

RIMA

RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL

**PROJETO DE IMPLANTAÇÃO PARA A AMPLIAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO
METROPOLITANO DE CAUCAIA – CE.**

FORTALEZA - CE

JUNHO/2011.

EQUIPE TÉCNICA

COORDENADOR

- Jose Dantas de Lima – Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental.

PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS – EQUIPE MULTIDISCIPLINAR

- Gustavo Adolfo Batista Nogueira – Engenheiro Civil
- Lauriston Ferreira Gomes Neto - Geólogo
- Francisco José Freire de Araujo - Biólogo
- Flavio da Silva França – Consultor Técnico
- Daniele Pontes de Souza - Advogada
- Leonardo do Bomfim Rolim - Cadista e Design Gráfico
- Rodrigo de Lima Pacheco - Estagiário

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	8
1 JUSTIFICATIVAS TÉCNICAS, ECONÔMICAS E AMBIENTAIS	9
2 RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO	11
3 O EMPREENDIMENTO	11
3.1 LOCALIZAÇÃO	12
3.2 CONCEPÇÃO TECNOLÓGICA	13
3.3 DETALHES TÉCNICOS DA AMPLIAÇÃO DO ASMOC	16
3.3.2 Estimativa da produção de resíduos no ASMOC – Ampliação	18
3.3.3 Dimensionamento das células de destinação final de resíduos	19
3.5 Drenagem do Lixiviado	23
3.6 SISTEMA DE TRATAMENTO DE LIXIVIADOS – CHORUME	26
3.7 DRENAGEM E TRATAMENTO DOS GASES	30
3.8 IMPERMEABILIZAÇÃO DE BASE	31
3.9 SISTEMA VIÁRIO	32
3.10 JAZIDAS	32
3.11 EXECUÇÃO DA CÉLULA PADRÃO	33
3.12 PROTEÇÃO SUPERFICIAL DOS TALUDES	33
3.13 CADASTRO DA IMPLANTAÇÃO DAS CÉLULAS	34
3.14 CINTURÃO VERDE	34

3.15 PLANO DE AVANÇO DO ATERRO	35
3.16 UNIDADES DE APOIO	38
3.17 UTILIZAÇÃO FUTURA DA ÁREA DO ATERRO.....	39
3.18 POTENCIAL ENERGÉTICO DO ATERRO SANITÁRIO.....	39
3.19 ENCERRAMENTO DO ATUAL ASMOC	39
4 COMPATIBILIZAÇÃO COM PLANOS, PROJETOS E PROGRAMAS SETORIAIS	40
4.1 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	40
4.1 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....	40
4.1.1 Precipitações	41
4.1.2 Ventos	41
4.1.3 Evaporação.....	42
4.2 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO.....	43
4.3 RECURSOS HÍDRICOS	44
4.3.1 Análise de qualidade das águas do riacho garoto	45
4.4 DESCRIÇÃO DA FLORA DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO.....	46
4.5 DESCRIÇÃO DA FAUNA DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO	57
4.5.1 A Fauna do Tabuleiro Pré-litorâneo	57
4.5.2 Fauna da Planície Fluvial.....	60
4.5.3 Fauna de ambientes lacustres.....	63
4.5.4 Espécies raras, ameaçadas de extinção ou de interesse econômico e científico.....	65
4.6 MEIO ANTRÓPICO	66
4.6.1 Diagnóstico socioambiental, econômico e cultural	67

5 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS, MEDIDAS MITIGADORAS E PROGRAMAS DE MONITORAMENTO E ACOMPANHAMENTO. 70

CONSIDERAÇÕES FINAIS 71

REFERÊNCIAS..... 72

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Localização da Ampliação do ASMOC.....	12
FIGURA 2: Modelo Tecnológico do CTR de Caucaia - CE.	14
FIGURA 3 - Área do Terreno em 3D.	17
FIGURA 4 - Layout da Etapa I de operação do aterro de RSU de Caucaia - CE.	20
Figura 5 - Layout da Etapa III de operação do aterro de RSU de Caucaia - CE.	20
FIGURA 6 - Layout da Etapa VII de operação do aterro de RSU de Caucaia - CE.	21
FIGURA 7 – Layout da Etapa XI de operação do aterro de RSU de Caucaia - CE.	21
FIGURA 8 – Layout da Última Etapa de operação do aterro de RSU de Caucaia - CE.	22
FIGURA 9 - Seção esquemática do sistema de drenagem do lixiviado.	24
FIGURA 10 - Dreno Principal de Lixiviado.	25
FIGURA 11 - Dreno coletor de fundação de Lixiviado.	25
FIGURA 12 - Execução da drenagem de lixiviado de base.	26
FIGURA 13 - Execução da drenagem de lixiviado de base.	26
FIGURA 14: Desenho esquemático do sistema de Gás	31
FIGURA 15: Imagem da localização da ampliação Aterro Sanitário e da sede municipal de Caucaia e a relação com a direção predominante dos ventos (ventos alísios – sudeste).	42
FIGURA 16 - Solo Planossolos solódicos (AID). Coordenadas UTM: 535110 E/ 9580140 N). Caucaia/CE. Novembro de 2010.	44
FIGURA 17 – Localização do Rio Ceará do Aterro na Bacia Metropolitana.	44
FIGURA 18 – MF011 – Riacho Garoto – Afluente do Rio Ceará – Conjunto Nova Metrópole - (AII). Coordenadas UTM: 537697 E/ 9583826 N). Caucaia/CE. Novembro de 2010.	45
FIGURA 19 - Vista geral da vegetação de Tabuleiro Pré-litorâneo da área apontada para ampliação do ASMOC. (Coordenadas UTM: 24 M 9580828 N / 534965 E – Novembro de 2010).	48
FIGURA 20 - <i>Enterolobium timbouva</i> Mart. (timbaúba).	48
FIGURA 21: <i>Auxemma oncocalyx</i> (Allemão) Taub. (pau-branco).	49

FIGURA 22 - <i>Combretum leprosum</i> Mart. (mofumbo)	50
FIGURA 23 - <i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul (catingueira).....	50
FIGURA 24- <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth. (sabiá)	51
FIGURA 25 - <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul (torém/imbaúba)	51
FIGURA 26 - <i>Syagrus picrophylla</i> Barb. Rodr. (coco-babão/católé)	52
FIGURA 27 - <i>Ricinus communis</i> L. (mamona)	53
FIGURA 28 - <i>Calotropis procera</i> (ciúme)	53
FIGURA 29 - <i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze (cabeça-branca)	54
FIGURA 30 - <i>Tridax procumbens</i> L. (erva-de-touro)	54
FIGURA 31 - <i>Clitoria ternatea</i> L. (cunha/priquitinha/clitória)	55
FIGURA 32 - <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth. (sabiá)	55
FIGURA 33 - <i>Hyptis</i> sp (bamburral/alfazema-brava)	56
FIGURA 34 - <i>Cleome spinosa</i> Jacq. (mussambê)	56
FIGURA 35 - <i>Polyborus plancus</i> (carcará/cara-cará)	59
FIGURA 36 - <i>Coragyps atratus</i> (urubu-da-cabeça-preta/urubu)	59
FIGURA 37- <i>Vanellus chilensis</i> (tetéu).....	61
FIGURA 38 - Colméia de marimbondo-chapéu (<i>Apoica pallens</i>)	62
FIGURA 39 - Gastrópode pertencente à Família Thiaridae.	63
FIGURA 40 - <i>Ardea alba</i> (garça-grande).....	64
FIGURA 41 - Espécie pertencente à Ordem Lepidoptera	65

APRESENTAÇÃO

O Relatório de Impacto Ambiental - (RIMA) ora apresentado tem como objetivo propor soluções para atenuar e/ou compensar os impactos ambientais adversos gerados e/ou previsíveis ao sistema ambiental pelas ações de construção, implantação e operacionalização do *“Projeto de ampliação de um Aterro Sanitário para Resíduos Sólidos, no Município de Caucaia – CE”*, além de propor medidas para manter o equilíbrio ecológico e promover o desenvolvimento sustentável do município de Caucaia.

A adoção das medidas propostas para o controle e monitoramento ambiental visa à mitigação ou absorção dos impactos adversos e maximização de impactos benéficos, e é de suma importância, tendo em vista que a não incorporação destas poderá resultar em danos ao meio ambiente.

O documento atende aos preceitos do Termo de Referência da Superintendência do Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMACE), e da Legislação Ambiental vigente no País, no Estado do Ceará e no Município de Caucaia.

Este documento contém: uma apresentação, síntese do empreendimento, definição da área de influência, uma síntese do diagnóstico ambiental, os principais impactos oriundos do projeto, medidas mitigadoras dos impactos e uma seqüência de planos de acompanhamento e monitoramento dos principais impactos do empreendimento.

Para maiores esclarecimentos técnicos, favor consultar o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Projeto Executivo.

INTRODUÇÃO

Os problemas de gestão dos resíduos sólidos no Brasil são evidentes e as propostas para resolvê-los seja mediante políticas públicas Federais, Estaduais e Municipais são urgentes. No Estado do Ceará também acontecem e a necessidade de resolvê-los são imediatas. Com o crescimento populacional acelerado, a grande migração de populações advindas de outras regiões do Estado para a Capital Fortaleza, traz reflexos para o município de Caucaia, aumentando a cada dia a geração de diversos tipos de resíduos, que chegam diariamente ao ASMOC – Aterro Sanitário Metropolitano de Caucaia. Aliado a este fato, nem o Estado e nem o município possui uma política pública em implantação para minimizar os problemas relativos ao saneamento básico, trazendo melhorias para a saúde da população.

O Estado do Ceará ainda encontra-se com um planejamento para a Gestão de resíduos sólidos urbanos em fase de elaboração através de estudos de regionalização dos serviços de saneamento, incluindo a gestão associada de serviços públicos para o Estado e outros programas que visam preencher estas lacunas.

O aterro sanitário é um equipamento projetado para receber e tratar o lixo produzido pelos habitantes de uma cidade, com base em estudos de engenharia para reduzir ao máximo os impactos causados ao meio ambiente. Atualmente é uma das técnicas mais seguras e indicada pela Organização Pan Americana de Saúde – OPAS e de baixo custo, compatível com a nossa economia.

Este aterro sanitário atende integralmente o que dispõe a Lei 12.305/2010 – Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos quanto aos princípios de minimização e de recuperação energética.

1 JUSTIFICATIVAS TÉCNICAS, ECONÔMICAS E AMBIENTAIS.

A implantação da ampliação do aterro sanitário metropolitano de Caucaia objetiva a adoção de uma solução tecnicamente correta para a destinação dos resíduos sólidos dos Municípios de Caucaia e Fortaleza, atualmente dispostos no ASMOC – Aterro Sanitário Metropolitano de Caucaia, com vida útil estimada em mais 4 anos, no máximo.

A concepção do projeto de ampliação do Aterro Sanitário Metropolitano de Caucaia fundamentou-se, essencialmente, em critérios de engenharia e normas técnicas específicas operacionais, objetivando minimizar os impactos ambientais e sociais causados pela disposição do lixo no município, revertendo o quadro encontrado na disposição dos resíduos sólidos, no km 14,5 da Rodovia BR 020, através de uma concepção técnica segura.

Na escolha da área da ampliação do aterro sanitário foram considerados cinco aspectos ambientais:

- Segurança e saúde pública
- Meio ambiente

- Aspectos sociais
- Aspectos culturais
- Custos

Foram estudadas três (3) áreas, para escolha do local onde será implantado a ampliação do aterro sanitário em atendimento a atual Norma 13.896/97.

Após visitas às áreas, procedeu-se à classificação das mesmas em ordem crescente, utilizando-se o *método matricial de hierarquização*, recomendado por Mcbean et al., “Solid Waste Landfill Engineering and Design” (1995), amplamente aceite por órgãos ambientais no Brasil, como CETESB, CPRH, ADEMA, SUDEMA e pela SEMACE.

Na elaboração da matriz de hierarquização, para os aspectos considerados foram estudados os fatores indicados no Quadro 1.

A aplicação do método matricial referido, considerando os aspectos ambientais - segurança e saúde pública; meio ambiente; aspectos sociais; aspectos culturais; custos - resultou na classificação apresentada na Tabela 1.

ASPECTO	FATORES
Saúde Pública e Segurança	Geologia / Permeabilidade Solo/ Hidrogeologia / distância de córregos/ Acessos
Meio Ambiente	Vegetação/ Fauna / Flora/ Geomorfologia / Declividade Pedologia/ Clima (Precipitação e Evapotranspiração)/ Ventos Predominantes/Adequação à Legislação/ Não impactação de outra área
Aspectos Sociais	Compatibilidade com uso do solo local/ Impacto Visual/ Proximidade de Habitações/ Odor /Poeira /Barulho /Uso futuro da área/ Infra-estrutura (água, esgoto, etc.)
Custos	Investimento na implantação/ Tamanho da área e vida útil / Localização de jazidas / Distancia do centro gerador / Titularidade da área

QUADRO 1: Fatores considerados na matriz de hierarquização para escolha da área para a ampliação do aterro sanitário metropolitano de Caucaia.

CLASSIFICAÇÃO	ÁREA	NOTA PONDERADA	FINAL
1	A	8,88	
2	B	7,74	
	C	7,64	

TABELA 1: Classificação das áreas em ordem alfabética.
FONTE: ECOSAM, (2010).

Analisando-se a classificação apresentada na Tabela 1, constatou-se que a **área A** obteve a melhor pontuação e foi, portanto, a escolhida para a implantação da ampliação do aterro sanitário metropolitano de Caucaia. Tal pontuação se deveu às boas qualidades técnicas da área, por ser vizinha ao atual local de disposição de resíduos associada ao fato da mesma atender a todas as restrições legais, condicionantes ambientais, condicionantes tecnológicos e viabilidade econômica.

2 RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO

ECOFOR AMBIENTAL S/A.

- Número de Registro Legal: CNPJ: 05.537.536/0001-64
- Inscrição Estadual: (CE) 06.676.934-5.
- Registro na SEMACE:
- Processo N°: 072 /2011.
- Superintendente: José Carlos Valente Pontes
- Endereço: Av. Pontes Vieira, 1838 – Bairro Dionísio Torres. Fortaleza – CE.

3 O EMPREENDIMENTO

A implementação da ampliação do Aterro Sanitário Metropolitano de Caucaia vem atender a uma necessidade básica de infra-estrutura para os municípios de Caucaia e Fortaleza, que atualmente dispõe de um aterro sanitário para a destinação final de seus resíduos sólidos, no entanto se encontra com sua vida útil reduzida e em fase de planejamento de desativação e fechamento. O ASMOC atual recebe cerca de 4.200 Ton/dia de resíduos sólidos e funciona com suas atividades de deposição em 3 turnos, recebendo os resíduos de 280 veículos, entre caçambas, compactadores e caminhões poli guindastes de trabalho contínuo, que realizam até 600 viagens por dia.

A concepção do Projeto de ampliação do Aterro Sanitário Metropolitano de Caucaia, integrante da Central de Tratamento de Resíduos de Caucaia fundamentou-se, essencialmente, em critérios de engenharia e normas específicas operacionais, objetivando minimizar os impactos ambientais e sociais.

A alternativa adotada para a destinação final dos resíduos teve por objetivo a implantação de uma ampliação de um aterro sanitário projetado dentro da concepção da disposição do mínimo possível de resíduos, ou seja, somente encaminhar ao aterro sanitário os resíduos que não possam ser reciclados e recuperados, para atender à demanda de lixo urbano das populações dos municípios de Caucaia e Fortaleza por um período mínimo de 16 anos e 8 meses, podendo ser aumentado certamente em função das políticas públicas de minimização e gerenciamento destes resíduos nos próximos anos.

Partiu-se da premissa de que, além de se elaborar um projeto de ampliação do atual ASMOC, para a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos dos municípios de Caucaia e Fortaleza, é necessário também que se proceda à desativação e o fechamento gradual da área do atual ASMOC, de forma a ir se procedendo a instalação da ampliação da nova área e ir se desativando e fechando a antiga área, dentro dos padrões técnicos vigentes.

3.1 LOCALIZAÇÃO

O Aterro Sanitário Metropolitano de Caucaia em sua ampliação será implantado em uma área total de células de lixo de 73,36 ha dentro de uma área total de 101,70 ha, no imóvel rural da gleba encravada na Fazenda Carrapicho, denominada de Fazenda Carrapicho, nas coordenadas UTM, 535025,9581 e 9580685,0332 conforme mostra a Figura 1.

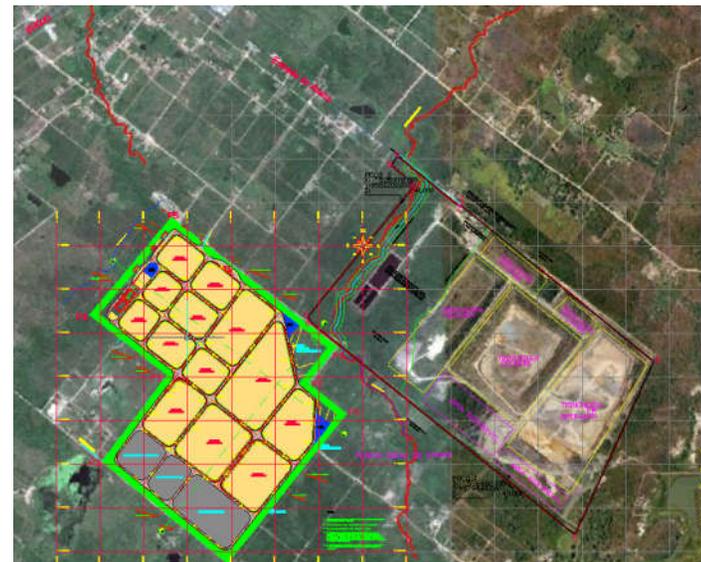


FIGURA 1: Localização da Ampliação do ASMOC
FONTE: ECOSAM, 2011

3.2 CONCEPÇÃO TECNOLÓGICA

A concepção do aterro sanitário se embasou fundamentalmente na topografia original da área, onde em função da topografia da área, de declividade plana, com declividade média de 2% no sentido longitudinal e transversal. Também foi considerado o nível de escoamento superficial da área, da vegetação existente e do alto nível de degradação, com a área de implantação das células totalmente desmatadas e um nível alto de antropização. Em função das características da área foi concebida toda a sua drenagem subsuperficial e superficial, sua drenagem de chorume, do lançamento das células de lixo na área, de tal forma que sua implantação vai atender o mais natural possível as características originais do terreno, sem interferência em cursos d'água e sem alteração dos níveis de antropização, de forma a devolver a área após o empreendimento implantado, uma área com bastante urbanização, pois foi prioridade na concepção o uso de urbanização com jardins em alguns locais, dando com isto uma concepção inovadora a este tipo de empreendimento, integrando suas características técnicas, operacionais e urbanísticas ao lay-out proposto, conforme mostra a Figura 1.

A ampliação do aterro sanitário metropolitano de Caucaia terá, inicialmente, capacidade para receber 4.500 toneladas de lixo por dia, para uma vida útil de 16 anos e 8 meses.

O aterro sanitário, constituinte do CTR de Caucaia, deverá contar com todos os sistemas e instalações necessários à sua adequada operação e controle técnico e ambiental, envolvendo:

- Áreas específicas para disposição e tratamento de resíduos domiciliares e de poda e de construção e demolição (construção civil).

- Sistema de drenagem e tratamento do lixiviado, compreendendo coleta e tratamento do chorume oriundo do processo de decomposição dos resíduos mais os líquidos percolados.
- Sistema de drenagem de águas pluviais.
- Sistema de drenagem e tratamento de gases.
- Sistema de Impermeabilização.

- Sistema de controle e proteção ambiental.
- Dotações de infra-estrutura na área, envolvendo a instalação de rede de energia elétrica, vias de acesso principais e secundárias e colocação de cerca em toda extensão do empreendimento, cinturão verde em todo seu perímetro, além de infra-estrutura e logística necessária para uma boa operação do aterro sanitário.
- Planejamento de utilização e Plano de encerramento do Aterro Sanitário.

A área do CTR de Caucaia contará com unidades de tratamento e destinação final de vários tipos de resíduos urbanos (domésticos, RCD e podaões).

A Figura 2 ilustra o modelo tecnológico das unidades previstas para a ampliação do Aterro Sanitário Metropolitano de Caucaia, as quais estão inseridas na nova concepção de sistemas integrados e sustentáveis de destinação final de resíduos sólidos urbanos.

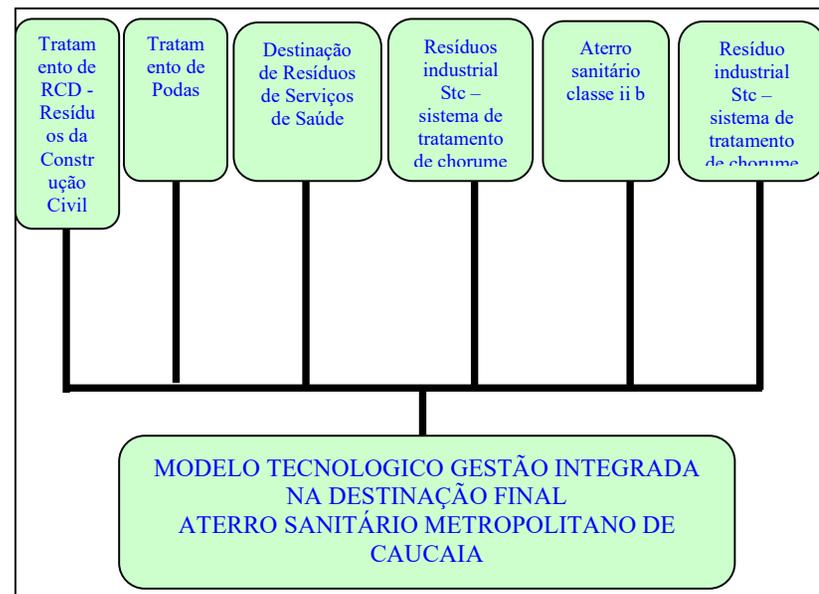


FIGURA 2: Modelo Tecnológico do CTR de Caucaia-CE.

O Sistema Integrado de Destinação Final de Resíduos de Caucaia será composto pelas unidades descritas a seguir:

- **Unidade de destinação final dos resíduos domiciliares e públicos**

A unidade de destinação final dos resíduos domiciliares e públicos terá uma área de 73,36 hectares e foi dimensionada para uma vida útil de 16 anos e 8 meses. O empreendimento será composto de duas Fases.

A Fase I constará da implantação de toda infra-estrutura inicial e a Fase II da operação das células de lixo.

- **Unidade de tratamento de Lixiviado - Chorume**

A unidade de tratamento físico-químico e biológico de Lixiviado foi dimensionada para receber uma vazão, em tempo seco, de 1,23 L/s e, em tempo de chuva, de 6,8 L/s e uma vazão média de 3,5 L/s. Nesta estação, todo volume de percolado gerado será tratado considerando uma eficiência mínima de 90%.

Estimou-se, para o lixiviado afluente, uma DBO igual a 8.000 mg/L e uma DQO de 12.000 mg/L.

- **Unidade de Tratamento de resíduos de Poda**

Os resíduos de podas vegetais (podas feitas em ruas, praças e parques) serão processados e transformados em bastonetes uniformes, em uma unidade específica a ser implantada na área do aterro sanitário. O tamanho dos bastonetes dependerá da solicitação da unidade que vai utilizá-la (indústrias cerâmicas e padarias).

O excedente que não puder ser utilizado ou comercializado será disposto em uma célula específica no aterro sanitário. Neste projeto, procedeu-se apenas à escolha de uma área de até 2,4 ha para abrigar a unidade de tratamento de podas, a qual ficará situada próximo da célula de disposição de resíduos de poda e da unidade de compostagem, facilitando, assim, a logística do processo. Um projeto específico para essa unidade será elaborado pela Prefeitura de Caucaia e Fortaleza.

- **Unidade de Triagem**

O objetivo da implantação das unidades de triagem é tratar de maneira adequada os resíduos, tais como, papel, papelão, plásticos, metais e vidros coletados nos municípios de

Fortaleza e Caucaia, e outros passíveis de reciclagem, destinando-se para as células do aterro os materiais que não possam mais ser reutilizados. Nessas unidades, algumas já existentes em Fortaleza, será aproveitada a mão de obra composta por catadores de rua que hoje realizam a catação de lixo nestas cidades, conforme Lei 12.310/2010.

As unidades de triagem serão planejadas e instaladas pela Prefeitura Municipal em áreas específicas fora do local do aterro sanitário. Um projeto específico das unidades de triagem será elaborado, paralelamente, pela Prefeitura Municipal de Caucaia, já que Fortaleza já dispõe de Projeto neste sentido.

• **Unidade de Aproveitamento e de Disposição de Entulhos**

A Prefeitura Municipal de Caucaia, por intermédio da Secretaria de Urbanismo e Obras, elaborará o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição, como exigida pela Resolução N° 307/2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. A Prefeitura Municipal de Fortaleza já tem o Plano de Gerenciamento e está em fase de implantação das ações previstas no Plano.

Os resíduos de construção e demolição (RCD) de pequenos geradores serão tratados e dispostos em áreas separadas do local de disposição de resíduos domiciliares. Essas áreas serão localizadas, conforme estudo realizado e serão concebidas de forma a se recuperar o máximo possível esses materiais, reintroduzindo-os no ciclo produtivo da construção civil e ocupará 3,4 ha no sistema.

• **Unidade de Disposição de Resíduos Industriais**

O objetivo da implantação da unidade de disposição de resíduos industriais é dispor de forma adequada esse tipo de resíduo e será implantada em uma etapa futura em uma área de 4,8 ha.

Esta unidade vai dispor esses resíduos de forma ambientalmente segura.

3.3 DETALHES TÉCNICOS DA AMPLIAÇÃO DO ASMOC

O aterro sanitário metropolitano de Caucaia será implantado em uma área de 101,70 ha, onde em apenas 73,36 ha

serão destinados à disposição dos resíduos e atenderá a todos os requisitos técnicos e ambientais, através de uma operação moderna e segura.

A conformação topográfica do terreno se apresenta como uma grande área plana com declividade de 2% a 3,5 %, no sentido norte-sul e de 1,5% no sentido leste-oeste. A escala do 3D está 10 vezes maior na vertical que na horizontal, para focar as elevações. Na extremidade leste da área existe o Riacho Garoto, de curso intermitente. Será ainda usado o material mais argiloso encontrado na área para a camada de impermeabilização de base das células, onde será utilizado um sistema inovador para o Estado do Ceará, com dupla camada de proteção, sendo: um liner mineral e um liner sintético.

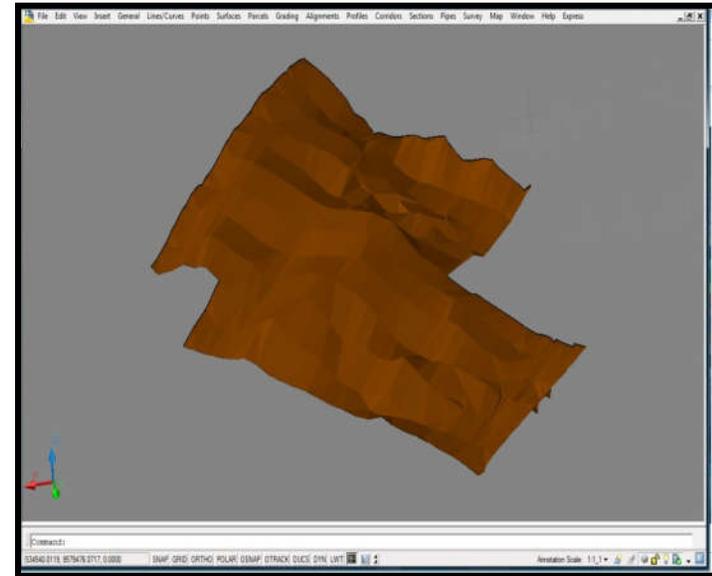


FIGURA 3 - Área do Terreno em 3D.

O aterro sanitário de Caucaia será construído em etapas, conforme apresentado a seguir:

Fase 1 – Fase de Implantação da Infra-estrutura

A fase de implantação da infra-estrutura do aterro sanitário consistirá na instalação de toda infra-estrutura física e operacional necessária para dar suporte à operação do mesmo. Nessa fase, serão realizadas as seguintes obras:

- Cercamento da área.
- Construção de unidade gerencial e administrativa.
- Construção de guarita de segurança.
- Construção de unidade de manutenção de máquinas e equipamentos.
- Construção de laboratório de controle ambiental.
- Construção da drenagem subsuperficial do aterro.
- Construção da drenagem superficial do aterro.
- Construção da estação de tratamento de lixiviado – modulada.
- Construção da unidade de tratamento de resíduos de poda.
- Construção da unidade de tratamento de Resíduos da Construção Civil.

A implantação dos sistemas de proteção ambiental na área que irá receber os resíduos da primeira etapa, contará com a execução do sistema de drenagem de águas subsuperficiais, com sistema de drenagem de águas superficiais, camada de solo argiloso compactado na fundação, manta de PEAD de 2,0 mm com a respectiva camada superior de proteção mecânica em solo e execução do sistema de drenagem de lixiviado na fundação, além dos acessos operacionais e pátios de descarga necessários.

A implantação da Unidade de Tratamento de Lixiviado será realizada nessa Fase poderá receber até 8,0 L/s em sua máxima vazão no mês de abril, devendo tratar, assim, todo o lixiviado gerado no aterro sanitário.

A fase inicial de implantação deverá ter duração de cerca de doze meses. A Fase 2 será a etapa de operação do aterro sanitário, mediante a disposição dos resíduos nas células de lixo e será distribuída em treze etapas de execução.

3.3.2 Estimativa da produção de resíduos no ASMOC – Ampliação

Para a definição da vida útil do aterro sanitário, torna-se fundamental estimar a quantidade de resíduos que deverão ser dispostos na área. Baseado nesta premissa considerou-se o crescimento populacional do município e a densidade de compactação do lixo em torno de 0,90 t/m³.

A Tabela 2 exibe dados sobre a população e a quantidade de resíduos sólidos urbanos de Caucaia e Fortaleza, até 2030.

Ano	População		<i>per capita</i> (kg/hab/dia)	RSU (ton/ano)	RSU (m³/ano)
	Fortaleza	Caucaía			
2010	2.447.409	324.738	1,53	-	-
2011	2.501.098	340.672	1,54	1.597.358,75	1.774.843,06
2012	2.555.965	357.387	1,55	1.648.228,89	1.831.365,43
2013	2.612.036	374.922	1,56	1.700.773,92	1.889.748,80
2014	2.669.336	393.318	1,57	1.755.054,18	1.950.060,20
2015	2.727.894	412.617	1,58	1.811.132,48	2.012.369,42
2016	2.787.736	432.862	1,59	1.869.074,17	2.076.749,08
2017	2.848.891	454.101	1,60	1.928.947,28	2.143.274,75
2018	2.911.388	476.381	1,61	1.990.822,61	2.212.025,12
2019	2.975.255	499.755	1,62	2.054.773,92	2.283.082,13
2020	3.040.524	524.276	1,63	2.120.877,98	2.356.531,09
2021	3.107.225	550.000	1,64	2.189.214,78	2.432.460,87
2022	3.175.388	576.986	1,65	2.259.867,65	2.510.964,05
2023	3.245.047	605.297	1,66	2.332.923,39	2.592.137,10
2024	3.316.234	634.996	1,67	2.408.472,47	2.676.080,53
2025	3.388.983	666.153	1,68	2.486.609,20	2.762.899,11
2026	3.463.328	698.838	1,69	2.567.431,85	2.852.702,06
2027	3.539.303	733.127	1,70	2.651.042,92	2.945.603,25
Total				35.372.606,44	39.302.896,04

TABELA 2 - Estimativa da Produção Anual de RSU de Fortaleza e Caucaia-CE.
Fonte: ECOSAM, 2011

Após a estimativa de produção de RSU procedeu-se ao cálculo do volume que será aterrado nas células de disposição final, indicando um volume de 24.599.995,72m³.

Assim de posse do volume de resíduos, constatou-se uma vida útil de 16 anos e 8 meses, compatível com empreendimentos deste nível e atende toda a Legislação sobre este assunto.

3.3.3 Dimensionamento das células de destinação final de resíduos

Neste Projeto foram definidas um total de 13 áreas para células durante treze etapas de alteamento. Ressalta-se que as etapas serão implantadas em seqüência, conforme indicado nas plantas, após o término de cada operação, uma vez que a etapa subsequente envolve o alteamento e a união das células seguintes. As Figuras 4 a 8 mostram a concepção do layout do aterro nas diferentes fases de operação.

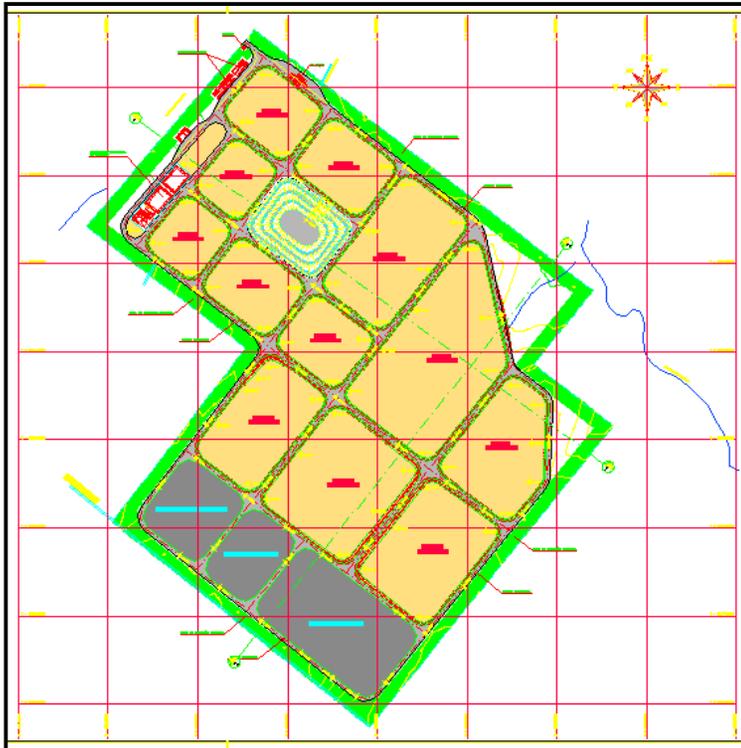


FIGURA 4 - Layout da Etapa I de operação do aterro de RSU de Caucaia-CE.

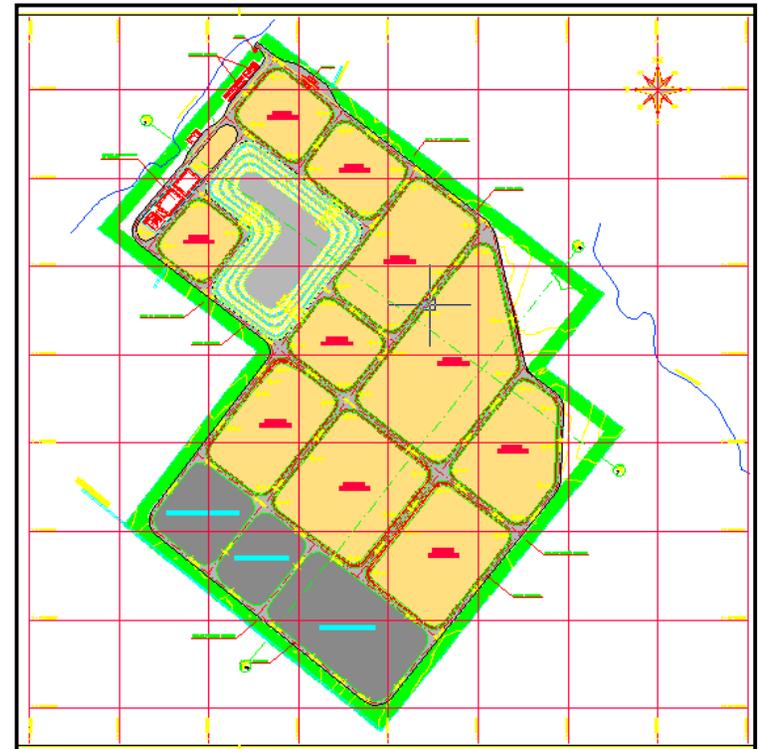


Figura 5 - Layout da Etapa III de operação do aterro de RSU de Caucaia - CE.

A Fase III será realizada pela junção das células da Fase I e II, preenchendo-se os vazios existentes entre as células e formando um maciço de resíduos sólidos.

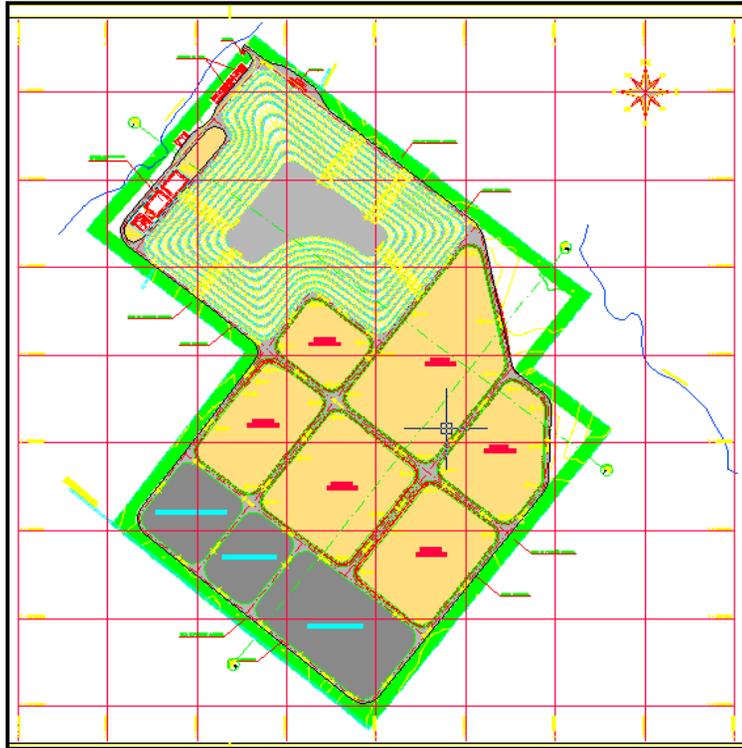


FIGURA 6 - Layout da Etapa VII de operação do aterro de RSU de Caucaia - CE.

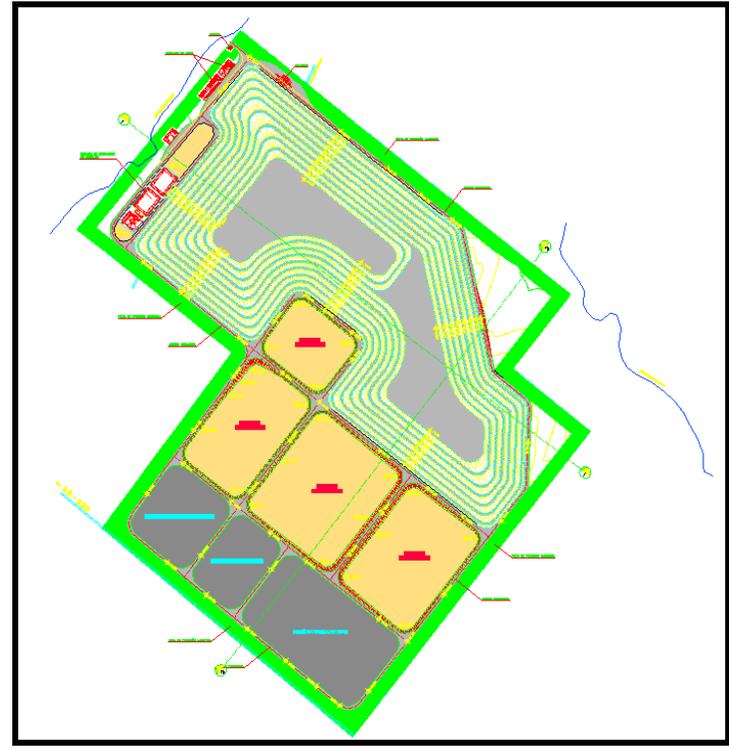


FIGURA 7 - Layout da Etapa XI de operação do aterro de RSU de Caucaia-CE.



FIGURA 8 – Layout da Última Etapa de operação do aterro de RSU de Caucaia-CE.

3.4 DRENAGEM DE AGUAS SUPERFICIAIS – PLUVIAIS

O sistema de drenagem superficial terá a função de recolher e desviar as águas da bacia de contribuição para fora do aterro sanitário, reduzir o volume de percolado gerado, melhorar as condições de operação do aterro durante chuvas intensas e evitar eventuais erosões e deteriorações nos taludes e acessos.

A drenagem de escoamento será em superfície livre, por ser mais econômica e mais eficiente na solução dos problemas com obstruções, que são facilmente identificadas e solucionadas. Os elementos do sistema de drenagem utilizados no aterro sanitário de Caucaia constam das plantas de detalhe do Projeto Executivo, compreendendo canaletas e canais com diferentes geometrias e dimensionamentos, descidas hidráulicas em colchão reno, caixas de passagem em gabião e alvenaria, galerias em tubos de concreto nas travessias e dissipadores em pedra rachão.

O sistema de drenagem de águas pluviais também tem como objetivos a coleta e o esgotamento das águas de chuva, de forma a evitar a ocorrência de erosões nos taludes e no sistema viário, bem como o aumento da quantidade de lixiviados por infiltrações superficiais.

Nos projetos de aterros sanitários, deve-se considerar a execução de uma rede de drenagem eficiente para evitar a poluição e/ou contaminação ambiental, especialmente das águas superficiais e/ou subterrâneas, pelo lixiviado, bem como permitir a operação dos aterros em qualquer situação climatológica. A finalidade básica dos sistemas de drenagem superficial é desviar as águas da bacia de contribuição para fora do local do aterro, possibilitando a operação, mesmo em dias de chuvas intensas, e diminuindo o volume de lixiviado.

O sistema de drenagem de água pluvial aqui projetado foi concebido a partir das seguintes premissas básicas:

- Permitir o rápido escoamento das águas que caem diretamente sobre essa área;
- Evitar que as águas das encostas cheguem à área mais plana e provoquem seu alagamento;
- Proteger o aterro dos escoamentos das águas que caem diretamente sobre ele;
- Interceptar os afluxos provenientes das encostas para evitar seu escoamento sobre as células do aterro sanitário.

3.5 Drenagem do Lixiviado

O sistema de drenagem de lixiviado terá como objetivo coletar e encaminhar, para a estação de tratamento, os líquidos percolados através da massa de resíduos mais o chorume produzido, evitando o comprometimento do aquífero e corpos hídricos superficiais, devido à elevada carga poluidora presente no mesmo. Tais serviços também serão fundamentais para permitir uma eficiente operação do aterro.

Os dispositivos de drenagem são basicamente dos seguintes tipos:

- Drenos de lixiviado na fundação (base).
- Drenos horizontais de lixiviado.

A concepção do sistema de drenagem de lixiviado se baseia na execução de drenos horizontais a serem construídos em cada célula de lixo, que coletarão lixiviado e, certamente, gás. Tais drenos se interligam com os drenos verticais de gás, levando o lixiviado até a base do aterro.

Apesar de esses poços trabalharem com a função de permitir o escape de gás contido na massa de resíduos para a

atmosfera, eles também propiciarão que o lixiviado que a eles se dirija seja conduzido, por gravidade, caindo no interior das chaminés até uma rede de drenos principais que se situará na fundação do aterro. Tais drenos principais reunirão, então, todo o lixiviado e o encaminhará até a mesma caixa de saída do sistema, indo, daí, para a estação de tratamento de lixiviado.

A drenagem geral do lixiviado na fundação do aterro sanitário será constituída de drenos principais, drenos coletores, drenos secundários e poços verticais de drenagem, como mostrado, de forma esquemática, na Figura 9. Os drenos serão envoltos mesma e reforçado duplamente, ficando apenas com a superfície superior livre, em contato com os resíduos. Estes drenos serão de tubo de concreto CA-2 perfurado com diâmetro de 500 mm e envoltos de uma camada de 100mm de brita nº 4.

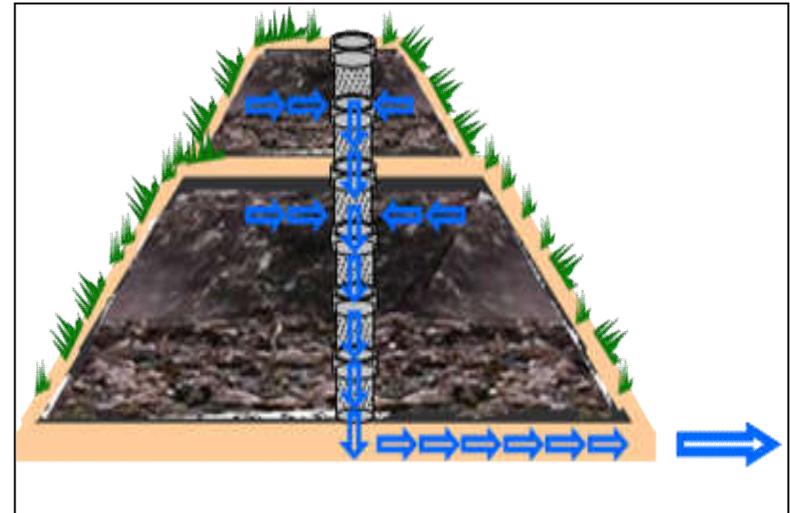


FIGURA 9 - Seção esquemática do sistema de drenagem do lixiviado.
FONTE: GNS UFPE, 2008.

As Figuras 10 e 11 mostram o esquema dos drenos principais e secundários de lixiviado, na base do aterro sanitário.

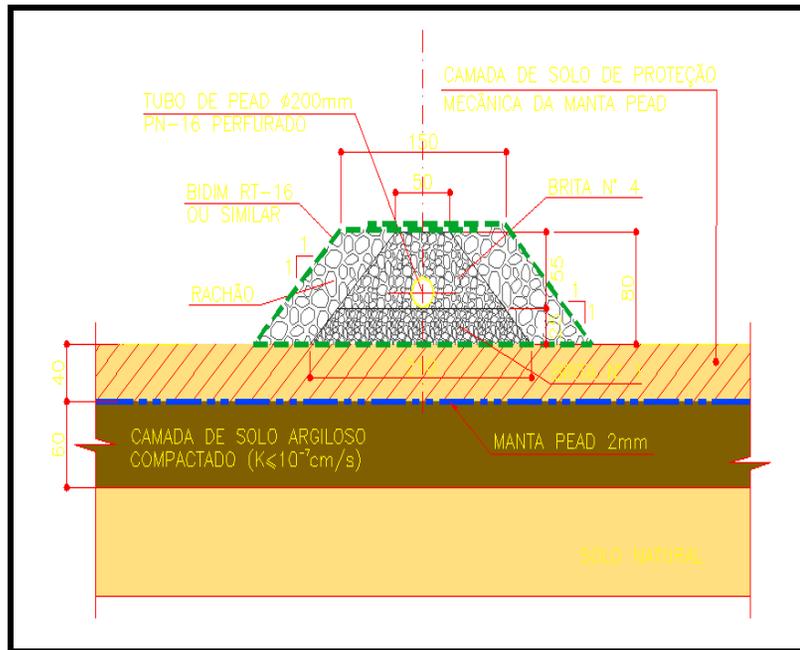


FIGURA 10 - Dreno Principal de Lixiviado.
FONTE: ECOSAM, 2011.

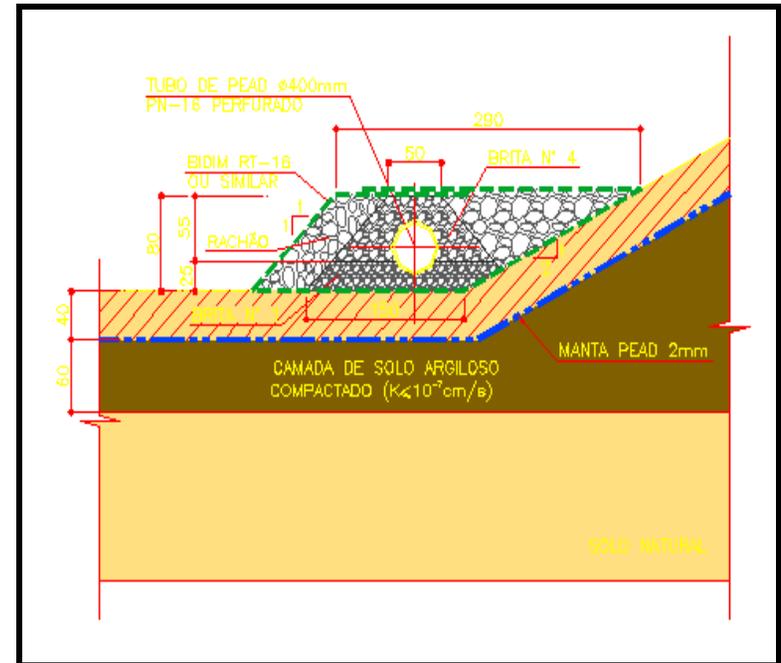


FIGURA 11 - Dreno coletor de fundação de Lixiviado.
FONTE: ECOSAM, 2011

A implantação do sistema de drenagem de lixiviado ocorrerá à medida que cada célula for implantada, iniciando-se a jusante da área e concluindo à montante. Inicialmente será implantado o sistema de drenagem de lixiviado de base das células.

As Figuras 12 e 13 mostram como será a execução da drenagem de lixiviado.



FIGURA 12 - Execução da drenagem de lixiviado de base.
FOTO: José Dantas de Lima, 2008



FIGURA 13 - Execução da drenagem de lixiviado de base.
FOTO: José Dantas de Lima, 2010

O lixiviado coletado pelos drenos de fundação será conduzido aos poços de visita localizados nas adjacências das vias e depois encaminhado ao Sistema de Tratamento de Lixiviados – STL.

3.6 SISTEMA DE TRATAMENTO DE LIXIVIADOS – CHORUME

O balanço hídrico do município de Fortaleza indica que há durante os meses de março a junho há um excedente hídrico e nos demais meses do ano um déficit hídrico.

A partir do balanço hídrico local, usando a série histórica, determinou-se a vazão de lixiviado que será tratada no sistema projetado como de 6,84 L/s, adotando-se neste projeto até 8,0 L/s.

Desse modo a vazão máxima a que o sistema de tratamento estará submetido será de 8,0 L/s.

A Estação de Tratamento de Lixiviados será projetada para tratar demanda atual e futura do futuro aterro sanitário, com uma eficiência de remoção de carga orgânica mínima de 90%.

O tratamento preliminar consistirá em processos de gradeamento, desarenação, caixa de gordura e sistema de equalização. Para consolidar o caráter de ampliação do ASMOC, utilizou-se das Lagoas existentes no ASMOC e implementou-se um novo sistema físico químico para o tratamento de Lixiviados, que passa a ser usando as seguintes tecnologias em seu processo de tratamento.

Toda água residuária gerada no processo do aterro passará por um sistema de pré-tratamento físico-químico e um pós-tratamento biológico, operando ambos com vazão controlada com função de homogeneizar o efluente.

Os tanques de equalização serão 02 unidades com um volume útil aproximado de 150m^3 , para um tempo de retenção de 12h. Trata-se de um tanque de reunião dos despejos provenientes do processo, objetivando homogeneizar e regularizar a vazão aduzida para as unidades subseqüentes, passando assim o sistema a operar com vazão constante. É neste tanque que ocorre a uniformização de cor, turbidez, pH, temperatura, carga orgânica. Está previsto uma lâmina mínima d'água para que os despejos afluentes sejam sempre homogeneizados. Esses dois tanques também permitirão maior flexibilidade ao processo, uma vez que terão um tempo de retenção hidráulico de aprox. 12 horas,

permitindo também que seja utilizado como tanque de emergência uma vez que sua operação poderá ser em paralelo.

Na entrada dos tanques de equalização está previsto o uso de uma peneira de canal de 3mm para retenção dos sólidos grosseiros que poderão acompanhar o efluente.

Ambos os tanques de equalização serão dotados de agitação via ar para mistura e controle automático de nível. Um soprador de ar tipo roots fornecerá ar para os difusores fixos de inox, que farão a homogeneização do tanque.

Na seqüência, o efluente é bombeado para os tanques de correção de Ph, coagulação e floculação, onde serão dosados os produtos químicos necessários para desestabilizar as partículas dissolvidas presentes no efluente. O sistema é controlado por duas unidades automáticas de controle de Ph On-line, na entrada e saída dos tanques e por um medidor de vazão onde pode-se controlar a vazão de pré-tratamento máxima, de aproximadamente $20\text{ m}^3/\text{hora}$. Os tanques de correção serão dotados de misturador vertical de montagem fixa, com entrada na parte inferior e saída na parte superior.

Nos tanques de reação serão utilizados os produtos químicos necessários para perfeita coagulação/floculação, de

acordo com testes de campo a serem realizados na etapa de detalhamento de projeto e start-up.

O produto químico será dosado em linha na tubulação do efluente onde, após haver a mistura rápida, as partículas serão desestabilizadas, com a colisão das partículas, ocorrerá a formação de partículas maiores denominadas coágulos.

É aplicado em linha o polieletrólito. para aumentar o tamanho dos coágulos, transformando – os em flocos. Após floculado, o efluente é encaminhado para o sistema de decantador lamelar de placas paralelas, onde ocorrerá a separação do lodo e da água clarificada. O decantador de Lamela permite a utilização de pequena área e alto rendimento, somado ao fato de possuir pequeno custo operacional e de manutenção, por não apresentar partes móveis, mecânicas ou elétricas, sendo apenas um separador físico.

O sistema de retirada de lodo decantador será realizada pelo fundo do decantador através de válvula automática temporizada. Esse lodo, já adensado, será enviado por gravidade ao tanque de acumulo de lodo flotado, no sistema de desaguamento de lodo. O volume de lodo gerado de projeto será entre 3-5% da vazão de alimentação (a ser verificado durante teste piloto na etapa de detalhamento). O lodo removido será

armazenado em dois tanques pulmão e desaguado em um sistema de decanter centrífugo (concentração de sólidos final entre 15-20%), com adição de polímero (aprox. 8Kg / ton de sólidos secos). A torta será enviada a uma caçamba para posterior destino final.

Do decantador de Lamela, a água clarificada transborda para o sistema de filtração Dynasand, de leito de areia móvel e limpeza contínua. O sistema de filtração final será composto de um filtro de polimento. Após a passagem pelo filtro, o efluente será encaminhado para o sistema de pós tratamento biológico do tipo Biolac de cadeias móveis flutuantes e removíveis com nitrificação e desnitrificação.

O filtro Dynasand é um equipamento de meio filtrante granular com fluxo ascendente, leito profundo e retrolavagem contínua. O meio filtrante limpa-se continuamente mediante a recirculação da areia, por meio de um air-lift e um lavador de areia. A areia limpa distribui-se novamente sobre o leito, permitindo um fluxo contínuo e ininterrupto de filtrado e de descarte. A alimentação se dá a partir da parte superior do filtro, e desce pela abertura formada entre a tubulação de alimentação e o tubo de elevação. A água entra no leito por meio de tubos radiais que tem abertura na parte inferior. A medida que o

líquido(influente) flui para a superfície através do leito de areia em movimento, no seu percurso os sólidos são removidos. O filtrado sai pela parte superior do filtro. Simultaneamente, o leito de areia juntamente com os sólidos acumulados são retirados pela parte de baixo do tubo elevador de ar, que está localizado no centro do filtro. Para isto se introduz um pequeno volume de ar comprimido no fundo do tubo elevador de ar. Quando se alcança o extremo do elevador, a camada suja derrama sobre o compartimento central de descarte. A areia regressa ao leito filtrante através de um elevador/separador. A medida que a areia cai pelo lavador, que é constituído de várias etapas concêntricas, uma pequena quantidade de líquido filtrado ascende e retira as impurezas, permitindo que a areia que é mais grossa e pesada sedimenta novamente no leito de filtração. Mediante o ajuste do vertedouro de filtrado acima do nível do vertedouro de descarte, se assegura uma corrente de lavado uniforme. O descarte contínuo ocorre na parte superior do filtro. Deste modo, o leito de areia limpa-se continuamente produzindo simultaneamente as correntes de filtração e descarte, sem necessidade de paradas para contra lavagem.

Do sistema de filtro automático, a água transbordará dentro do sistema de pós tratamento biológico. O sistema

proposto é o de lodo ativado de aeração prolongada com cadeias flutuantes e móveis, com possibilidade de remoção com o tanque em operação. Esse sistema permite que o sistema receba cargas de choque sem que a qualidade do efluente final seja comprometida por trabalhar com parâmetros de aeração prolongada. Além disso, o sistema tem a capacidade de realizar a nitrificação e desnitrificação simultânea no mesmo tanque, sem necessidade de câmara anóxica com gasto de energia extra e bombas de recirculação de lodo. As cadeias móveis de aeração tem o ar fornecido por sopradores de ar tipo roots e são controladas por válvulas automáticas com atuador elétrico para controle da entrada de ar nas cadeias, criando dessa forma, zonas aeradas e anóxicas, ao longo de todo o tanque, propiciando assim a nitrificação e desnitrificação simultânea. Na saída do tanque de aeração, o efluente passará por um decantador secundário integral, que fará a separação da água clarificada já tratada e do lodo de recirculação. A separação do lodo e sua recirculação para a entrada do tanque de aeração se fará através de sistema de air-lift, utilizando o próprio ar do soprador, sem necessidade de bombas de recirculação. Do decantador, a água tratada, será encaminhada ao corpo receptor, dentro dos parâmetros necessários para o despejo.

Todo o sistema será controlado por um sistema supervisorio na sala de comando, onde o operador terá acesso a todas as informações do tratamento.

3.7 DRENAGEM E TRATAMENTO DOS GASES

O sistema de drenagem de gases a ser implementado no CTR de Caucaia tem por finalidade retirar os gases gerados no processo de degradação, de forma a aliviar as pressões internas que ocorrem no maciço, garantindo a estabilidade geotécnica dos taludes e, conseqüentemente, a segurança da obra, e garantindo a sua queima nos níveis superiores, controlando a emissão dos gases para atmosfera.

A concepção deste sistema consiste na implantação de drenos verticais que permitam a drenagem dos gases e sua combustão em queimadores diretamente instalados nos drenos. Além desta função principal, o sistema será projetado de modo a funcionar também como facilitadores ao escoamento vertical dos líquidos no interior da massa de lixo. A interligação do sistema de drenagem de gases e de chorume sendo realizada na base do aterro é de grande importância para a não obstrução e comprometimento dos drenos de gases pelo percolado. É

importante destacar ainda a presença de drenos horizontais de chorume que facilitarão o fluxo de gás para os drenos verticais tendo em vista que também estarão interligados.

Os queimadores ou flares serão colocados individualmente em cada dreno vertical. Desta forma tem-se para este aterro sanitário 286 drenos de gás nas treze etapas de operação.

Os drenos verticais projetados para este aterro são constituídos por peças ou tubos perfurados de concreto armado (CA-2) envolvidos por pedras britadas e por um queimador tipo flare devidamente instalado na saída dos drenos.

O sistema de drenagem dos gases (Figura 10) gerados no processo de degradação bioquímica dos resíduos sólidos permitirá aliviar as pressões internas no maciço, que desestabilizam os taludes, aumentar a segurança da obra e garantir, por meio da sua queima, o controle da emissão dos gases para a atmosfera.

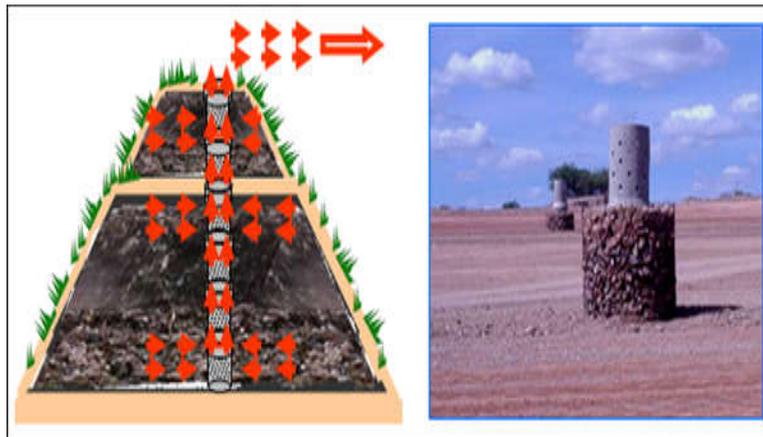


FIGURA 14: Desenho esquemático do sistema de Gás
FOTO: José Dantas de Lima, 2009.

Os parâmetros de produção de biogás por tonelada de lixo dependerão de estudos futuros, com base na estimativa da vazão gerada na massa de lixo. A estimativa de geração neste aterro sanitário é de no máximo 12,0 MW.

3.8 IMPERMEABILIZAÇÃO DE BASE

Segundo a norma NBR 13896/97 “Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação”, entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada natural de espessura mínima de

1,50 m de solo não saturado. Para a verificação o item 4.11 b) da referida norma foram realizadas 11 Sondagens pra detecção do nível d’água, tendo como nível d’água não inferior a 30m, conforme poços realizados na região do entorno do empreendimento. Por outro lado a permeabilidade do solo não saturado que será utilizado para a impermeabilização de fundo é menor que 10^{-6} cm/s, ou seja, inferior a 5×10^{-6} cm/s, estabelecido pela Norma da ABNT N°13896/97).

Para este aterro sanitário determinou-se um sistema de impermeabilização com “liner mineral” e um “liner sintético”. Aqui, para o primeiro liner se utiliza da compactação do próprio solo, que apresentou uma permeabilidade de $3,5 \times 10^{-7}$ cm/s segundo ensaios da CAGEO e que após compactação obtêm-se no mínimo 10^{-8} cm/s de permeabilidade para o sistema de impermeabilização complementar.

Por outro lado, para garantir este sistema será implantada um segundo liner, através de uma Manta de PEAD de 2,0 mm no fundo de todas as etapas de implantação além da camada de proteção mecânica da manta.

Portanto a impermeabilização de base deste aterro sanitário atende plenamente a NBR N°13.896/97.

3.9 SISTEMA VIÁRIO

As vias de acesso são destinadas para permitir o trânsito de equipamentos e veículos em operação e assegurar o acesso seguro às áreas de disposição de lixo e a interligação desta com todas as outras unidades existentes no Aterro Sanitário sob quaisquer condições climáticas. A via principal é aquela que circunda toda extensão do terreno e que dá acesso às vias secundárias que, por sua vez, serão utilizadas para o acesso direto às áreas de descarrego de lixo e das jazidas de solo.

As vias secundárias serão construídas conforme plano de operação do aterro, podendo ser substituídas e modificadas em função dessa operação. Essas vias não serão dimensionadas pelos métodos tradicionais, por se tratarem de vias provisórias e que terão o lixo como subleito do pavimento.

3.10 JAZIDAS

Os serviços de escavação da jazida de solos serão realizados no decorrer da vida útil do empreendimento, praticamente sem interrupção, com variação, evidentemente, na velocidade de obtenção de material terroso, função da

necessidade da obra. A previsão dos volumes de escavação necessários para o aterro foi estimada considerando que o solo escavado em uma fase deverá fornecer um volume suficiente para a realização de todos os serviços da etapa subsequente.

Assim, a quantidade de solo escavado na fase de implantação garantirá a execução total da etapa 1 de operação, considerando os serviços de cobertura dos resíduos dispostos, execução de acessos, reconformação de taludes e células e os demais serviços inerentes do aterro sanitário.

Desta forma, serão escavados **4.058.983,05** m³ de solo na totalidade da implantação e operação do aterro de Caucaia e serão usados cerca de 16% do volume de resíduos aterrados para a cobertura e serviços operacionais do aterro, o que representaria cerca de 4.014.555,01 m³ para cobertura do referido aterro. O material escavado somado aos 23.645,70 m³ do sistema viário, totaliza 4.082.628,75 m³ de material para cobertura nas operações diárias do aterro sanitário, nos indicando um balanço positivo, ou seja, sobra de material de cobertura de 68.073,74 m³, indicando que não necessitaremos de solo de outra jazida.

Estes volumes garantem a auto-suficiência do empreendimento, não apenas na questão de obtenção de solos para a cobertura diária das células, como também para todos os

demais serviços inerentes ao aterro sanitário que demandem este material.

3.11 EXECUÇÃO DA CÉLULA PADRÃO

A construção de células se dará após o espalhamento e compactação dos resíduos, sendo dispostos de montante para jusante da área, contra os taludes resultantes de escavação, talude de células em execução ou conformação natural, constituindo as células de lixo com altura de cerca de 5,0 m.

O recobrimento das células com material inerte ocorrerá continuamente, paralelamente ao serviço de disposição e compactação dos resíduos.

No topo das células o recobrimento se dará sucessivamente ao avanço da frente de operação. O lixo, compactado conforme descrito anteriormente permitirá o tráfego e descarga de caminhões basculantes que trarão o solo de cobertura sanitária necessário. Este solo será espalhado por tratores equipados com lâminas, constituindo dessa forma, a camada de cobertura da célula.

Na eventualidade da rampa de disposição dos resíduos resultarem em uma exposição de mais de 12 (doze) horas, deverá

se promover a cobertura com material inerte ou manta plástica em caso da impossibilidade técnica de recobrimento.

À medida que as células vão sendo executadas, os drenos verticais de gases deverão ser alteados antecipadamente à subida da próxima célula, devendo-se promover a queima dos gases nestes drenos, para o controle da emissão de gases e odores à atmosfera. Do mesmo modo, os drenos horizontais deverão ser executados conforme previsto em projeto e ser devidamente cadastrados e georeferenciadas.

3.12 PROTEÇÃO SUPERFICIAL DOS TALUDES

Tanto para os taludes de alteamento de resíduos, como para os taludes em solo resultante das atividades de escavação, será necessária a execução de proteção superficial dos mesmos com o propósito de manter a sua integridade, sem que ocorram riscos de instabilidade ou incidência de erosão.

Os taludes em solo resultantes dos serviços de escavação, que permanecerão expostos por um grande período de tempo, deverão ser protegidos por elementos de drenagem provisórios, como canaletas de berma, canais e descidas hidráulicas em concreto e alvenaria, além do plantio de grama.

3.13 CADASTRO DA IMPLANTAÇÃO DAS CÉLULAS

Periodicamente, deverá se efetuar serviços topográficos com a atualização do projeto de implantação das células de lixo e de todos os elementos de drenagem superficial, drenagens internas de efluentes líquidos e de gás, acessos construtivos e de acesso às áreas de disposição de resíduos.

3.14 CINTURÃO VERDE

Está previsto no projeto a execução de um cinturão verde circundando todo o empreendimento e margeando a via principal de acesso do aterro, com largura média de 30 m. Esta faixa de proteção tem como objetivo minimizar os impactos da poluição gerada pelo aterro, entre os quais, emanação de odores, poeira (material particulado), ruídos, poluição visual, bem como a ação externa do vento na operação do aterro.

O plantio se fará da seguinte forma: espaçamento 3 m entre linhas e 3 m entre colunas. Além disso, deverá ser preferido o uso de espécies nativas, de forma que seja reconstituído um ambiente ecologicamente equilibrado e mais próximo do original.

As espécies que deverão ser produzidas em um viveiro próprio ou adquiridas a partir da terceirização dessa produção para revegetação da área verde do Aterro Sanitário deverão ser nativas e comuns para unidade fitoecológica “Tabuleiro Prélitorâneo” a fim de se reduzir os prejuízos pela mortalidade e desenvolvimento de indivíduos não adaptados ou pouco adaptados a esses ambientes.

Assim, as espécies de crescimento vigoroso e de porte arbóreo sugeridas para o uso no projeto de revegetação da área verde, destacam-se algumas espécies como a *Anadenanthera colubrina* (angico), *Caesalpinia pyramidalis* (catingueira), *Amburana cearensis* (cumaru), *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillet Engl. (imburana), *Zizyphus jozeiro* Mart. (juazeiro), *Caesalpinia ferrea* Mart. (jucá), *Pithecalobium dumosuns* (jurema-branca), *Mimosa hostilis* Mart. (jurema-preta), *Combretum leprosum* Mart. (mofumbo), *Bauhinia cheilantha* (mororó), *Tabebuia seratifolia* Nicholson (pau-d’arco amarelo), *Auxemma oncocalyx* Taub.(pau-branco), *Aspidosperma pyriforme* Mart. (pereiro) e *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (sabiá).

Quanto às espécies de porte arbustivo requeridas para o uso entre linhas ganham destaque a *Annona glabra* (Araticum),

Prosopis juliflora DC. (algaroba), *Ximenia americana* L. (ameixa), *Tocoyena guianensis* Schum. (Jenipapo-bravo), *Acacia glomerosa* Benth. (espinheiro), *Croton sonderianus* Muell. Arg (marmeleiro) e *Guettarda angelica* Mart. (angélica).

Vale lembrar que o plantio de uma grande variedade de espécies deve ser adotado pelo profissional responsável para esse tipo de atividade, porém, a preferência por espécies frutíferas nativas funciona como um excelente atrativo natural de espécies da fauna local.

3.15 PLANO DE AVANÇO DO ATERRO

Conforme definido no modelo tecnológico proposto para a ampliação do Aterro Sanitário Metropolitano de Caucaia, o mesmo será implantado em duas fases distintas.

O dimensionamento das Etapas utilizadas para receber os resíduos domiciliares e públicos do aterro sanitário foi baseado no princípio de maior reaproveitamento da área para obtenção de uma vida útil superior a 16 anos e 8 meses . Neste sentido, a operação destas etapas foi dividida em treze etapas distintas.

Preconiza-se a operação deste aterro sanitário em etapas, primeiramente ocupando a região montante situada na porção central, alteando-se esse primeiro depósito do nível de fundação, situado na cota 19,00m, seguindo as dimensões preconizadas para as células, até a cota 44,50 m, conforme apresentado na seqüência executiva – primeira etapa de alteamento.

A primeira etapa da operação deverá ocupar uma área de cerca de 30.921,87m², prevendo a disposição de cerca de 326.972,99 m³ de resíduos durante 4,5 meses.

Durante a execução dessa primeira etapa, procede-se a implantação dos sistemas de proteção ambiental na área que irá receber os resíduos da segunda etapa, contando com a execução do sistema de drenagem de águas sub-superficiais nas etapas respectivas, camada de solo argiloso compactado na fundação, instalação de manta de PEAD com respectiva camada superior de proteção mecânica em solo e execução do sistema de drenagem de chorume na fundação, além dos acessos operacionais e pátios de descarga necessários.

Ao término da primeira etapa e com os serviços de implantação da segunda etapa concluídos, inicia-se a disposição de resíduos da segunda etapa.

A segunda etapa de operação deverá ser executada a partir do nível de fundação, situado na cota 19,50m, apoiando as células na face oeste do depósito da primeira etapa, elevando-se até a cota 44,50m, e posteriormente subindo uma célula única, englobando a área do depósito da primeira etapa, até a cota 44,50m. Constituir-se-á, assim, um maciço único e homogêneo, ocupando a porção central leste de montante da área do aterro, conforme apresentado na seqüência executiva – segunda etapa de alteamento.

A segunda etapa da operação deverá ocupar uma área de cerca de 64.755,12m², prevendo a disposição de cerca de 476.372,19 m³ de resíduos durante cerca de 5 meses.

Da mesma maneira da primeira etapa, durante a execução dessa segunda etapa procede-se a implantação dos sistemas de proteção ambiental na área que irá receber os resíduos da terceira etapa, contando com a execução do sistema de drenagem de águas sub-superficiais quando necessário, camada de solo argiloso compactado na fundação, instalação de manta de PEAD com respectiva camada superior de proteção mecânica em solo e execução do sistema de drenagem de chorume na fundação, além dos acessos operacionais e pátios de descarga necessários.

Ao término da segunda etapa e com os serviços de implantação da terceira etapa concluídos, inicia-se a disposição de resíduos da terceira etapa.

A terceira etapa de operação deverá ser executada a partir da cota 17,00m, na porção noroeste da área de disposição de resíduos, apoiando as células de resíduos na face oeste do depósito da segunda etapa. O alteamento das células da terceira etapa deverá se elevar até a cota 44,50m, englobando as áreas da primeira e segunda etapas, formando um grande platô na cota 44,50m nivelado com o platô de escavação, conforme apresentado na seqüência executiva – terceira etapa de alteamento.

A terceira etapa da operação deverá ocupar uma área de cerca de 88.215,11m², prevendo a disposição de cerca de 303.382,12 m³ de resíduos durante cerca de 3,5 meses.

Durante a operação da terceira etapa, procede-se a implantação dos sistemas de proteção ambiental na bacia de recebimento de resíduos com a escavação da cota 44,50m, onde serão dispostos os resíduos da quarta etapa, contando com a execução da camada de solo argiloso compactado, instalação de manta de PEAD com respectiva camada superior de proteção mecânica em solo e execução do sistema de drenagem de

chorume, além dos acessos operacionais e pátios de descarga necessários.

A quarta etapa de operação prevê a elevação do aterro sanitário com a união das etapas um, dois e três elevando-o até a cota 62,50 m fazendo um maço único, ocupando a totalidade da área de projeção do aterro das três etapas anteriores, sempre de montante para jusante, conforme apresentado na figura de implantação final.

A quarta etapa da operação deverá ocupar uma área inicial de cerca de 114.878,30m², prevendo a disposição de cerca de 1,04 milhões de m³ de resíduos durante cerca de 11 meses.

Durante a operação da quarta etapa, procede-se a implantação dos sistemas de proteção ambiental na bacia de recebimento de resíduos com a escavação da cota 21,00m, onde serão dispostos os resíduos da quarta etapa, contando com a execução da camada de solo argiloso compactado, instalação de manta de PEAD com respectiva camada superior de proteção mecânica em solo e execução do sistema de drenagem de chorume, além dos acessos operacionais e pátios de descarga necessários.

A quinta etapa de operação prevê a elevação do aterro sanitário com a união da quarta etapa elevando-o até a cota 50,50

m fazendo um maço único, ocupando a totalidade da área de projeção do aterro das quatro etapas anteriores, sempre de montante para jusante, conforme apresentado na figura de implantação final.

A quinta etapa da operação deverá ocupar uma área inicial de cerca de 148.715,28m², prevendo a disposição de cerca de 3,67 milhões de m³ de resíduos durante cerca de 3 anos e 02 meses.

Durante a operação da quinta etapa, procede-se a implantação dos sistemas de proteção ambiental na bacia de recebimento de resíduos com a escavação da cota 17,50m, onde serão dispostos os resíduos da sexta etapa, contando com a execução da camada de solo argiloso compactado, instalação de manta de PEAD com respectiva camada superior de proteção mecânica em solo e execução do sistema de drenagem de chorume, além dos acessos operacionais e pátios de descarga necessários.

A sexta etapa prevê a elevação do aterro sanitário com a união da quinta etapa elevando-o até a cota 82,50 m fazendo um maço único, ocupando a totalidade da área de projeção do aterro das quatro etapas anteriores, sempre de montante para jusante, conforme apresentado na figura de implantação final.

Essa seqüência é repetida dessa forma até se chegar ao final da décima terceira e última fase, quando então o volume acumulado de resíduos sólidos urbanos será da ordem de 24.599.995,72m³ e terá se passado um período de 16 anos e 6 meses.

Ainda Durante a operação da última célula da décima terceira etapa, deverão ser iniciados os serviços de fechamento do aterro sanitário, contando com camadas de cobertura mais espessas e demais sistemas que deverão ser apresentados e discutidos com os órgãos de controle ambiental na época.

Essa logística operacional preconizada visa minimizar a ocupação da área de disposição de resíduos, garantindo, entretanto, uma vida útil adequada para empreendimentos desse tipo.

3.16 UNIDADES DE APOIO

As unidades de apoio são componentes do projeto que dizem respeito à segurança, ao controle, a manutenção, ao estoque de materiais, ou seja, a todas as instalações que apoiarão a atividade fim de destinação final dos resíduos.

- Serão implantadas uma guarita de segurança e controle e duas balanças rodoviárias de 100 ton e 60 ton, uma unidade administrativa e gerencial e laboratório de controle ambiental, um refeitório uma cerca em todo o perímetro da área excetuando-se o muro frontal na entrada, uma unidade de manutenção de máquinas e equipamentos e uma unidade de lavagem e lubrificação com unidade móvel de abastecimento.

Equipamentos

Os equipamentos operacionais do aterro sanitário de Caucaia foram dimensionados para uma taxa de rendimento de 80 T/h operando as 4.500 T/dia iniciais, com operação de 24 horas/dia.

Serão utilizados na operação do empreendimento: 03 Tratores de esteiras D8T, 01 trator de esteiras compactador 836G, 01 pá carregadeira, 01 retroscavadeira hidráulica, 01 motoniveladora e 06 caminhões basculantes.

3.17 UTILIZAÇÃO FUTURA DA ÁREA DO ATERRO

Como utilização futura, o aterro sanitário, será transformado em um parque com as áreas que poderão ser utilizadas para fins de recreação, lazer e educação ambiental.

Após o encerramento da disposição dos resíduos sólidos devem ser realizadas atividades de manutenção e controle para viabilizar a utilização da área e garantir a segurança da vizinhança do aterro.

3.18 POTENCIAL ENERGÉTICO DO ATERRO SANITÁRIO

O potencial energético estimado para o aterro sanitário metropolitano de Caucaia tem uma capacidade instalada máxima prevista de cerca de 12,0 MW, o que deverá ocorrer após o ano de 2030, sendo que, após o segundo ano de operação do aterro, já se pode iniciar o processo de implantação de aproveitamento de biogás, caso seja viável com novas tecnologias existentes.

O Projeto Executivo também recomenda a realização de uma análise de viabilidade econômico-financeira para determinar a taxa interna de retorno e a capacidade instalada ótima do

empreendimento, considerando todas as previsões de receitas e despesas do empreendimento.

3.19 ENCERRAMENTO DO ATUAL ASMOC

O encerramento do atual ASMOC deverá ser realizado gradualmente e paralelamente ao início de implantação da ampliação do Aterro Sanitário de Caucaia, com tecnologias que atendam a legislação, durante o ano de 2011 a 2012.

O plano de encerramento do ASMOC deverá ser elaborado e executado pela Prefeitura Municipal de Caucaia, conforme Lei 12.305/2010.

4 COMPATIBILIZAÇÃO COM PLANOS, PROJETOS E PROGRAMAS SETORIAIS

A ampliação do aterro sanitário metropolitano de Caucaia atende a todos os planos definidos na Legislação Municipal e é compatível com as Legislações Federal e Estadual sobre o tema.

4.1 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Área de influência

Toda a área afetada pelo empreendimento, também chamada de área de influência, está localizada no município de Caucaia.

A Área de Influência é dividida, para fins de aprofundamento dos estudos, em Direta e Indireta, de acordo com as interferências que ocorrem.

Como Área Diretamente Afetada (ADA), considerou-se o perímetro da ampliação do aterro sanitário.

No caso da Área de Influência Direta (AID), representada por um espaço geográfico ampliado, definido pela

equipe como suficiente para representar os efeitos das alterações ambientais decorrentes dos impactos previsíveis para o aterro. Esta área foi considerada por um Raio de 5 Km ao longo do Riacho Garoto.

Para a Área de Influência Indireta (AII), foi considerado a área territorial do Município de Caucaia-CE

4.1 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

O Município de Caucaia tem área de 1.293 km² que é a maior em extensão territorial da Região metropolitana de Fortaleza. Situada numa rota de penetração para a Região Norte-Ocidental, o território municipal apresenta duas paisagens distintas, divididas, praticamente, pela BR-222. Na faixa litorânea há a presença de numerosos recursos hídricos, em vales de planície, e um cordão de dunas paralelo à orla do mar.

Esta é a faixa litorânea compreendida entre a rodovia e a costa, onde também estão situadas as áreas mais urbanizadas, inclusive a Sede do município e diversos loteamentos. Nas áreas não ocupadas por atividades urbanas, encontram-se chácaras,

pequenos sítios e algumas grandes propriedades que desenvolvem a agropecuária intensiva.

O outro lado da BR-222, conhecido como Sertão, é ocupado pela Depressão Sertaneja e os Maciços Residuais onde predominam: a agricultura de subsistência, a pecuária extensiva e a mineração. Nesta área, de médias propriedades, quase não existem vias de acesso pavimentadas.

De acordo com a classificação de Köppen, o tipo de clima encontrado em Caucaia e na área do empreendimento é As' (quente e úmido com chuva de outono-inverno). Caracteriza-se por apresentar chuvas de outono - inverno e um período de estiagem de cinco a seis meses. O período seco começa em setembro e prolonga-se até fevereiro, sendo mais acentuado no trimestre da primavera, salientando-se o mês de novembro como o mais seco. Já a estação chuvosa começa em março/abril e encerra em agosto.

A temperatura média anual da região da ampliação do Aterro Sanitário Metropolitano de Caucaia / CE é da ordem de 26 a 28°C, a média das máximas fica em torno de 31 e 32°C, enquanto a média das mínimas fica entre 21 e 23°C.

4.1.1 Precipitações

A distribuição pluviométrica na Região Metropolitana de Fortaleza - RMF, assim como na área do empreendimento apresenta regime pluviométrico bastante variável, podendo ocorrer anos de chuvas excessivas e de precipitações escassas, com ocasionais períodos de estiagem prolongada. A Precipitação média oscila em torno de 900 a 1.200mm.

No decorrer do ano a distribuição também é muito irregular. Normalmente cerca de 90% das precipitações ocorrem no primeiro semestre, sendo os meses de março a maio, os mais chuvosos, concentrando aproximadamente dois terços do total. Por vezes, ocorrem chuvas excessivas em curto espaço de tempo, ocasionando as enchentes e, conseqüentemente, sérios problemas para as áreas ribeirinhas.

Os meses mais secos correspondem ao período de setembro a novembro.

4.1.2 Ventos

Dessa maneira, os ventos predominantes no **Aterro Sanitário Metropolitano de Caucaia/CE**, assim como no

nordeste brasileiro, são os alísios, ventos contínuos da camada inferior da atmosfera com direção preferencial do quadrante Leste, oriundos do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul. A Imagem de satélite NOAA, localizado em torno da latitude 30°S, responsável também pela estabilidade do tempo nessa região (NIMER, 1982). As maiores velocidades dos ventos na região do empreendimento ocorrem no segundo semestre, quando os valores médios situam-se entre 3m/s e 4m/s, enquanto que no primeiro semestre, principalmente antes do início da época das chuvas mais abundantes, as velocidades reduzem-se bastante.

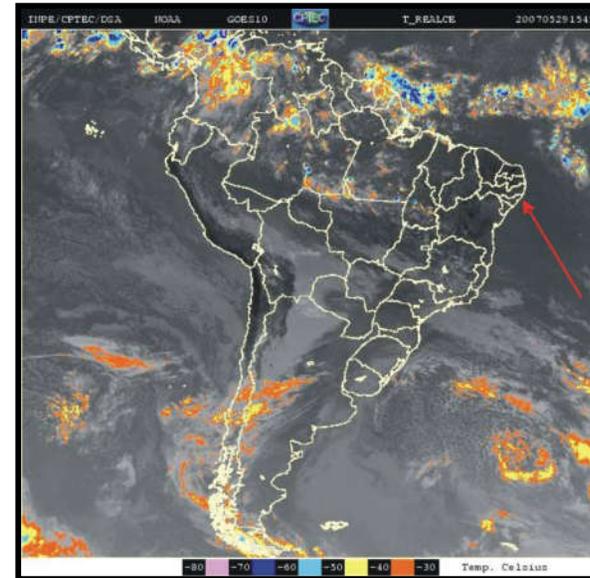


FIGURA 15: Imagem da localização da ampliação Aterro Sanitário e da sede municipal de Caucaia e a relação com a direção predominante dos ventos (ventos alísios – quadrante Leste).

FONTe: Google earth, 2008.

4.1.3 Evaporação

As condições climáticas da região favorecem o fenômeno da evaporação, o qual provoca perdas hídricas consideráveis, mormente aos volumes acumulados em superfícies livres.

Como este processo está diretamente relacionado ao regime pluviométrico, o trimestre úmido (março-maio) é o de

maior índice, correspondendo, em média, a 15% da evaporação anual. Por outro lado, o período de setembro a novembro concentra quase um terço do total.

Os índices médios de evaporação são em torno de 3.300mm, podendo ainda superar esta quantidade.

4.2 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO

Conforme a condução do levantamento de campo foi identificada, nas áreas de influência do projeto (AID e AII), a presença de 02 (duas) formações, da mais antiga para mais recente: Complexo Granitóide-Migmatítico (**P_{gr-mg}**) e os Aluviões do Rio Ceará (**Qa**).

Observa-se na AII e principalmente na AID, rochas desde gnaisses/gnaisses migmatizados até migmatitos metatexiticos, passando, para o interior, a migmatitos diatexiticos e núcleos granitóides nas porções centrais, as quais apresentam uma constituição predominantemente granitóide e podem ser entendidas como relevos residuais, formados a partir da erosão diferencial que rebaixou as áreas gnáissicas circundantes.

Os aluviões do Rio Ceará, são formados as margens do Rio Ceará, e ocorre predominantemente na AII. Este é composto por argilas arenosas fina a grossa e cascalhos quartzosos, com intercalações pelíticas, associados aos sistemas fluviais atuais.

Observa-se a presença de retirada de argila e principalmente da mata ciliar para a produção de telhas e tijolos para confecção em cerâmicas no município de Caucaia.

As análises geológicas e pedológicas na área do empreendimento dos perfis de solo expostos no local para a avaliação da origem, cor, espessura, mineralogia, composição textural, homogeneidade e rocha mãe. Da mesma forma do contexto geológico local, foi reconhecido 02 (dois) tipos de solo na área de estudo: Na área de influência direta – AID do Aterro Sanitário é caracterizada por solos Planossolos Solódicos. Esses solos ocupam áreas consideráveis, normalmente relacionados ao relevo plano da superfície pediplanada (depressão sertaneja) e foram desenvolvidos sobre os litotipos da sequencia gnáissico-migmatítica, conforme mostra a Figura 16.



FIGURA 16 - Solo Planossolos solódicos (AID). Coordenadas UTM: 535110 E/ 9580140 N). Caucaia/CE. Novembro de 2010.
FONTE: José Dantas de Lima.

Na região da AII do empreendimento nas margens do Rio Ceará observou-se solos arenosos, constituídos por materiais de granulometria grosseira na base, características de escoamentos realizados com alta competência, recobertos por sedimentos finos de natureza siltica-argilosa, transportados em suspensão. Às vezes estão associados aos solos halomórficos.

4.3 RECURSOS HÍDRICOS

A região onde será implantado a ampliação do Aterro Sanitário Metropolitano de Caucaia / CE, está inserida na Bacia Hidrográfica Metropolitana, conforme a Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos do Ceará – SRH, conforme indica a Figura 17.



FIGURA 17 – Localização do Rio Ceará e do Aterro na Bacia Metropolitana.
FONTE: SRH / CE (2005).

No que concerne às águas superficiais na região do trabalho, observa-se na área de influência indireta – AII, o Rio Ceará como principal recurso hídrico superficial e na área de influência direta – AID, o Riacho Riachão, pequena drenagem, sem nenhuma importância hídrica superficial, intermitente, afluente do rio Ceará, corta a área do Aterro de sul para norte.

Ainda com relação aos recursos hídricos superficiais, observam-se apenas pequenos córregos e riachos intermitentes (riacho riachão), que possuem pequenos escoamentos durante o período chuvoso, entre os meses de março a maio. Não se identificou nenhum armazenamento de água superficial de grande importância (lagoas ou açudes).

Ainda fica próximo a área do empreendimento o Riacho Garoto, de pequena drenagem, intermitente e afluente do Rio Ceará, sem nenhuma importância hídrica superficial e que se encontra bastante poluído por despejos e muito lixo em seu leito, conforme mostra a figura 18.



FIGURA 18 – MF011 – Riacho Garoto – Afluente do Rio Ceará – Conjunto Nova Metrópole - (AII). Coordenadas UTM: 537697 E/ 9583826 N). Caucaia/CE. Novembro de 2010.

FONTE: José Dantas de Lima

4.3.1 Análise de qualidade das águas do riacho garoto

Apesar de não estar previsto o riacho riachão receber efluentes do sistema de tratamento de chorume do CTR, foi realizada análise da água do referido riacho para verificar a sua qualidade como também no Riacho Garoto, que será o nosso

ponto de lançamento do efluente tratado, após atendimento a Legislação.

As análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento do IFCE e AMBIENGE. As análises foram realizadas de acordo com os procedimentos de coleta de amostras das águas superficiais bem como os métodos de análises seguiram as recomendações preconizadas pelo “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, 20ª edição (APHA et al, 1998).

Os resultados obtidos foram:

OD	6,26 mg/ L _{O₂}
SST	170 mg/L O ₂
DBO	36 mg/L O ₂
Sulfatos	265 mgSO ₄ /L
Colis Termotolerantes	6,33 x 10 ³

Esses resultados mostram que de acordo com a Resolução CONAMA N° 357/2005 e a Portaria N° 154 da SEMACE, esta água encontra-se imprópria e portanto não atende a Portaria da SEMACE, conforme indica Ensaio no EIA.

4.4 DESCRIÇÃO DA FLORA DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO

A propriedade está localizada na zona litorânea, que inclui, principalmente na AID, a formação vegetal de Tabuleiro Pré-litorâneo, Vegetação de Planície Fluvial e Vegetação de Ambientes Lacustres na AII, sendo observada uma vegetação herbácea e arbustivo-arbórea sob influência direta de atividades antrópicas. Tais componentes arbóreos são remanescentes de uma estrutura vegetacional florestal, matas escleromórficas e matas secas estacionais litorâneas.

As atividades antrópicas nesta zona vêm afetando diretamente sobre a composição florística local. Além disso, a ocorrência de poucos espécimes de porte arbustivo no local é outro fator indicativo referente à intensa exploração extrativista de lenha e madeiras de interesse econômico.

Assim, de acordo com o reconhecimento de campo realizados para a ADA e perímetro da propriedade, as espécies vegetais identificadas foram:

O *Combretum leprosum* Mart. (mofumbo), *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira), *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (sabiá) e *Mimosa hostilis* Mart. (jurema-preta). Todavia, algumas

árvores consideradas nobres já não ocorrem devido aos seus valores comerciais agregados, existem pouquíssimos exemplares destas espécies na região, o que vem agravando a sustentabilidade do ecossistema local, pois muitas espécies da fauna que dependia da referida vegetação também está migrando para outros locais em busca de recursos alimentares como, por exemplo, as abelhas nativas, que dificilmente são encontradas neste município.

O levantamento florístico para ADA, AID e AII revelou um conjunto representado por 167 espécies, das quais abrangem 65 Famílias. As Famílias com maior número de representantes foram a Leg. Caesalpinioideae, com 22 indivíduos (13,17%), Poaceae, com 11 indivíduos (6,59%), Leg. Mimosoideae, com 10 plantas (5,99%) e Euphorbiaceae, com 8 indivíduos (4,79%). Enquanto as Famílias Cyperaceae e Rubiaceae possuem 6 indivíduos cada (ambas com 3,59%) e o restante das Famílias contendo menos que 3% de representantes. Os resultados do levantamento de Fauna encontram-se resumidamente apresentados no Gráfico 1 .

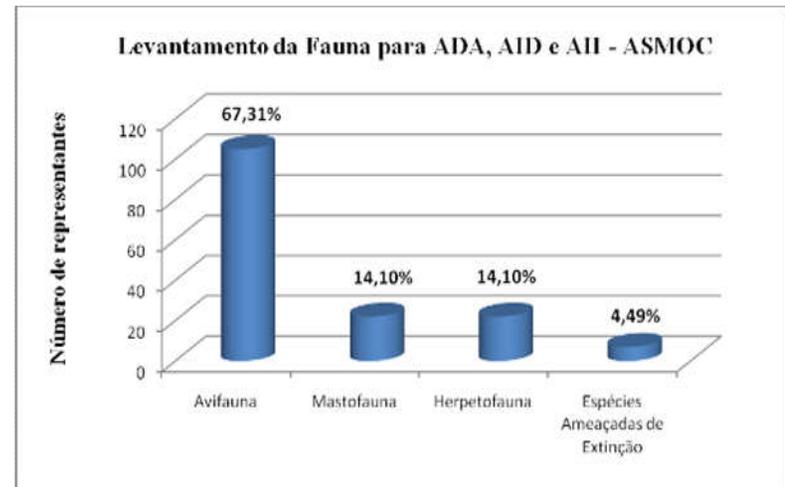


Gráfico 1: Levantamento da Fauna para ADA, AID e AII.
Fonte : ECOSAM, 2010

A seguir mostra-se as principais espécies encontradas no Levantamento da Flora Local.



FIGURA 19 - Vista geral da vegetação de Tabuleiro Pré-litorâneo da área apontada para ampliação do ASMOG. (Coordenadas UTM: 24 M 9580828 N / 534965 E – Novembro de 2010).

FONTE: ECOSAM, 2011



FIGURA 20 - *Enterolobium timbouva* Mart. (timbaúba).

Fonte: ECOSAM, 2011

Espécie pertencente à Família Leg. Mimosoideae. Espécie também conhecida como orelha-de-nego e timbaúba em de “Timbó-yba”, nome indígena que significa árvore de espuma, alusivo à espuma que produz o fruto. Árvore de aspecto soberbo. O tronco pode medir entre 2 a 3 metros de circunferência e a copa pode se alastrar por uma largura de até 57 metros. As folhas são bipinadas, as flores são esbranquiçadas, pequenas, dispostas em capítulos globosos, reunidos em cachos terminais ou axilares. A vagem é coriácea, dura e lenhosa, preta, incurvo-reniforme, lembrando uma orelha. A madeira é mole, esponjosa e utilizada para caixotaria, gamelas, cochos. As raízes são longas, grossas e utilizadas para construção de jangadas. Os frutos e folhas secas podem ser utilizados como forragem para o gado. Espécie observada na ADA (Coordenadas UTM: 24 M 9579696 N / 534880 E – Novembro de 2010).

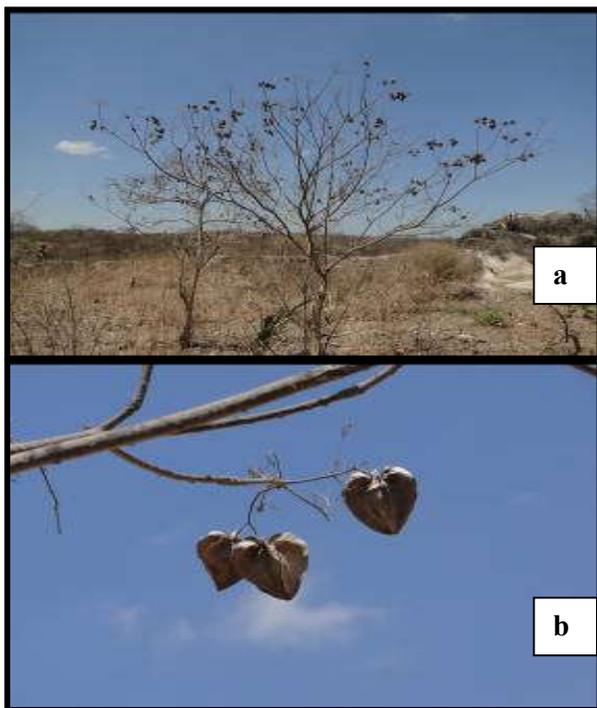


FIGURA 21: *Auxemma oncocalyx* (Alle mão) Taub.
(pau-branco).
FONTE: ECOSAM, 2011

Espécie pertencente à Família Boraginaceae. Árvore de porte médio, podendo alcançar alturas entre 10 e 12 metros quando se encontram em condições favoráveis (a). O tronco possui um diâmetro variando entre 30 e 40 cm. A casca possui

uma coloração claro-acizentada, quando jovem, e manchas escuras. A espécie, quando atinge sua maturidade, possui casca grossa, copa globosa, densa e formada por folhas largas. As flores são pequenas, brancas, perfumadas e dispostas em inflorescência densa. O fruto é uma drupa glabra, elíptica, de cor castanha, oculta numa vesícula em forma de balão com cinco ângulos bem salientes, que vão endurecendo com o tempo (b). A madeira é dura, pesada, lisa, brilhante, fácil de trabalhar e muito resistente. Possui propriedades medicinais, pode ser utilizada para ornamentação, restauração florestal e sistemas agroflorestais. Espécie observada na ADA (Coordenadas UTM: 24 M 9579682 N / 534906 E – Novembro de 2010).



FIGURA 22 - *Combretum leprosum* Mart. (mofumbo).
Espécie pertencente à Família Combretaceae. Espécie de porte arbustivo-arbóreo e que pode alcançar 4 metros de altura. O caule é liso, cinza-claro e eventualmente nodoso. As folhas são opostas, simples, ovadas e oblongas. As flores são dispostas em panículas terminais, pequenas, brancas no início e amarelas no segundo dia, exalam perfume agradável. O fruto possui 4 alas, de cor palha quando maduro e de 2 a 3 cm de comprimento. A madeira é moderadamente pesada, macia, textura grossa, de baixa resistência e pouco durável. Possui propriedades medicinais, pode ser utilizada para ornamentação, restauração florestal e sistemas agroflorestais. Espécie observada na ADA (Coordenadas UTM: 24 M 9579973 N / 535355 E – Novembro de 2010).
FONTE: ECOSAM, 2011



FIGURA 23 - *Caesalpinia pyramidalis* Tul (catingueira).
- Espécie pertencente à Família Leguminosae, Subfamília Caesalpinioideae e também é conhecida por catinga-de-porco, pau-de-porco, pau-de-rato e mussitaiba. Conhecida assim pelo cheiro desagradável de suas folhas verdes. Arvore de porte médio, podendo atingir 12 metros de altura. Uma das espécies com maior dispersão no nordeste semi-árido e considerada endêmica da caatinga. Bastante tolerante ao estresse hídrico e solos pobres. Em períodos longos de seca também pode ser utilizada como forragem para o gado. Utilizada como lenha, carvão, estacas e/ou construção civil. Possui propriedades medicinais, também utilizado como vermífugo para animais e de elevado valor cultural para o nordestino. Espécie observada na ADA (Coordenadas UTM: 24 M 9579976 N / 535353 E – Novembro de 2010).
FONTE: ECOSAM, 2011.



FIGURA 24- *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (sabiá)

- Espécie pertencente à Família Leg. Mimosoideae. O nome popular advém da semelhança da coloração da casca da árvore com a plumagem do pássaro. A árvore pode alcançar alturas entre 5 e 8 metros, 20 a 30 cm de diâmetro de seu tronco, normalmente bastante ramificado. Nas plantas jovens, a casca é marrom-avermelhada e possui acúleos. A casca fica grossa, pardacenta e fendida longitudinalmente. As folhas são compostas, bipinadas. As flores são brancas, pequenas, perfumadas, reunidas em espigas cilíndricas de 5 a 10 cm de comprimento. O fruto é uma vagem e serve como forragem para o gado. A madeira é pesada, dura e utilizada na construção civil. A madeira é bastante comercial. Espécie observada na ADA (Coordenadas UTM: 24 M 9580645 N / 534719 E – Novembro de 2010).

FONTE: ECOSAM, 2011



FIGURA 25 - *Cecropia pachystachya* Trécul (torém/imbaúba)

- Espécie pertencente à Família Cecropiaceae. Árvore de altura variando entre 5 e 10 metros. O tronco é em linheiro e o diâmetro pode variar entre 15 e 25 cm. Além disso, o tronco é pouco ramificado e com muitos nós (cicatrizes anelares) e ocos, onde abrigam formigas do gênero *Azteca*. As folhas são alternas, longamente pecioladas, palmatilobadas de 30 cm de comprimento e 10 cm de largura. Na página superior da folha, a coloração é verde-escura e áspera, enquanto na página inferior é esbranquiçada e levemente tomentosa. As flores são dióicas e agrupadas em densas espigas. Os frutos são drupáceos, pequenas e comestíveis. A madeira é leve e branca. As folhas são estimulantes, tônicas e diuréticas. Espécie observada na AID (Coordenadas UTM: 24 M 9579971 N / 536388 E – Novembro de 2010).

FONTE: ECOSAM, 2011



FIGURA 26 - *Syagrus picrophylla* Barb. Rodr. (coco-babão/catolé)

- Espécie pertencente à Família Palmaceae. Tronco do tipo estipe, irregularmente anelado, com até 5 m de altura e 20 cm de diâmetro. As folhas são forrageiras. Os frutos maduros têm polpa mucilaginosa, adocicada e comestível. Os animais os procuram e importante para engorda de suínos. Produz óleo de boa qualidade para alimentação e perfumaria. Utilizado como tônico natural para os cabelos. A espécie é comum para os tabuleiros litorâneos, sopés e serras frescas ou mesmo no sertão. A planta ocorre do nordeste ao Rio de Janeiro. Espécie observada na ADA (Coordenadas UTM: 24 M 9579904 N / 535029 E – Novembro de 2010).

FONTE: ECOSAM, 2011

No entanto, vale salientar que, apesar de algumas destas alcançarem um porte arbóreo, a intensa atividade antrópica no local contribui para redução da velocidade de recuperação da cobertura vegetal.

Quanto ao estrato herbáceo, observou-se uma grande variedade de espécies, das quais se destacam pelos registros na propriedade durante as incursões, como: *Bromelia karatas* Linn. (croatá), *Cereus jamacaru* DC. (mandacaru/cardeiro), *Ricinus communis* L. (mamona), *Cnidocolus urens* (L.) Arthur (cansação), *Cryptostegia grandiflora* R. Br. (viuvinha), *Paspalum maritimum* Trin. (capim-gengibre), *Dactyloctenium aegyptium* (capim-pé-de-galinha), *Cassia sericea* (mata-pasto), *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (pinhão-bravo), *Calotropis procera* (ciúme/hortência), *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho), *Sida micrantha* St. Hil. (malva-preta), *Sida cordifolia* Linn. (malva-branca), *Mimosa somnias* (malícia), *Cuscuta* sp (erva-de-chumbo/cipó-de-chumbo), *Tridax procumbens* L. (erva-de-touro), *Turnera subulata* Sm. (chanana), *Clitoria ternatea* L. (clitória), *Hyptis* sp (bamburrau), *Cleome spinosa* Jacq. (mussambê), *Aristida setifolia* H.B.K. (capim-panasco), *Ipomoea pes-caprae* (salsa-da-praia/salsa) e *Spermacoce verticillata* L. (vassourinha-de-botão) (Figura 27 a 34).



FIGURA 27 - *Ricinus communis* L. (mamona)

- Espécie pertencente à Família Euphorbiaceae. Planta também conhecida como carrapato, carrapateira e palma-de-cristo. Espécie comum para o litoral e interior do Brasil. Possui caule ereto, com ramas verdes, lisos e ocos. As folhas são alternas, simples, grandes, palmatipartidas, pecíolos longos e sem pêlos. As flores são pequenas, sem pétalas, descoradas e em cachos. Os frutos são em cápsulas, espinhosos, ovais, três cavidades internas e suas semestes são escuras e lisas. Utilizada como ração para o gado e biofertilizante. Extrai-se óleo das sementes com aplicações industriais (medicinais, tintas, cosméticos e biodiesel). Espécie observada na ADA (Coordenadas UTM: 24 M 9579765 N / 536338 E – Novembro de 2010).

FONTE: ECOSAM, 2011



FIGURA 28 - *Calotropis procera* (ciúme)

– Espécie pertencente à Família Asclepiadaceae. Planta de hábito arbustivo e também conhecido como Hortência, algodão-de-seda, flor-de-seda, cega-olho e ciúmeira. Espécie comum para as zonas litoânea, terrenos arenosos e interiores árido do Brasil. Possui caule ramificado. As folhas são opostas, simples e ovaladas. As flores são esbranquiçadas externamente e rosas internamente. Produzem frutos são comparados a pequenos folículos verdes arredondados ou achatados. Além disso, produzem látex. Os tudos de pêlos produzidos em seus frutos são bastante procurados pelas aves para confecção de seus ninhos. Espécie observada na ADA (Coordenadas UTM: 24 M 9579765 N / 536338 E – Novembro de 2010).

FONTE: ECOSAM, 2011



FIGURA 29 - *Alternanthera brasiliana* (L.) Kuntze (cabeça-branca)

– Espécie pertencente à Família Amaranthaceae também conhecida como sempre-viva, perpétua-do-Brasil, e ervaço. Ocorre no nordeste brasileiro (Ceará – Bahia), porém também observado no sudeste e norte do país. Possui hábito herbáceo. O caule é ereto e lenhoso na base. As folhas são opostas, simples, lanceoladas (5 a 8 cm de comprimento), com pêlos finos e pecíolos muito curtos. As flores são pequenas, brancas ou amareladas, em espigas globosas (cerca de 1 cm de diâmetro), com pedúnculos longos e brácteas secas. A planta é perene, desenvolve-se em épocas chuvosas e também pode ser utilizada como forragem para o gado. Espécie observada na AID (Coordenadas UTM: 24 M 9579939 N / 536384 E N – Novembro de 2010).

FONTE: ECOSAM, 2011



FIGURA 30 - *Tridax procumbens* L. (erva-de-touro)

- Espécie pertencente à Família Asteraceae. Planta que ocorre em quase todo Brasil. Comum para o nordeste (zona litorânea), região sudeste e centro oeste. Bastante comum em beira de estradas, solos arenosos e secos. Possui hábito herbáceo. O caule é uma haste pouco ramificado, variando entre 30 e 50 cm de comprimento, desenvolve raízes nos nós e com pêlos ásperos. As folhas são opostas, simples, ovais, de 4 a 6 cm de comprimento, com pecíolos curtos, com bordas denteadas e irregulares. As flores são pequenas, em capítulos terminais com pedúnculos longos. As flores são brancas e as centrais são amarelas. Os frutos são pequenos, escuros, arredondados, com 1 mm de comprimento. Espécie observada na AID e com potencial ornamental. (Coordenadas UTM: 24 M 9579971 N / 536388 E – Novembro de 2010).

FONTE: ECOSAM, 2011



FIGURA 31 - *Clitoria ternatea* L. (cunha/priquitinha/clitória).

- Espécie pertencente à Família Fabaceae. Planta tropical de raízes profundas, distribuída em toda as zonas tropicais do globo terrestre, propaga-se através de sementes. Planta do tipo trepadeira. As fores possuem coloração azul muito intensa. A coloração desta espécie é uma estratégia adaptativa desenvolvida para atração de borboletas e outros insetos. As sementes são do tamanho de grãos de feijão e a germinação ocorre após 1 ou 2 semanas. As flores aparecem após 6 semanas do plantio. Planta bastante requerida para ornamentação em função das suas características adaptativas, ou seja, tolera muito bem o sol e períodos secos. Vale salientar que a espécie também possui potencial para forragem. Espécie observada na AID (Coordenadas UTM: 24 M 9579971 N / 536388 E N – Novembro de 2010).

FONTE: ECOSAM, 2011



FIGURA 32 - *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (sabiá)

- Espécie pertencente à Família Leg. Mimosoideae. O nome popular advém da semelhança da coloração da casca da árvore com a plumagem do pássaro. A árvore pode alcançar alturas entre 5 e 8 metros, 20 a 30 cm de diâmetro de seu tronco, normalmente bastante ramificado. Nas plantas jovens, a casca é marrom-avermelhada e possui acúleos. A casca fica grossa, pardacenta e fendida longitudinalmente. As folhas são compostas, bipinadas. As flores são brancas, pequenas, perfumadas, reunidas em espigas cilíndricas de 5 a 10 cm de comprimento. O fruto é uma vagem e serve como forragem para o gado. A madeira é pesada, dura e utilizada na construção civil. A madeira é bastante comercial. Espécie observada na AID (Coordenadas UTM: 24 M 9579971 N / 536388 E – Novembro de 2010).

FONTE: ECOSAM, 2011



FIGURA 33 - *Hyptis* sp (bamburral/alfazema-brava)

- Espécie pertencente à Família Labiaceae. Planta subarborescente que pode alcançar até 1,30 metros de altura, com caule ramos tomentosos. As folhas são curto-pecioladas e ovadas. As flores são comumente roxo-claras, em densos capítulos globosos, axilares e pedunculados. A espécie é comum no sertão nordestino, pé-de-serras e litoral. As flores possuem substância aromática agradável e bastante procurada pelos apídeos. As partes verdes encerram mentol. Espécie observada na ADA (Coordenadas UTM: 24 M 9579941 N / 534981 E – Novembro de 2010).

FONTE: ECOSAM, 2011



FIGURA 34 - *Cleome spinosa* Jacq. (mussambê)

– Espécie pertencente à Família Caparidaceae. Arbusto que varia entre 1 e 3 metros de altura, caule pubescente. A planta possui folhas alternas com 5 a 7 folíolos oblongos lanceolados. As flores podem ser róseo-purpúreas, variando para o branco. As folhas machucadas e aplicadas sobre a pele, agem como rubefacientes. As raízes, em cozimento, empregam o tratamento da bronquite e de asma. Ocorrem do Amazonas até São Paulo. Espécie observada na ADA (Coordenadas UTM: 24 M 9579941 N / 534981 E – Novembro de 2010).

FONTE: ECOSAM, 2011

4.5 DESCRIÇÃO DA FAUNA DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO

A partir da metodologia referida, o local (AID e AII) ainda possui uma boa diversidade de espécies pertencentes à fauna. Para tanto, foram listadas 22 espécies para herpetofauna, 105 espécies para avifauna e 22 para mastofauna. Baseado na natureza desse estudo, não se fez uma listagem para a entomofauna, restringindo-se apenas a fazer alguns comentários a partir de observações de campo de uma forma direta e simplificada.

A fauna regional, de acordo com observações de campo e relatos de moradores do local, é relativamente rica, fato este relacionado com a existência de ecossistemas naturais em recuperação e certa disponibilidade de recurso hídrico. O Gráfico 2 apresenta a representatividade de cada grupo levantado para fauna regional e seus respectivos valores percentuais.

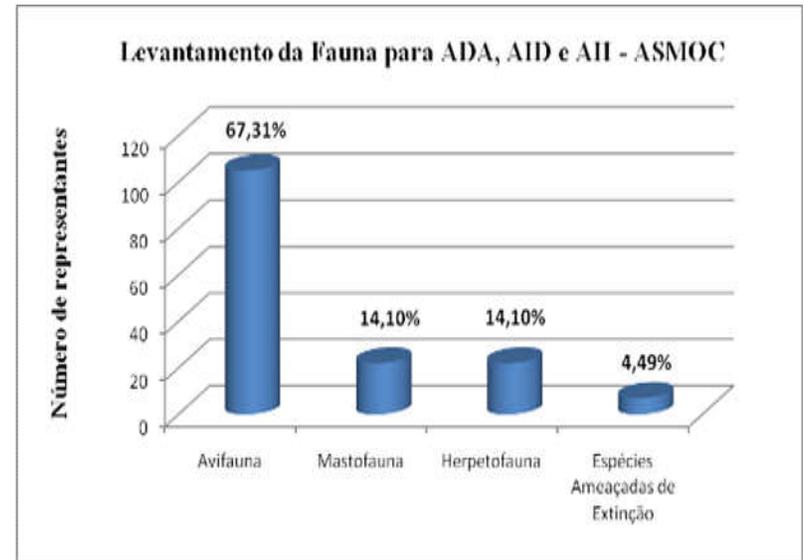


GRÁFICO 2 – Representatividade do grupo da fauna regional.\n**Fonte:** ECOSAM,2011

4.5.1 A Fauna do Tabuleiro Pré-litorâneo

O local ainda é detentora de uma rica diversidade de animais, a qual está relacionada, principalmente, à disponibilidade de recursos naturais. No entanto, esta zona vem sofrendo pressões ambientais de origem antrópica devido à ocupação desordenada da terra, expansão urbana e instalação de empreendimentos.

A avifauna da AID do empreendimento é o grupo mais representativo e dentre as principais espécies apontadas, destacam-se a *Columbina talpacoti* (rolinha-caldo-de-feijão), *Leptotila verreauxi* (Juriti), *Columbina diminuta* (rolinha-cabocla), *Columbina picui* (rolinha-branca), *Mimus gilvus* (sabiá-da-praia), *Piaya cayana* (alma-de-gato), *Nystalus maculatus* (bico-de-latão), *Tolmomyias flaviventris* (canarinho-da-mata), *Penelope jacucaca* (jacu), *Sicalis flaveola* (canário-da-terra), *Cyanocorax cyanopogon* (cancão), *Thamnophilus doliatus* (choró), *Coccyzus melacoryphus* (papa-lagarta), *Gnorimopsar chopi* (graúna), *Icterus icterus* (currupião), *Melanotrochilus fuscus* (beija-flor), *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi), *Hermitriccus striaticolle* (sibite-da-mata), *Egretta thula* (garça-pequena), *Ardea alba* (garça-grande), *Pseudoseisura cristata* (casaca-de-couro), *Sporophila nigricollis* (papa-capim), *Troglodytes aedon* (rouxinol), *Empidonax euleri* (papa-mosca), *Crypturellus parvirostris* (nambu-do-pé-vermelho), *Camptostoma obsoletum* (papa-mosquito), *Buteo magnirostris* (gavião-ripino), *Glaucidium brasilianum* (coruja-do-campo/buraqueira/ caborê), *Thraupis sayaca* (sanhaçu), *Turdus rufiventris* (sabiá gongá), *Euphonia chlorotica* (vem-vem), *Fluvicola albiventer* (lavadeira), *Butorides striatus* (socó),

Vanellus chilensis (tetéu), *Coryphospingus pileatus* (abre-e-fecha), *Paroaria dominicana* (campina), *Coragyps atratus* (urubu-da-cabeça-preta/urubu) e *Polyborus plancus* (carcará). Outras espécies também foram levantadas e relacionadas no Quadro 5 (Figura 35; Figura 36).

Embora não se tenha feito registros referentes aos integrantes da mastofauna, sabe-se que este grupo está representada por indivíduos de médio e pequeno porte e, de acordo com os moradores da região, ocorrem espécies como *Cerdocyon thous* (raposa), *Didelphis albiventris* (cassaco/gambá), *Euphractus sexcinctus* (tatu-peba), *Didelphis aurita* (cassaco), *Cavia aperea* (preá), *Callithrix jacchus* (sagüi/soim), *Procyon cancrivorus* (guaxinim/guaxelo), *Felis tigrina* (gato-do-mato), *Felis wieddi* (gato-pintado/maracajá), *Felis yagouaroundi* (gato-vermelho), *Oligoryzomys stramineus* (rato-do-mato), *Mazama americana* (veado) e morcegos como o *Noctilio* sp (morcego-pescador), *Diphylla* sp (morcego hematófago/morcego-vampiro) e *Desmodus* sp (morcego-vampiro/morcego-do-cerrado).



FIGURA 35 - *Polyborus plancus* (carcará/cara-cará)

– Ave de rapina que habita campos abertos e Caatinga. Pertence à Família Falconidae. Alimenta-se de animais mortos, lagartos, cobras, anfíbios, caracóis, miriápodes, ovos de pássaros, frutos, minhocas e pequenos mamíferos. A espécie mede, aproximadamente, 590 mm de comprimento. Nidificam 2 ovos brancos manchados. O período de incubação dura cerca de 28 dias. O período de reprodução ocorre entre os meses de novembro de fevereiro. O ninhos podem ser feitos em árvores ou no solo, porém, ambos rasos e formados por gravetos. O macho e a fêmea controem o ninho e cuidam da prole. Espécie observada na AID (Coordenadas UTM: 24 M 9580162 N / 536834 E – Novembro de 2010).

FONTE: José Dantas de Lima



FIGURA 36 - *Coragyps atratus* (urubu-da-cabeça-preta/urubu)

– Ave pertencente à Família Cathartidae. A espécie é comum para todo Brasil, sendo observada em ambientes litorâneos, interiores e ambientes urbanos. Esta ave é conhecida por alimenta-se de frutos e animais mortos ou em decomposição. O corpo pode medir 660 mm de comprimento e 140 mm de envergadura. Criam dois filhotes por ninhada e os ovos são manchados. O período de incubação dura de 32 a 39 dias e normalmente nidificam nas rochas. Além disso, causam sérios problemas em lixões, aterros e aeroportos. Espécie observada na AID (Coordenadas UTM: 24 M 9580002 N / 536783 E – Novembro de 2010).

FONTE: José Dantas de Lima

Para herpetofauna, as espécies levantadas para o local e AII pertencem à subordem lacertília como o *Tropidurus hispidus* (lagartixas), *Tropidurus torquatus* (calango), *Iguana iguana* (camaleão), *Tupinambis merianae* (teju), Ameiva ameiva (tijibinha/tejubina), enquanto para subordem Ophidia, destacam-se a *Philodryas nattereri* (corre-campo), *Philodryas* sp (cobra-cipó), *Oxybelis* sp (cobra-de-cipó), *Bothrops erythomelas* (jararaca), *Corallus enydrys* (cobra-de-veado), *Micrurus ibiboboca* (cobra-coral), *Oxyrhopus trigeminus* (falsa-coral) e *Philodryas olfersii* (cobra-verde).

Observou-se *in loco* de um grande número de representantes para entomofauna, dando destaque aos representantes das ordens Díptera (moscas, mosquito), Lepidóptera (borboletas e mariposas), Coleóptera (besouros), Isóptera (cupins), Hymenoptera (formigas e abelhas), Orthoptera (gafanhoto), Phasmatodea (bicho-pau) e Odonata (libélulas).

4.5.2 Fauna da Planície Fluvial

A fauna aquática encontra-se representada por alguns anfíbios e moluscos. Destacou-se a presença do molusco

Pomacea canaliculata (aruá/caramujo), encontrado em abundância no local e utilizado como alimento pelo *Procyon cancrivorus* (guaxinim/guaxelo) e pelo *Buteo magnirostris* (gavião-ripino).

A avifauna desta unidade bioecológica está representada, principalmente, pela *Columbina talpacoti* (rolinha-caldo-de-feijão), *Mimus gilvus* (sabiá-da-praia), *Cyanocorax cyanopogon* (cancão), *Gnorimopsar chopi* (graúna), *Icterus icterus* (currupião), *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi), *Tyrannus melancholicus* (severino / suiriri), *Hermitriccus striaticolle* (sibite-da-mata), *Ardea alba* (garça-grande), *Glaucidium brasilianum* (coruja-do-campo/buraqueira/ caboré), *Thraupis sayaca* (sanhaçu), *Pseudoseisura cristata* (joão-de-pau-de-crista/casaca-de-couro), *Paroaria dominicana* (campina), *Fluvicola albiventer* (lavadeira), *Jacana jacana* (jaçanã), *Vanellus chilensis* (tetéu), *Buteo magnirostris* (gavião-ripino) e *Polyborus plancus* (carcará). Outras espécies também foram levantadas e relacionadas no Quadro 5 (Figura 37).



FIGURA 37- *Vanellus chilensis* (tetéu)

– Habitam pastagens e ambientes litorâneos. Alimenta-se de pequenos peixes, insetos e moluscos. Põe de 2 a 4 ovos riscados em pequenas depressões escavadas no chão por período reprodutivo. Normalmente fazem seus ninhos no solo. O período de incubação é de 27 dias. Atacam energeticamente possíveis predadores ou indivíduos que venham a ameaçar seus ninhos. Os filhotes podem abandonar os ninhos logo após ao nascimento (nidífugo). Ave comum para quase toda América do Sul. Espécie observada na AID (Coordenadas UTM: 24 M 9579971 N / 536388 E – Novembro de 2010).

FONTE: José Dantas de Lima

A mastofauna levantada está representada por espécies de pequeno e médio porte, das quais, destacam-se a *Cerdocyon thous* (raposa), *Didelphis albiventris* (cassaco/gambá), *Euphractus sexcinctus* (tatu-peba), *Cavia aperea* (preá), *Callithrix jacchus* (sagüi/soim), *Procyon cancrivorus* (guaxinim/guaxelo), *Felis tigrina* (gato-do-mato), *Felis wieddi* (gato-pintado/maracajá), *Felis yagouaroundi* (gato-vermelho), *Oligoryzomys stramineus* (rato-do-mato), bem como alguns quirópteros como o *Noctilio* sp (morcego-pescador), *Diphylla* sp (morcego hematófago/morcego-vampiro) e *Desmodus* sp (morcego-vampiro/morcego-do-cerrado).

A herpetofauna local está representada por pelo *Tropidurus torquatus* (calango), *Iguana iguana* (camaleão), *Ameiva ameiva* (tijubinha) e *Tupinambis merianae* (teju), ambos pertencentes à subordem lacertília. Dentre as espécies pertencentes à subordem Ophidia, destacam-se a *Philodryas nattereri* (corre-campo), *Philodryas* sp (cobra-cipó), *Oxybelis* sp (cobra-de-cipó), *Bothrops erythomelas* (jararaca), *Corallus enydrys* (cobra-de-veado), *Micrurus ibiboboca* (cobra-coral), *Oxyrhopus trigeminus* (falsa-coral), *Cleria* sp (cobra-preta) e *Philodryas olfersii* (cobra-verde).

A entomofauna que ocorre este tipo de ambiente está representada por muitos insetos de hábito aquático ou que utilizam as áreas úmifas para completarem seus ciclos reprodutivos. Esta comunidade observada *in loco* está representada por indivíduos da ordem Odonata (libélula), Coleoptera (besouros), Lepidóptera (borboletas e mariposas), Hymenoptera (vespas, abelhas e formigas) e Díptera (moscas, mosquito) (Figura 38).

As planícies fluviais são unidades bioecológicas importantes devido à dinâmica ecológica destes ecossistemas, tornando-os ambientes propícios para alimentação, dessedentação e favoráveis para que muitas espécies completem seus ciclos reprodutivos (Figura 39).



FIGURA 38 - Colméia de marimbondo-chapéu (*Apoica pallens*)

– Espécie venenosa pertencente à Ordem Hymenoptera e Família Vespidae comum para região. A colméia é aberta, arredondada e na forma de um prato. Dias e Costa Neto (1999) registraram o uso medicinal do ninho do marimbondo-chapéu como defumador no tratamento de “má do vento” (derrame). Espécie observada na ADA (Coordenadas UTM: 24 M 9579722 N / 534967 E – Novembro de 2010).

Fonte: José Dantas de Lima



FIGURA 39 - Gastrópode pertencente à Família **Thiaridae**.

Este molusco bentônico de concha alongada, cônica, espiralada e coloração marron-clara com tons de ferrugem. É capaz de ocupar uma vasta gama de ambientes, de oligotróficos a eutróficos, inclusive águas com teor salino moderado, lênticos e lóticos. Animais de hábito noturno, alimentam-se de partículas orgânicas incorporadas ao substrato, têm moderada resistência à dessecação. Ocorre na região litorânea brasileira e locais úmidos. Molusco ecologicamente importante na região, pois serve como de alimento para muitos animais. Espécie observada na AID (Coordenadas UTM: 24 M 9580771 N / 535801 E – Novembro de 2010).

Fonte: José Dantas de Lima

4.5.3 Fauna de ambientes lacustres

A fauna aquática encontra-se representada por alguns peixes de porte pequeno como a *Astianax* sp (piaba), anfíbios e moluscos. A presença da *Pomacea canaliculata* (aruá/caramujo) neste ecossistema contribui para o sustento de uma grande diversidade de espécies, as quais utilizam esse gastrópode como fonte alternativa de nutrientes e proteínas.

A avifauna observada nestes ambientes está representada pela *Columbina talpacoti* (rolinha-caldo-de-feijão), *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi), *Vanellus chilensis* (tetéu), *Fluvicola albiventer* (lavadeira), *Thraupis sayaca* (sanhaçu), *Glaucidium brasilianum* (coruja-do-campo/buraqueira/ caboré), *Jacana jacana* (jaçanã), *Ardea alba* (garça-grande), *Polyborus plancus* (carcará) e *Buteo magnirostris* (gavião-ripino) (Figura 40).



FIGURA 40 - *Ardea alba* (garça-grande)

– Ave pertencente à Ordem Ciconiformes e Família Ardeidae. Habitam charcos, pântanos, açudes, mangues, dentre outros ambientes alagados. Alimenta-se de insetos aquáticos, anfíbios e peixes. O corpo possui aproximadamente 900 mm. Possui bico e íris amarelo, com pernas e dedos pretos. O pescoço comprido forma um “S”. Nidificam em ninhais, onde centenas de casais unem-se em um pequeno espaço, geralmente em alagadiços. Além disso, reproduzem-se junto a outras espécies. Esta espécie é migratória e ocorre em todo continente americano. Espécie observada na AID (Coordenadas UTM: 24 M 9579912 N / 534417 E – Novembro de 2010).

Fonte: José Dantas de Lima

De acordo com depoimentos de moradores da região, a mastofauna está representada por espécies como a *Cerdocyon thous* (raposa), *Didelphis albiventris* (cassaco/gambá), *Callithrix jacchus* (sagüi/soim), *Procyon cancrivorus* (guaxinim/guaxelo) e *Felis tigrina* (gato-do-mato). A herpetofauna está representada por espécies como o *Tropidurus torquatus* (calango), *Iguana iguana* (camaleão), *Ameiva ameiva* (tijubinha), *Tupinambis merianae* (teju), *Corallus enydrys* (cobra-de-veado), *Micrurus ibiboboca* (cobra-coral), *Oxyrhopus trigeminus* (falsa-coral), *Cleria* sp (cobra-preta) e *Philodryas olfersii* (cobra-verde).

Os insetos que ocupam este tipo de ambiente estão bem adaptados a esses ecossistemas com excesso de umidade, estando representados pela maioria das ordens Odonata (libélula), Coleoptera (besouros), Lepidoptera (borboletas) e Díptera (moscas e mosquitos). Além disso, vale salientar que os ambientes ribeirinhos e aquáticos possuem uma importância ecológica significativa em função da necessidade destes animais completarem seus ciclos de vida (Figura 41).



FIGURA 41 - Espécie pertencente à Ordem Lepidoptera e comum para região e com de ampla distribuição nas Américas. Tal borboleta possui asas laranjas com pintas e listras pretas. Possui papel ecológico importante no ecossistema local como a polinização e alimento para muitos animais silvestres da região. ADA. Espécie observada na AID (Coordenadas UTM: 24 M 9579940 N / 534976 E – Novembro de 2010).
Fonte: José Dantas de Lima

4.5.4 Espécies raras, ameaçadas de extinção ou de interesse econômico e científico

Para o levantamento realizado referente às espécies ameaçadas de extinção, tomou-se como referência a Instrução Normativa MMA Nº 03, de 26 de maio de 2003, em anexo, que apresenta a Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção e a Instrução Normativa Nº 06, de 23 de setembro de 2008, que apresenta a Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção. Assim, o levantamento realizado em campo diagnosticou que não existem na área de influência direta do empreendimento espécies da flora raras ou ameaçadas de extinção. Todavia, relatos de moradores revelam observarem, eventualmente, a ocorrência de algumas espécies da fauna em extinção como por exemplo o *Felis wieddi* (gato-pintado/maracajá), *Felis yagouaroundi* (gato-vermelho), *Felis tigrina* (gato-do-mato), bem como a *Penelope jacucaca* (jacu), as quais se encontram na lista oficial de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Tais animais deverão ser protegidos através de campanhas educativas a fim de promover sua preservação e convivência com a atividade a ser implantada no terreno.

4.6 MEIO ANTRÓPICO

O Município de Caucaia tem área de 1.293 km² que é a maior em extensão territorial da Região Metropolitana de Fortaleza. Está dividido politicamente em oito distritos: Caucaia (Sede), Catuana, Guararu, Sítios Novos, Tucunduba, Mirambé, Bom Princípio e Jurema.

O crescimento metropolitano em direção à Caucaia se estendeu tanto para o interior quanto para o litoral gerando uma ocupação desordenada. Os principais vetores desta interligação são a expansão industrial e residencial do Bairro de Antônio Bezerra e a procura por novos espaços de lazer na zona marítima, a partir do estuário do Rio Ceará compreendendo as praias de veraneio de Iparana, Boi Choco, Pacheco, Icarai, Tabuba e Cumbuco. Nesta faixa, onde, segundo os dados da Secretaria de Infra-estrutura de Caucaia, quase 95% dos imóveis são de proprietários residentes em Fortaleza a ocupação do solo se dá sem nenhum critério de preservação dos recursos naturais, com desmontes de dunas, invasão de faixas de preservação de lagoas e de areia da praia.

Dados estatísticos do IBGE mostram que apesar do crescimento constante da população urbana de Caucaia (1990 –

210 mil, 2000 – 251 mil), entre 2001 e 2010 as populações de Caucaia aumentaram para 384 mil habitantes. Caucaia pode ser considerada atualmente uma verdadeira cidade em desenvolvimento da RMF, com uma grande concentração de atividade econômica e uma população de quase 385 mil habitantes, tomando como base os dados apurados pelo IBGE no Contagem de População IBGE/2009. Este contingente representa 0,28% da população total do Estado do Ceará.

O município é abastecido de água proveniente do Complexo Pacoti – Riachão com distribuição feita pela CAGECE com cobertura de 35% da área urbana, pois apenas a Sede Municipal e o distrito da Jurema apresentam rede pública, atendendo 13,99% das habitações.

O município de Caucaia, como toda a região metropolitana e o interior do Estado, possuem um precário sistema de esgotamento sanitário, que sem nenhum tratamento, é lançado diretamente nos rios. Soluções paliativas são dadas como instalação de fossas, sumidouros e fossas negras, mas pelo fator de impermeabilidade do solo não funcionam satisfatoriamente e também contribuem para a poluição dos recursos hídricos.

Em Caucaia, foi feita rede de esgoto para 1/3 da área da sede municipal mas, falta ser construída a estação de tratamento de esgotos. Existe rede de esgoto nos conjuntos habitacionais populares, todos com lagoas de estabilização e está em implantação o sistema público na área urbana da Jurema. Está, também, em fase de elaboração o projeto de esgotamento sanitário e abastecimento de água das áreas urbanas do litoral (Pacheco, Iparana, Icarai, Tabuba e Cumbuco), que atenderá toda a população daquela região, inclusive prevendo o crescimento da região.

Quase toda a área urbana do Município de Caucaia possui rede elétrica que pouco a pouco se estende pela área rural.

As principais vias da sede são a BR-222, no sentido Leste-Oeste, e a antiga estrada do Icarai, no sentido Norte-Sul. A BR-222 quando penetra pelo centro, transforma-se num binário que segue pelas Ruas Edson da Mota Corrêa e Coronel Correia, delimitando a área central onde localizam-se o comércio, o mercado, a matriz e a prefeitura. O percurso pelo centro transcorre em poucos minutos, e por não existirem marcos visuais, cruza-se o centro sem perceber a sua forma.

A BR-222 atravessa a cidade estrangulando-se em meio a uma malha viária em xadrez, porém estreita e confusa.

Problemas de tráfego de cargas e de usos de solo conflitantes com o porte da área central acentuam-lhe ainda mais o aspecto de desorganização.

4.6.1 Diagnóstico socioambiental, econômico e cultural

O diagnóstico sócio-ambiental realizado buscou atender aos pré-requisitos de planejamento para um empreendimento ambiental a ser realizado no Sítio Carrapicho, situado nas imediações da Fazenda Carrapicho, Zona rural do município de Caucaia.

O Diagnóstico centrou-se na análise das condições sociais, econômicas, culturais e ambientais da comunidade localizada na área do entorno do Sítio Carrapicho, locus do empreendimento. Buscou-se através deste levantar elementos que configurassem a realidade da comunidade, nos seus diferentes aspectos, a ser impactada com a construção do empreendimento:

- Situação sócio-econômica e cultural.
- Condições de moradia.
- Situação de saneamento e saúde.

- Fauna.
- Flora.
- Necessidades da comunidade.

Busca-se com esse diagnóstico subsidiar o processo de planejamento, licenciamento e implementação de ações visando a efetivação do empreendimento ambiental tomando como princípio a preservação do meio ambiente e a preocupação com a qualidade de vida da população.

Este diagnóstico teve como *Locus* de investigação a área *de entorno do Sítio Carrapicho situado no Distrito de Carrapicho, em Caucaia*. Os resultados do presente estudo, denominado Diagnóstico Sócio-Ambiental, Econômico e Cultural da comunidade do entorno do Sítio Carrapicho, mostrou que a maioria da população se encontra neste local há mais de 20 anos. As famílias são na sua maioria constituída de pessoas adultas e idosas com uma composição considerada pequena e contando com poucas crianças. As crianças na sua maioria freqüentam a escola, as que não freqüentam é por terem idade de creche, instituição inexistente no local ou por não ter na localidade escola compatível com as suas necessidades decorrentes de problemas de deficiência física ou mental.

A principal fonte de renda é a agricultura existindo um número considerável de aposentados e empregados da indústria e comércio. Os produtos agrícolas cultivados são milho e feijão.

A maioria das famílias encontra-se recebendo o benefício do Programa de Renda Mínima do governo federal - o Bolsa Família. A população na sua maioria vive em situação de pobreza com renda familiar de até 1 salário mínimo e possui um baixo nível de escolaridade, sendo a maior parte composta por pessoas analfabetas ou apenas alfabetizadas.

A casa na sua maioria é própria, cuja propriedade provém da posse da terra, contudo a maioria não tem documentação comprobatória de propriedade. A construção do imóvel na sua maioria foi feita de alvenaria com utilização na cobertura de telha canal. A população conta com serviços de abastecimento de água fornecido pela CAGECE e energia elétrica fornecida pela COELCE, mas não conta com rede de esgotos. Utiliza na sua maioria fossa séptica para dar destino aos seus dejetos e o lixo produzido é queimado.

A população conta com serviços de educação e saúde, sendo assistida pelo Programa de Saúde da Família. Sendo estes considerados de qualidade satisfatória e atende a demanda existente. A população não se utiliza da mata, rio ou açude para

atendimento das suas necessidades, pouco fazendo uso da fauna e da flora local. Os animais criados resumem-se na sua maioria a galinha, gado e porcos.

Os maiores problemas enfrentados pela comunidade são: a estrada que não é pavimentada e no momento não possui qualidade para o acesso, no entanto está em fase de contratação pelo Governo do Estado a implantação da Rodovia ce 158, que é esta rodovia, o que vem a atender ao anseio da comunidade local e a facilitar o acesso dos veículos e equipamentos ao empreendimento. A falta de policiamento no local e a falta de oportunidade de trabalho e geração de renda. Sendo considerada a prioridade a ser solucionada: a melhoria da estrada com a construção do asfalto na via principal.

ASPECTOS LEGAIS

O empreendimento atende integralmente a Legislação e não fere em nenhum momento nenhum condicionante legal, ambiental e restrições legais, motivo pelo qual solicitamos a sua instalação. Quanto a Reserva Legal, a soma das áreas do ASMOC e de sua ampliação é de 224,90 Há, o que aplicando-se os 20% da Lei

4.771/65 e alterações e da Lei Estadual, chega-se a **ARLegal = 44,98 Ha.**

A Soma das área de Reserva Legal do ASMOC e de sua ampliação equivalem a: $ARLegal = (32,15 + 7,04 + 3,8 + 13,60) Há = 56,59 Há.$

Portanto a área proposta de Reserva Legal é maior que os 44,Há, aumentando o percentual previsto em Lei para 25,64%.

Quanto ao atendimento a Lei do SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação o empreendedor atende integralmente e se compromete a desembolsar anualmente o valor de R\$ 48.787,62, referente a 0,5% do custo total.

Ainda o empreendedor assina o termo de compromisso com a SEMACE quanto a supressão vegetal.

5 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS, MEDIDAS MITIGADORAS E PROGRAMAS DE MONITORAMENTO E ACOMPANHAMENTO.

A avaliação dos impactos foi feita utilizando-se a Matriz de Impactos de Mota e Aquino, método que associa os impactos de cada ação de um empreendimento às características dos meios físico, biótico ou antrópico.

Foram identificados 104 impactos resultantes do empreendimento, assim distribuídos:

- 58 (54 %) impactos considerados como positivos.
- 49 (45 %) impactos admitidos como negativos.
- (1 %) impacto classificado como indefinido.

A estes impactos foram planejadas medidas mitigadoras de impactos ambientais, desde as medidas adotadas na fase de implantação do canteiro de obras, controle de erosão do solo, recuperação de áreas degradadas, controle de qualidade da água

superficial e subterrânea, controle de gases, de ruído e qualidade do ar, controle de vetores, prevenção de riscos a saúde, prevenção de acidentes e segurança do trabalho, medidas de proteção paisagística, mediadas de idenização e de comunicação social com programas de educação ambiental dos trabalhadores e da comunidade.

Para tanto, foi planejado os Programas de Monitoramento e acompanhamento do empreendimento, compostos de Monitoramento de águas superficiais e subterrâneas, Monitoramento geotécnico, Monitoramento de Gases, Monitoramento do Sistema de Tratamento de Lixiviado (STL) e Monitoramento de Fauna e acompanhamento fotográfico das fases e etapas do empreendimento.

Quanto aos aspectos Legais, toda a Legislação Federal, Estadual e Municipal, foram plenamente atendidas, além do presente Estudo e Relatório de Impacto Ambiental ter seguido fielmente ao Termo de Referência do órgão ambiental Estadual, no caso a SEMACE.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um aterro sanitário para resíduos sólidos é um equipamento indispensável em qualquer cidade, especialmente para cidades do porte e da importância de Caucaia e Fortaleza para o Estado do Ceará. Mesmo que sejam adotadas medidas visando reduzir a quantidade de resíduos, sempre existirão materiais que deverão ser destinados a um aterro sanitário, planejado, projetado e operado dentro dos padrões de eficácia e eficiência.

No caso da ampliação do aterro sanitário metropolitano de Caucaia, constatou-se que o seu projeto executivo foi elaborado observando as recomendações técnicas para implantação e operação de empreendimentos desse tipo e porte. A efetiva execução dessas medidas contribuirá para que o aterro seja implantado de forma a causar os menores impactos ambientais possíveis.

Por outro lado, neste Estudo de Impacto Ambiental foram propostas medidas mitigadoras visando minimizar as consequências negativas do empreendimento e aumentar os seus benefícios.

Foram elaborados, também, planos de acompanhamento e monitoramento dos impactos, a serem observados durante e após a execução do aterro sanitário, visando acompanhar a eficácia das medidas recomendadas.

Os dados levantados no EIA serão de significativa importância para a execução e operação da ampliação do Aterro Sanitário Metropolitano de Caucaia, principalmente se as medidas mitigadoras forem consideradas em toda sua plenitude.

Com base no Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental, recomenda-se a implantação da ampliação do aterro sanitário metropolitano de Caucaia, ressaltando-se que deverão ser observados todos os requisitos técnicos constantes do seu projeto executivo e as medidas de controle propostas neste documento.

REFERÊNCIAS

- ABNT Norma Técnica NBR 6484. Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos (SPT). Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1980. 12p.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Aterros de Resíduos Não Perigosos – Critérios para Projeto, Implantação e Operação. NBR 13896/97.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos – Procedimento. NBR 8419/85.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Resíduos Sólidos – Classificação . NBR 10004/87.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR-10.151/2000. Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR-98/1966. Armazenamento e manuseio de líquidos inflamáveis e combustíveis: procedimento. Rio de Janeiro, 1966.
- AZEVEDO NETTO, J. M. & HESS, M. L. – Tratamento em lagoas de estabilização. In: Tratamento de águas residuárias. São Paulo, DAE, 1970.
- BELTRÃO, G. Q. de B; JUCÁ, J. F. T. Alternativa de tratamento terciário para o chorume em aterros sanitários: sistema de barreira bio-química. XI SILUSESA – Simpósio luso-brasileiro de engenharia sanitária e ambiental. Natal – Rio Grande do Norte, 2004.
- BONGERS, F.; ENGELEN, D.; KLINGE, H. Phytomass structure of natural plant communities on spodosols in southern Venezuela: the Bana woodland. *Vegetatio*, 63:13-34, 1985.
- BRASIL 1975. PROJETO RADAMBRASIL - Levantamento dos Recursos Naturais (Volume 8). Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral. 427p, 1975.
- BRASIL 1977. PROJETO RADAMBRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Folha SB. 19 Juruá: geol., geom., veg. e uso potencial da terra, Rio de Janeiro. 436p, 1977.
- CAINS, J. Increasing diversity by restoring damaged ecosystems. In: Wilson, E. O. Biodiversity. National Academy Press, Washington, D. C. 1988.
- CAPUTO, M. V. Stratigraphy, Tectonics, Paleoclimatology, and Paleogeography of Northern Basins of Brazil. Santa Barbara: University of Califórnia. Tese de Doutorado. p. 4-174, 1984.
- CHERNICHARO, C. A. L. Reatores Anaeróbios, Princípio do Tratamento biológico de águas residuárias, Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1997.
- CHROSTENSEN, T.H., KJELDSEN, P. Sanitary Landfilling: Process, Technology, and Environmental Impact. New York : Academic Press, 1989,
- CODUTO; HUITRIC. Monitoring landfill movements using precise instruments, Geotechnics of Waste Fill, theory and practice, ASTM STP 1070, Philadelphia, pp.358-371. 1990.

- CRONQUIST A. An integrated system of classification flowering plants. Columbia University Press, New York, USA. 1262 p. 1981.
- DOTE SÁ, T. Avaliação de Impactos Ambientais. In: **Curso Avaliação de Impactos Ambientais**. João Pessoa: GAPLAN/SUDEMA.
- FRANSCISCO, R.H.P. De água de Rio a água potável. Revista eletrônica de ciências, nº12, 2002.
- HAMADA, J.; CALÇAS, D. A. N. Q. P.; GIACHETI, H. L. (2002). Escoamento de Chorume de Aterros Sanitários em Solos Arenosos Compactados. Artigo Técnico. Anais do XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cancún, México, 2002.
- HERRERA, R. G., CÁRDENAS, L. K. & Castillo, R. R. Basureros Activos. Simulacion de la lixiviacion – el caso de Mérida, México. XVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cd Rom, 2000.
- IBAMA. Portaria Nº37-N, de 3 de abril de 1992. Torna pública a Lista Oficial de Espécies Ameaçadas de Extinção. Disponível em: <www.ibama.gov.br/flora/extincao.htm>. Acesso em 12 ago. 2008.
- IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Série Manuais Técnicos em Geociências 1. IBGE, Rio de Janeiro. 92p. 1992.
- IMHOFF, K. Manual de tratamento de águas residuárias. 21 ed. Editora Edgard Blucher LTDA. Editora da universidade de São Paulo. 1966.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Mapa de Solos do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2001.
- JORDÃO, E. P. P. C. A. Tratamento de esgotos doméstico. 3 ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995, 720 p.
- JUCÁ, J.F.T., MONTEIRO, V.E.D., Oliveira, F.J.S., Maciel, F.J. Monitoramento Ambiental do Aterro de Resíduos Sólidos da Muribeca, III Seminário Nacional sobre Resíduos Sólidos Urbanos, Toledo, Paraná, 1999.
- KELLNER, E. Lagoas de estabilização: projeto e operação, Rio de Janeiro: ABES, 1998, 244p.
- KISTLER, P. Historical resume of the basin: Petrobrás Internal Report, 104-A, Brazil, 1954.
- LIMA, JOSE DANTAS, Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, João Pessoa, 2001.
- LIMA, JOSE DANTAS, Consórcios de Desenvolvimento Intermunicipal – Instrumento de Integração Regional, João Pessoa, 2003.
- LIMA, JOSE DANTAS, Sistemas Integrados de Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos, João Pessoa, 2005.
- LINS, E. A. M. A. Utilização da Capacidade de Campo na Estimativa do Percolado Gerado no Aterro da Muribeca. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, 2003.
- MACIEL, F. J. Estudo da geração, percolação e emissão de gases no aterro de resíduos sólidos urbanos da Muribeca. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

Magurran A.E. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, USA, 1988. 192pp.

MALTA, T. S. Aplicação de lodos de estação de tratamento de esgoto na agricultura: estudo de caso do município de Rio das Ostras – RJ. Tese de mestrado. Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 2001. 68p.

MELO, V. L. A. Estudos de referência para diagnóstico ambiental em aterros de resíduos sólidos. Recife, 2000. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco.

MENZEL, Uwe. BOCK, Daniela. Apostila Tratamento de Efluentes Industriais. Fundacentro e Universidade de Stuttgart. Apoio SABESP. 2003.

MOTA, S; AQUINO, M. D. de. Proposta de uma Matriz para avaliação de Impactos Ambientais. VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (VI SIBESA).

NÓBREGA, C.C. Estudo e Avaliação de um Método Híbrido de Aeração Forçada no Tratamento do Lixo Domicilar. 115p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba. 1991.

NUNES, J. A.. Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais. 2 ed. Aracajú – Editora J. Andrade. 1996.

SALATI, E. Amazônia: Desenvolvimento, Integração e Ecologia. CNPq/Editora Brasiliense, São Paulo (SP). 1983.

SANTOS S. M. Propriedades Geotécnicas de um Aterro de Resíduos Sólidos. Recife, Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. 1997.

VAN HANDEL, Adrianus. O comportamento do lodo ativado. Campina Grande, epgraf, 1999. 488p.

VEDOVELLO, R. Zoneamento Geotécnico por Sensoriamento Remoto para Estudos de Planejamento do Meio Físico – Aplicação em Expansão Urbana. Dissertação de mestrado. INPE. São José dos Campos, SP, 1993. 90p.

VELOSO, H.P.; RANGEL-FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um Sistema Universal. Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento. 1991. 123p.

VON SPERLING, M. Lagoas de estabilização. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 1996. vol. 3.

VON SPERLING, M. Princípios básicos do tratamento de esgotos. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 1996. vol. 2.

WEB do Missouri Botanical Garden (<http://mobot.bobot.org/W3T/Search/vas.html>).