2001, que instituiu a **Política Estadual de Resíduos Sólidos**: DOE 2001.
- CEARÁ/SEMACE, 1992. **Zoneamento ambiental da APA da Serra de Baturité: Diagnóstico e Diretrizes**. 136p. Fortaleza.
- CEARÁ/SRH. 1992. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**. Volume 2 – Estudos de Base II. p. 871-1114. Fortaleza.
- CEARA. Localização de Mapas. Acesso em : [www.ceara.com.br/cepg/mapa\\_ceara](http://www.ceara.com.br/cepg/mapa_ceara), 2009.
- CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de Sistemas Ambientais-São Paulo> Edgar Blucher, 1999.
- CRISPIM, M. **Fortaleza tem cerca de 8 mil catadores**. Caderno/Editorial: CIDADE. Data: 09/Out/2005. Pág. 12. 2005.
- CRUZ, Olga. **A Serra do mar e o litoral na área de Caraguatatuba: contribuição a geomorfologia tropical litorânea**. São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1974. 156p.
- DE LAMARE NETO, A. **Resistência ao Cisalhamento de Resíduos Sólidos Urbanos e de Materiais Granulares**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.
- Divisão de Pesquisa Pedológica DNPEAA-Ministerio da Agricultura. Divisão de Agrologia Drn-Sudene- Ministerio do Interior. In: **Levantamento Exploratório-Reconhecimento De Solos Do Estado Do Ceará. Descrição De Perfis De Solos E Análises**. Convênio de Mapeamento de Solos MA/DNPE-SUDENE/DRN convênio MA/ CONTAP/USAID/ETA. Recife, 1973.
- DOMINGOS, C.S. **Geoprocessamento e Localização de Aterros na Região Metropolitana de Fortaleza**. Dissertação (mestrado).UECE.2007
- DOMINGOS, C.S; MORAIS, J.O. **Geoprocessamento e Localização de Aterros na Região Metropolitana de Fortaleza**. ANAIS... XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, São Paulo: USP, 2005.
- EASTMAN, J. R. **Idrisi 32: Guide to gis and image processing. Worcester(MA), Clarl Labs**, v.1 e 2, 1999.
- EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos (1999). In Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa. Produção de Informação. Rio de Janeiro, 1 ed.: 105-283,1999.



FUNCEME-Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, **Mapeamento da Cobertura Vegetal e do Uso e Ocupação do solo da APA da Serra de Baturité-Ceará**. Fortaleza, 2006.

IBAMA-Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. **Planejamento Biorregional do Maciço de Baturité(CE)**,UECE.-Fortaleza: Branco do Nordeste, 2002.

IBGE, Censo Demográficos. Acesso em 05.09.2008: [://www.ibge.gov.br/cidadesat](http://www.ibge.gov.br/cidadesat), 2009.

IPECE, Instituto de Pesquisa Econômica do Estado do Ceará. **Perfil Municipal de Baturité**. Disponível em [www.ipece.gov.br](http://www.ipece.gov.br)(acesso em 01\01\2008).

IPLANCE. 1998. **Anuário Estatístico do Ceará - 1996/97**. Tomo I – Características Geográficas, Demográficas, Sociais e Políticas. Tomo II – Economia e Finanças. Fortaleza-CE, 1997.

JACOMINE, P.k.T (et alli). **Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará**, Recife: DPP, Agma\ DNPEA-SUDENE\ DRN, 1973.2 vol.( Boletim de Pesquisa n. 28)

JUNIOR, M. F. **O Aquífero Fissural como fonte hídrica para o Abastecimento Público-Serra de Baturité-Ceará-Brasil**. Dissertação ( mestrado), UFC, 2001.

KÖPPEN, W. **Climatologia; com un estudio de los climas de la tierra**. Versión de Pedro R. Heindrichs. México. Fonte de Cultura Económica. 478 p; 1948.

LIMA, L.C; SOUZA.M.J.N; MORAIS, J.O. **Compartimentação e Gestão Regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000. 268p.il.

LIMA, T.S.F. **Estudo Comparativo dos Solos das Vertentes Úmida e Seca do Maciço de Baturité- CE**. Dissertação (Mestrado).UFC,1983.

LINS, M. P. E & FILHO, V.J.M **Sistemas de Informações Geográficas e Modelagem Pesquisa Operacional**. Acesso em <http://members.tripod.com/producao/edicao1/rprogis.html> 21/02/2008.

LORENTZ, L.F. et al. **Análise da Bacia Hidrográfica da Represa de Jurumirim(SP) com uso de SIGs** In: GISBrasil 96 II Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, 2, Curitiba\PR Anais... Módulo Meio Ambiente. Curitiba.V. 1, p.783-790, 1996.

MAGALHÃES, FILHO, J.C. et alii. **Subsídios ao Planejamento da área nordestina: a Região de Baturité**. Rio de Janeiro, serviço gráfico do IBGE. 1971.p.30.

MARANCONI, A.M.M.C. In: *Praticando a geografia: Técnicas de Campo e Laboratório em Geografia e Análise Ambiental*, 2005.

MEDEIROS, R.B, ARAÚJO.T.E.P. A Educação ambiental no Enfretamento da Problemática do Lixo em uma comunidade na Zona Rural do semi-árido nordestino. Acesso em: [www. Proasnet. com.br](http://www.Proasnet.com.br)

MCHARG, I. L. In: **Design With Nature. Paperback Edition. Doubleday/Natural History Press**. Garden City, New York, 1971

MILARÉ, E. Direito do Ambient. Doutrina- Prática- Jurisprudência. 2ª ed. Revista dos Tribunais. Rio de Janeiro, 2001.

- MOTA, F.S.B. **Aterro Sanitário e Poluição da Água**. Dissertação (mestrado).USP, 1974.
- MOTA, S. In: **Preservação e Conservação dos Recursos Hídricos**: 2ª Ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.
- MOTA, S. In: **Urbanização e Meio Ambiente**: 3 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2003.
- NBR: Associação Brasileira de Normas Técnicas –ABNT Título: NBR 10007-**Amostragem de Resíduos**.
- NBR: Associação Brasileira de Normas Técnicas –ABNT Título: NBR 10004-**Classificação de Resíduos**.
- Nimer, E., 1979. **Climatologia do Brasil. Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente (SUPREN)**. Rio de Janeiro,. IBGE 422p
- OLIVEIRA, T.S; ARAÚJO, F.S. **Diversidade e Conservação da Biota na Serra de Baturité, Ceará**. Fortaleza: Edições UFC; COELCE, 2007.445p: il.
- OLIVEIRA, V.P. **Zoneamento Geoambiental do Sertão de Quixeramobim-CE. Dissertação(mestrado).UFC**, 1990.
- PEREIRA,C.M.C. **Análise da Problemática do Lixo nas Romarias em Juazeiro do Norte-CE**. Dissertação (mestrado).UFC, 2005.
- PNSB. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. IBGE. RJ, 2000.
- PORTUGAL, G. **O Lixo no Mundo**. Disponível em [www.gpca.com.br](http://www.gpca.com.br). acesso em 23-03-2008, 2008.
- PROINTEC. **Diagnóstico da situação de coleta e destino final dos resíduos sólidos nos municípios do Estado do Ceará**, 2005.
- RADAMBRASIL. **Projeto RadamBrasil Fortaleza: Geologia, Geomorfologia, Vegetação, Uso Potencial da Terra**. Folha SA 24. Ed. Fac. Sinistra. RJ, 1981.
- RANIERI, V. L. **Discussão das Potencialidades e restrições do meio como subsidio para Zoneamento Ambiental-o caso do município de Descalvado(SP)**. São Carlos, Dissertação ( mestrado)-Escola de Engenharia de São Carlos, USP.87p., 2000.
- RANIERI, V.E.L; FONTES, A.T, SOUZA,M.P. **Determinação da Viabilidade Ambiental da Disposição Final de Resíduos Sólidos Domiciliares: Estudo de Caso do Município de Descalvado(SP)**. In: Cláudio Luis Crescente Frankenberg; Maria Teresa Raya-Rodriguez; Marlize Cantelli. (Org.). **Gestão ambiental urbana e industrial**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003, v. , p. 13-25.
- RANIERI, V.E.L; FONTES, A.T; SOUZA, M.P. **Determinação da Viabilidade Ambiental da Disposição Final de Resíduos Sólidos Domiciliares: Estudo de caso do município de Descalvado (SP)**. Anais... III Simpósio Internacional Internacional de Qualidade Ambiental- Gestão Ambiental Urbana e Industrial. Porto Alegre-RS – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e ambiental.Porto Alegre:RS, 2002.
- ROSA, E.C. da; MALHEIROS, R.; SANTOS, A.C.; SOUZA, H.A. de; BARBOSA, A.S.. **Revegetação com espécies nativas do Cerrado no Parque Ecológico de Goiânia**. In Simpósio Brasileiro de Recuperação de Áreas Degradadas, 3, 1997, Ouro Preto, MG. **Trabalhos Voluntários**. Viçosa, MG: SOBRADE/UFV, 1997. p.507-510.

- RUSSO, A. T. Avaliação dos Processos de Transformação de Resíduos Sólidos Urbanos em Aterro Sanitário. (Dissertação) Universidade do Minho, Portugal, 2005.
- SANTOS, R.F. In: **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática**. Editora: Oficina de Textos. Edição 2004. 184 págs.
- SARAIVA, I.J; CORREIA, J.T.C.N. Gestão Ambiental: Instalações e Serviços Industriais. FCTUC, 2001\ 2002.
- SEINFRA, Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará. **Histórico do Município de Baturité**. Disponível em [www.seinfra.gov.br](http://www.seinfra.gov.br) (acesso em 15 de Outubro de 2008).
- SEINFRA. **Manual Técnico de Aterro Sanitário**, 2001.
- SEMACE-Superintendência Estadual do Meio Ambiente. **Zoneamento Ambiental da APA da Serra de Baturité. Diagnóstico e Diretrizes**. Fortaleza:SEMACE, 1991.136p.il
- SEPLAN-Secretaria de Planejamento e Coordenação, Divisão de Geografia e Cartografia. Escala 1: 500.000, 1994.
- SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.MCIDADES.SNSA. Brasília, 2008.
- SOBRINHO, N.L.C. **Uma Análise do Balanço Hídrico do Aterro Sanitário de Presidente Prudente**. Viçosa (MG), 2000.
- SOUZA, M..P. **Instrumentos de Gestão Ambiental: Fundamentos e Prática**. São Paulo, ed. Riani Costa, 112p., 2000.
- SOUZA, M.P; OLIVEIRA, I.S.D, FONTES, A.T, MONTÃO, M, RANIERI, V.E.L. **A Base de Referência e os Instrumentos da Política Ambiental**. Anais.... 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, 2000.
- SOUZA, Marcos José Nogueira. **Bases geoambientais e esboço do Zoneamento ecológico-econômico do Estado do Ceará**. In: LIMA, Luiz. C. (Org.) Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará. Fortaleza: FUNECE, 2000. p 6-105.
- SUDENE. **Dados Climáticos**. Departamento de Recursos Naturais. Recife, 1990, 627p.
- THORNTHWAITE, C.W. et alii. 1944. **Report of the committee on transpiration and evaporation. American Geophysical Union**. Part. V. 687 p.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. FIBGE-SUPREN, Rio de Janeiro, 1977. 97p.
- TUCCI, C.E.M,(org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: ABRH-EDUSP,1993. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v.4.p. 182 -193.
- WEBER, E; HASENACK, H. **Identificação de áreas para instalação de aterro sanitário através de análises em SIG com classificação continua dos dados**. UFRS, 2002.

ANEXOS



Análise do sistema de disposição de Lixo no município de Baturité/CE  
Questionário para Pesquisa de Campo  
Pesquisadora: Francinize de Sousa Paula  
Local: Baturité/CE -  
Data:

**1) Quanto tempo você mora em Baturité**

- 1 a 5 anos  
 5 a 10 anos  
 mais de 10 anos

**2) Qual seu grau de escolaridade?**

- 1 grau  
 2 grau  
 nível superior  
 Não estuda

**3) Na sua rua tem coleta de lixo?**

- sim  não

3.1 Quantas vezes por semana passam o caminhão do lixo?

3.2 Quais os dias de coleta de lixo na sua rua?

3.3 Caso não tenha coleta de lixo, qual o destino final vc dá ao seu lixo?

**4) Você acha suficiente a coleta na sua cidade?**

- sim  não

**5) Você sabe pra onde é levado o lixo de Baturité?**

- sim  não

Para onde?

---

**6) Você acha correto o local para onde levam o lixo?**

- sim  não

Porquê?

---

**7) Você conhece outro tipo de atividade para dispor lixo?**

- sim  
 Não

Qual?

---

**8) Você sabe se tem reciclagem de lixo?**

- Sim  
 Não

**9) Você acha que ocorrem muitos problemas ambientais e urbanos devidos o lixo?**

- sim  
 não

Quais?

---

**10) Você tem conhecimento sobre aterro sanitário?**

- Sim  
 Não

**11) Você acha que tem necessidade de implantar Aterro Sanitário?**

- sim  
 não