## *RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL – RIMA*

# *PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO PARA RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE MANAUS*

# RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL - RIMA

# PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO PARA RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE MANAUS

**FORTALEZA**

**ABRIL/2009**

# *Sumário*

# SUMÁRIO

**APRESENTAÇÃO** 08

**1. INTRODUÇÃO** 10

**2. JUSTIFICATIVAS TÉCNICAS, ECONÔMICAS E AMBIENTAIS** 12

**3. O RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO** 17

**4. O EMPREENDIMENTO** 19

4.1. Localização ..... 20
4.2. Concepção tecnológica ..... 22
4.3. Detalhamento do projeto do aterro ..... 26
4.3.1. Conformação geométrica do aterro ..... 26
4.3.2. Estimativa da produção de resíduos sólidos urbanos ..... 28
4.3.3. Dimensionamento da célula de destinação final ..... 30
4.3.4. Drenagem sub-superficial ..... 30
4.4. Drenagem de águas pluviais ..... 32
4.5. Drenagem do lixiviado ..... 32
4.5.1. Tratamento do lixiviado ..... 34
4.6. Drenagem e tratamento de gases ..... 37
4.6.1. Impermeabilização do fundo ..... 38

4.6.2. Sistema viário ..... 40
4.6.3. Jazidas ..... 40
4.7. Execução de célula padrão ..... 41
4.8. Plano de avanço do aterro ..... 42
4.9. Unidades de apoio ..... 50
4.9.1. Equipamentos ..... 52
4.9.2. Utilização futura da área do aterro ..... 53
4.9.3. Potencial energético do aterro sanitário ..... 54
4.9.4. Encerramento do atual aterro de Manaus ..... 55

**5. COMPATIBILIDADE COM PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS SETORIAIS** 58

**6.DIAGNÓSTICO AMBIENTAL** 61

6.1. Região afetada pelo empreendimento ..... 61
6.2. Características climáticas ..... 62
6.3. Características geológicas e pedológicas ..... 63
6.4. Relevo ..... 64
6.5. Recursos hídricos ..... 65
6.6. Vegetação presente na área do empreendimento ..... 66
6.6.1. Levantamento da vegetação da área ..... 66
6.6.2. Vegetação presente na área do empreendimento ..... 69
6.6.3. Avaliação de espécies/indivíduos de relevância ..... 74
6.6.4. Biomassa (massa arbórea-arbustiva) presente na área do empreendimento ..... 74
6.7. Fauna ..... 75
6.7.1. Levantamento da hepertofauna ..... 79

6.7.2. Levantamento da avifauna ..... 80
6.7.3. Levantamento da ictiofauna ..... 80
6.7.4. Levantamento da mastofauna ..... 81
6.7.5. Hepertofauna presente na área do empreendimento. ..... 85
6.7.5.1. Anfíbios ..... 85
6.7.5.2. Répteis ..... 85
6.7.5.3. Espécies raras, endêmicas, ameaçadas e de interesse econômico e subsistência. ..... 86
6.7.6. Avifauna ..... 86
6.7.7. Ictiofauna ..... 88
6.7.8. Mastofauna ..... 89
6.8. Meio antrópico ..... 93
6.8.1. Manaus ..... 93
6.8.2. Dados demográficos ..... 95
6.8.3. Aspectos sócio-econômicos ..... 96
6.8.4. Problemas ambientais ..... 97
6.8.5. Condições atuais do serviço de limpeza urbana ..... 99
6.8.6. Situação atual da área do aterro ..... 102
6.8.7. Diagnóstico social, cultural, econômico e ambiental da área do entorno do futuro aterro ..... 104
6.8.7.1 Aspectos metodológicos ..... 104
6.8.7.2. Aspectos sociais, econômicos e culturais ..... 105
6.8.7.3. Aspectos Sócios-Ambientais ..... 118
6.8.7.4. Estudo Arqueológico no terreno localizado no ramal do Itaúba/BR 174 – Manaus –AM. ..... 124
**7. PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS** 126
7.1. Considerações iniciais ..... 126

7.2. Principais impactos do empreendimento ..... 127

**8. QUALIDADE AMBIENTAL FUTURA** 134

**9. MEDIDAS MITIGADORAS DE IMPACTOS** 137

9.1. Controle durante as obras / canteiro de obras ..... 137
9.2. Recuperação de áreas degradadas ..... 139
9.3. Controle da erosão do solo ..... 143
9.4. Proteção da qualidade das águas superficiais e subterrâneas ..... 146
9.5. Controle de gases, de ruídos e da qualidade do ar ..... 147
9.6. Controle de vetores ..... 149
9.7. Prevenção de riscos à saúde ..... 149
9.8. Prevenção de acidentes e segurança do trabalho ..... 150
9.9. Medidas de proteção paisagística ..... 152
9.10. Programa de desapropriação e indenização ..... 155
9.11. Comunicação social ..... 155
9.12. Educação ambiental dos trabalhadores da comunidade ..... 157

**10. PLANOS DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DOS IMPACTOS** 162

10.1. Monitoramento das águas subterrâneas e superficiais ..... 162
10.2. Monitoramento do sistema de tratamento de lixiviado ..... 163
10.3. Monitoramento geotécnico ..... 164
10.4. Monitoramento dos gases ..... 172
10.5. Monitoramento da fauna ..... 175
10.6. Acompanhamento da recomposição vegetal ..... 176

10.7. Acompanhamento da desativação do atual depósito de resíduos ..... 177
10.8. Acompanhamento fotográfico ..... 178
10.9. Acompanhamento dos programas de desapropriação e remoção da população ..... 179
10.10. Responsabilidade pelos programas de acompanhamento ..... 179

**11. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE** 182

11.1. Legislação Federal ..... 182
11.2. Legislação Estadual ..... 187
11.3. Legislação Municipal ..... 189

**12. CONSIDERAÇÕES FINAIS** 191

**13. BIBLIOGRAFIA** 194

**14. EQUIPE TÉCNICA** 204

# Apresentação

# 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 Implantação de um Aterro Sanitário para Resíduos Sólidos, no Município de Manaus – AM*", além de propor medidas para manter o equilíbrio ecológico e promover o desenvolvimento sustentável do município de Manaus.

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 Nº 018/08 – GEPE, expedido pelo Órgão Ambiental (Instituto de Proteção Ambiental da Amazônia – IPAAM) e da Legislação Ambiental vigente no País, no Estado do Amazonas e no Município de Manaus.

O 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.

# Introdução

# 1. INTRODUÇÃO

Os problemas de gestão dos resíduos sólidos no Amazonas são um fato e a necessidade de resolvê-los também. Com o crescimento populacional expansivo da cidade de Manaus também aumentou a geração de resíduos. Aliado a este fato, o município não possui uma política pública para minimizar os problemas relativos ao saneamento básico, haja vista que não dispõe de um aterro sanitário licenciado,

O estado do amazonas vive inúmeras contradições: planos de governo desarticulados da história e dos lugares, do espaço e do tempo, expressos no acesso às mais avançadas tecnologias, que são símbolos da modernidade, e que convivem ao mesmo tempo com a grande maioria da população sem acesso às necessidades sociais básicas, ou seja, tratamento de esgotos e destino adequado dos resíduos sólidos urbanos.

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 de baixo custo.

# *Justificativas Técnicas, Econômicas e Ambientais*

# 2. JUSTIFICATIVAS TÉCNICAS, ECONÔMICAS E AMBIENTAIS

A implantação do aterro sanitário de Manaus objetiva a adoção de uma solução tecnicamente correta para a destinação dos resíduos sólidos da cidade, atualmente dispostos em um aterro controlado, onde existem muitos problemas ambientais.

A concepção do projeto do Aterro Sanitário de Manaus fundamentou-se, essencialmente, em critérios de engenharia e normas específicas operacionais, objetivando minimizar os impactos ambientais e sociais causados pela atual disposição inadequada do lixo no município, revertendo o quadro encontrado na disposição dos resíduos sólidos, no km 19 da Rodovia AM-10.

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

- Segurança e saúde pública
- Meio ambiente
- Aspectos sociais
- Aspectos culturais
- Custos

Foram estudadas 5 (cinco) áreas, para escolha do local onde será implantado o aterro sanitário:

Áreas A: Região Oeste – Área próxima ao ramal da pedreira com acesso pela BR 174 – Área do BISPO – Particular.

Área B: Região Oeste – próxima à Termoelétrica e ao Presídio Estadual e acesso pela BR 174 - Fora do perímetro urbano – Área do KM 10 da BR 174 – Particular.

Áreas C: Região Oeste – Área em frente ao Ramal da Pedreira – Área do Paulista – Particular.

Área D: Região Noroeste – Área do Ramal do KM 13 da BR 174 – Área da BR 174 – Empreendedor.

Área E: Região Oeste – Conhecida como Fazenda Ecológica Fora do Perímetro Urbano – Área do Professor – Particular.

**ÁREA - A**

**ÁREA - B**

**ÁREA - E**

**ÁREA – C**

**ÁREA – D**

Figura 2.1 – Vista das áreas estudadas

Após visitas às áreas, procedeu-se à classificação das mesmas em ordem crescente de preferência, utilizando-se o *método matricial de hierarquização,* recomendado por Mcbean et al., "Solid Waste Landfill Engineering and Design" – EUA, 1995.

Na elaboração da matriz de hierarquização, para os aspectos considerados foram estudados os fatores indicados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Fatores considerados na matriz de hierarquização para escolha da área do aterro sanitário de Manaus.

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

A aplicação do método matricial referido, considerando os aspectos ambientais - segurança e saúde pública; meio ambiente; aspectos sociais; aspectos culturais; custos - resultou na classificação indicada na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Classificação das áreas em ordem decrescente

| CLASSIFICAÇÃO | ÁREA | NOTA FINAL PONDERADA |
|---|---|---|
| 1 | A | 7,10 |
| 2 | B | 7,17 |
| 3 | C | 6,74 |
| 4 | D | 8,05 |
| 5 | E | 6,91 |

Elaboração: ECOSAM, (2008).

Analisando-se a classificação apresentada na Tabela 2.1, constata-se que a área D obteve a melhor pontuação e foi, portanto, a escolhida para a implantação do aterro sanitário de Manaus. Tal pontuação se deveu às boas qualidades da área, associada ao fato da mesma estar situada nas proximidades do lixão atual, evitando, assim, impactos em outra área.

Assim, foi definida como área para o Aterro Sanitário de Manaus o terreno localizado no Ramal do Km 13 da Rodovia BR 174, Zona Rural do Município, a cerca de 35 km do centro da Capital, sendo o acesso principal pela AM-10 e pela BR 174 (Ver Figura 2.1).

# *O Responsável pelo Empreendimento*

# 3. O *RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO*

O responsável pelo empreendimento é o Grupo Marquise.

Os dados de identificação do Grupo Marquise são:

| | |
|---|---|
| **NOME:** | Grupo Marquise S.A. |
| **Número de Registro Legal:** | CNPJ/CPF: 07.950.702/0001-85 |
| **INCRIÇÃO ESTADUAL:** | 06.153.200-2 (CE) |
| **REGISTRO NO IPAAM:** | 1012.2403 |
| **PROCESSO Nº:** | 2341/T/2008 |
| **ENDEREÇO:** | Av. Pontes Vieira, 1838<br>Bairro: Dionísio Torres<br>Fortaleza – CE |
| **TELEFONE:** | (85) 55 85 4008 3322 |
| **FAX:** | 55 85 4008 3377 |
| **Superintendente:** | José Carlos Valente Pontes |

WWW.marquise.com.br

# O Empreendimento

# 4. O EMPREENDIMENTO

A implementação do Aterro Sanitário de Manaus vem atender a uma necessidade básica de infra-estrutura para o município, que ainda não dispõe de local adequado para a destinação final de seus resíduos sólidos, que representam cerca de 2.400 toneladas por dia. O aterro atual funciona em 3 turnos, recebendo os resíduos de 200 veículos, entre caçambas, compactadores e caminhões poli guindastes de trabalho contínuo, que realizam cerca de 400 viagens por dia.

Pela primeira vez, desde o início do aterro controlado de Manaus, hoje conhecido como Lixão da Manaus, os três níveis de governo, representados pelos Poderes Públicos Municipal, Estadual e Federal (Ministério Público) somaram esforços para dar fim à indesejável situação em que se encontra a destinação de resíduos sólidos do maior gerador de lixo urbano da Região Norte do Brasil.

Por outro lado, boas perspectivas de sustentabilidade ambiental estão em curso por meio da implementação de projetos para implantação futura. É o caso das usinas de triagem e reciclagem dos resíduos de construção e demolição (RCD), previstas no Plano de Gerenciamento de Residuos da Construçao e Demoliçao do Municipio de Manaus; dos projetos de coleta seletiva planejada e a serem implantados conforme planejamento municipal, o que trará maiores garantias quanto ao fechamento adequado do atual lixão municipal e a implementação de uma cobertura vegetal futura com significado na melhoria ambiental da área do entorno; de Centrais de Triagem a serem implantadas em áreas definidas pelo poder publico; e da proposta para a implantação de processo de compostagem da matéria orgânica utilizando-se do tratamento de podas como elemento principal no processo, atualmente em análise pela Prefeitura.

A concepção do Projeto do Aterro Sanitário de Manaus fundamentou-se, essencialmente, em critérios de engenharia e normas específicas operacionais, objetivando minimizar os impactos ambientais e sociais causados pela disposição inadequada dos resíduos no município, revertendo o quadro atual encontrado na disposição dos resíduos sólidos, no km 19 da Rodovia AM-10.

A alternativa adotada para a destinação final dos resíduos teve por objetivo a implantação de um aterro sanitário projetado dentro da concepção da disposição do mínimo possível de resíduos, para atender à demanda de lixo urbano da população do município de Manaus por um período mínimo de 15 anos.

Partiu-se da premissa de que, além de se elaborar um projeto de aterro sanitário para a destinação final dos resíduos do município de Manaus, é necessário também que se proceda à recuperação / remediação da área do atual aterro de Manaus, como indicado no termo de Ajustamento e Conduta assinado entre o Ministério Publico Estadual e a Prefeitura Municipal de Manaus. Neste sentido, várias ações deverão ser desenvolvidas, podendo-se citar, entre elas, os estudos para recuperação do biogás, o que, além tornar necessário o recobrimento do lixo (evitando, assim, a proliferação de vetores) e drenagem dos gases, poderá trazer recursos extras com a venda dos créditos de carbono.

## 4.1. LOCALIZAÇÃO

O Aterro Sanitário de Manaus será implantado em uma área total de células de lixo de 50,20 ha dentro de uma área total de 133,62 ha, nas três glebas compreendidas pelo Sitio Nova esperança, Sitio Bela Vista e Sitio Novo, do Loteamento Efigênio Sales.

Ressalte-se que foi atendida integralmente a exigência de reserva legal de 80%, em cumprimento à Lei Federal 4.771/65 e alterações. Para tanto, foi assinado o TRARL para áreas tituladas e o TACARL para áreas não tituladas, entre o IPAAM – Instituto de Planejamento Ambiental do Estado do Amazonas e o empreendedor, devendo ser adquirida uma área total de 260 ha, da qual serão utilizados somente 20%.

A área do Aterro Sanitário de Manaus localiza-se no Ramal do Km 13 da Rodovia BR 174, Zona Rural do Município, a cerca de 35 km do Centro da Capital. O acesso principal se dá pela AM-10 e pela BR 174.

Na Figura 4.1 mostra-se uma vista da área onde será implantado o aterro sanitário, indicando-se seus acessos.

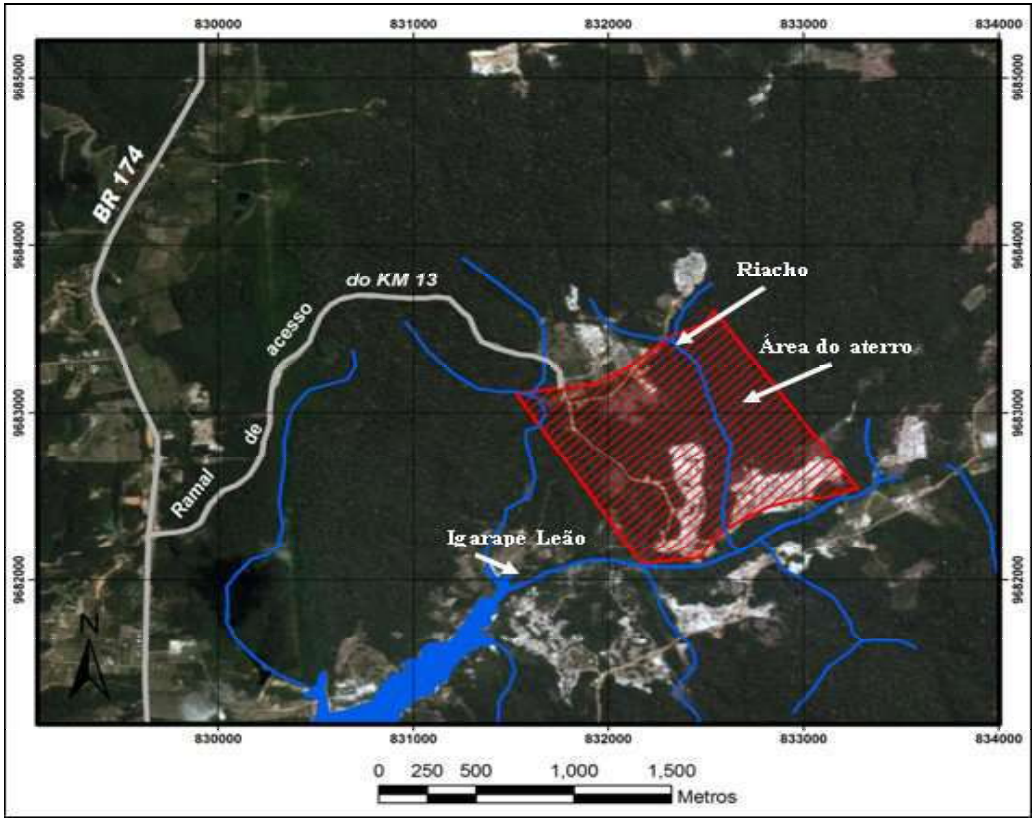



Figura 4.1 – Vista da área onde será executado o Aterro Sanitário de Manaus e seus acessos.

## 4.2. CONCEPÇÃO TECNOLÓGICA

A concepção do aterro sanitário fundamentou-se na topografia original da área, em função da qual, do escoamento superficial da água, da vegetação existente e do alto nível de degradação da área, foi concebida toda a drenagem sub-superficial, a drenagem de lixiviados, a disposição das célula de lixo na área, de tal forma que sua implantação deverá atender, de forma mais natural possível, as características originais do terreno, sem interferência em cursos d'água, em encostas e, ainda, fundamentando na proteção do atual processo erosivo que sofre a área.

O dimensionamento das etapas utilizadas para receber os resíduos domiciliares e públicos do aterro sanitário baseou-se no principio de maior aproveitamento da área para obtenção de uma vida útil de 15 anos, compatibilizando os tempos necessários para os serviços de escavação e aproveitamento dos solos locais como material de cobertura com os serviços de disposição de resíduos.

O aterro sanitário de Manaus terá, inicialmente, capacidade para receber 2.400 toneladas de lixo por dia, para uma vida útil de 15 anos.

O aterro 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;
- Sistema de drenagem e tratamento do lixiviado, compreendendo o chorume oriundo do processo de decomposição dos resíduos mais os líquidos percolados;
- Sistema de drenagem de águas pluviais;
- Sistema de controle e proteção ambiental;
- Dotação 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, além de infra-estrutura e logística necessária para uma boa operação do aterro.

- Planejamento de utilização e Plano de encerramento do Aterro Sanitário.

A área do aterro sanitário contará com unidades de tratamento e destinação final de vários tipos de resíduos urbanos (domésticos e de podações). Em outras áreas municipais deverão existir locais específicos para tratar os resíduos da construção e demolição - RCD e as unidades de recicláveis, as quais serão geridas, de forma integrada, pela administração do município, tendo o aterro sanitário uma administração que melhor se enquadre em seu planejamento, sendo indicado uma concessão pública.

É importante ressaltar que a operação das referidas unidades será independente, podendo envolver todas as modalidades de contratação de serviços utilizadas pela administração pública (execução direta, contratação de terceiros, concessão pública, parcerias público-privadas, etc.).

A Figura 4.2 ilustra o modelo tecnológico das unidades previstas para o Aterro Sanitário de Manaus, as quais estão inseridas na nova concepção de sistemas integrados e sustentáveis de destinação final de resíduos sólidos urbanos.

O Sistema Integrado de Destinação Dinal de Resíduos de Manaus será composto pelas unidades descritas a seguir (ver planta 01 – Layout da implementação geral).

- **Células de Disposição e Tratamento de RSU**

  A unidade de destinação final dos resíduos domiciliares e públicos terá uma área de 50,20 hectares e foi dimensionada para uma vida útil de 15 anos. O empreendimento será composto de duas Fases. A Fase I constará da implantação de toda infra-estrutura inicial e a Fase II compreenderá quatro etapas, onde se dará a disposição de resíduos nas células.

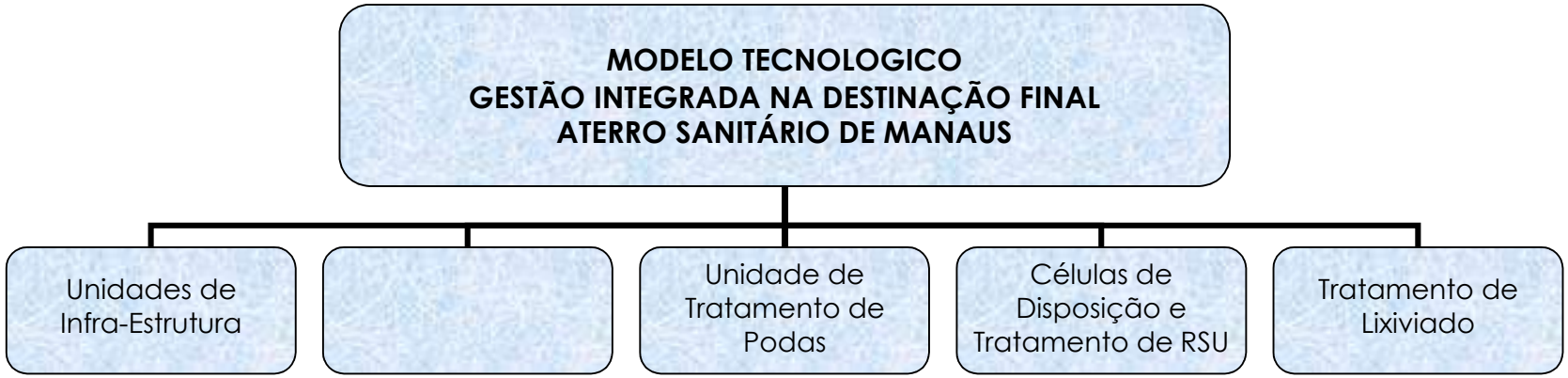



Figura 4.2 – Modelo tecnológico das unidades de tratamento/destinação final de resíduos de Manaus.

- **Unidade de Tratamento de Lixiviado**

A unidade de tratamento físico-químico e biológico de lixiviado foi dimensionada para receber uma vazão, em tempo seco, de 0,93 L/s e, em tempo de chuva, de 2,79 L/s. Nesta estação, todo volume de lixiviado 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 Podas**

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 utilizado na compostagem para

uso na recomposição vegetal do aterro. Neste projeto, procedeu-se apenas à escolha de uma área de 0,4 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.

- **Unidades de Infra-estrutura**

O aterro de Manaus contará com várias unidades de apoio às atividades de disposição e compactação de resíduos, constando de:

- unidade administrativa;
- laboratório de controle ambiental;
- balanças de entrada e saída; portaria com guarita;
- sistema de proteção e segurança;
- rede de iluminação;
- unidade de manutenção de máquinas e equipamentos;
- unidade de lavagem e limpeza;
- torres de inspeção.

- **Inspeção e Controle dos Resíduos Sólidos Urbanos**

O controle dos resíduos será feito na chegada dos veículos ao aterro, devendo os mesmos ser pesados, para as devidas anotações e controle, fazendo-se a separação dos mesmos por tipo – domésticos ou resíduos de podações.

O aterro sanitário de Manaus contará com unidades de tratamento e destinação final para os vários tipos de resíduos urbanos (domésticos e de podações). Os resíduos domésticos serão destinados às células de disposição e compactação do lixo, observando um plano de evolução do aterro. Os resíduos de podações serão dispostos na Unidade de Tratamento de Podas.

## 4.3. DETALHAMENTO DO PROJETO DO ATERRO

### 4.3.1. CONFORMAÇÃO GEOMÉTRICA DO ATERRO

O aterro sanitário de Manaus será implantado em uma área de 133,62 ha, sendo que apenas 50,20 ha serão destinados à disposição dos resíduos.

A conformação topográfica do terreno se apresenta com duas encostas entrecortadas no sentido norte-sul por uma linha de drenagem – córrego natural e intermitente, que descarrega suas vazões no Igarapé do Leão, este último situado no lado sul externo da gleba. Essa linha de drenagem atua como separador físico do terreno, limitando a ocupação do aterro na porção oeste. O sistema de tratamento de efluentes será localizado na porção leste. Foi mantida uma faixa não edificável de no mínimo 50 metros, do eixo da linha de drenagem para cada um dos lados da mesma.

A área prevista para a disposição dos resíduos será também a área limitada para a execução dos serviços de escavação, que consistirão na retirada de solo para conformação da fundação do aterro sanitário, bem como para fornecimento de material de cobertura e demais serviços inerentes à operação do empreendimento.

O plano de escavação consiste na execução de quatro grandes platôs nivelados nas cotas 40m, 50m, 60m e 75m, com taludes intermediários com inclinação máxima 1V:1H, com os devidos caimentos para os elementos de drenagem provisória que serão implantados em todas as superfícies. Prevê-se, ainda, a proteção superficial com grama nas áreas de platôs e taludes que ficarem expostos por períodos longos, principalmente em épocas de chuva.

Os serviços de escavação deverão ser executados por todo o período de implantação e operação do aterro sanitário, concatenado às etapas de disposição de resíduos, otimizando as áreas de estocagem de material de cobertura e, ao mesmo tempo, garantindo o seu fornecimento ininterruptamente.

O alteamento do aterro sanitário deverá ocupar as áreas escavadas e preparadas para o recebimento dos resíduos. A configuração geométrica, em formato piramidal, se formará com a execução de células com início na cota 40m, até o fechamento, na cota 100m. A altura final das células, após compactação e cobertura sanitária, deverá ser de 5,0m, com taludes externos com declividade máxima de 1V:2,5H e bermas intermediárias de 5,0m de largura.

Este empreendimento terá duas fases, sendo a Fase I, destinada à implantação da infra-estrutura inicial e a Fase II à disposição dos resíduos no aterro sanitário.

O aterro sanitário deverá ser 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 sub-superficial do aterro;
- Construção da estação de tratamento de lixiviado - modulada;
- Construção da unidade de tratamento de resíduos de poda;

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 sub-superficiais, camada de solo argiloso compactado na fundação, instalação de manta de

PEAD – Polietileno de alta densidade e 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 e poderá receber 5,6 L/s em sua máxima vazão, devendo tratar, assim, todo o lixiviado gerado no aterro sanitário.

A fase inicial de implantação deverá ter duração de cerca de seis 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 quatro etapas, descrita detalhadamente adiante.

### 4.3.2. ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

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 igual 1,00 t/m$^{3.}$

Os dados relativos à população foram obtidos do IBGE (2000) e atualizados até a presente data. Utilizou-se a taxa de crescimento populacional de 3,5 %/ano para a cidade de Manaus.

O município de Manaus possuía, no último estudo populacional (IBGE, 2007), uma população de 1.612.475 habitantes. Atualmente, o município, de acordo com a última estimativa do IBGE para o ano de 2008, conta com 1.709.010 habitantes e segue com uma taxa média geométrica de crescimento anual (calculada com os dados da última década, 1991-2000) de 3,76% (IBGE).
Procedeu-se a uma projeção da população para um período de 20 anos, que será utilizada no estudo do tempo da vida útil do aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos.

A Tabela 4.1 a previsão de população para a cidade de Manaus até 2028.

Tabela 4.1 - Projeção da população de Manaus – AM até 2008.

| Ano | Projeção Taxa Regressão | Projeção Taxa IBGE |
|---|---|---|
| 2009 | 1.768.115 | 1.774.492 |
| 2010 | 1.829.265 | 1.842.483 |
| 2011 | 1.892.529 | 1.913.080 |
| 2012 | 1.957.982 | 1.986.381 |
| 2013 | 2.025.698 | 2.062.491 |
| 2014 | 2.095.756 | 2.141.517 |
| 2015 | 2.168.237 | 2.223.571 |
| 2016 | 2.243.224 | 2.308.768 |
| 2017 | 2.320.805 | 2.397.231 |
| 2018 | 2.401.069 | 2.489.083 |
| 2019 | 2.484.110 | 2.584.454 |
| 2020 | 2.570.021 | 2.683.479 |
| 2021 | 2.658.905 | 2.786.299 |
| 2022 | 2.750.862 | 2.893.059 |
| 2023 | 2.845.999 | 3.003.908 |
| 2024 | 2.944.427 | 3.119.006 |
| 2025 | 3.046.259 | 3.238.513 |
| 2026 | 3.151.613 | 3.362.599 |
| 2027 | 3.260.610 | 3.491.440 |
| 2028 | 3.373.377 | 3.625.217 |

A Tabela 4.2 contém dados sobre a quantidade de resíduos sólidos urbanos na cidade de Manaus, até 2008.

Tabela 4.2 – Estimativa da Produção Anual de RSU de Manaus-AM

| Ano | População (hab) | *per capita* (kg/hab/dia) | RSU (t) | RSU (m³) |
|---|---|---|---|---|
| 2009 | 1.774.492 | 1,43 | 923.174,64 | 923.174,64 |
| 2010 | 1.842.483 | 1,44 | 968.180,39 | 968.180,39 |
| 2011 | 1.913.080 | 1,45 | 1.015.380,22 | 1.015.380,22 |
| 2012 | 1.986.381 | 1,47 | 1.064.881,09 | 1.064.881,09 |
| 2013 | 2.062.491 | 1,48 | 1.116.795,19 | 1.116.795,19 |
| 2014 | 2.141.517 | 1,50 | 1.171.240,15 | 1.171.240,15 |
| 2015 | 2.223.571 | 1,51 | 1.228.339,36 | 1.228.339,36 |
| 2016 | 2.308.768 | 1,53 | 1.288.222,22 | 1.288.222,22 |
| 2017 | 2.397.231 | 1,54 | 1.351.024,43 | 1.351.024,43 |
| 2018 | 2.489.083 | 1,56 | 1.416.888,32 | 1.416.888,32 |
| 2019 | 2.584.454 | 1,58 | 1.485.963,14 | 1.485.963,14 |
| 2020 | 2.683.479 | 1,59 | 1.558.405,44 | 1.558.405,44 |
| 2021 | 2.786.299 | 1,61 | 1.634.379,37 | 1.634.379,37 |
| 2022 | 2.893.059 | 1,62 | 1.714.057,12 | 1.714.057,12 |
| 2023 | 3.003.908 | 1,64 | 1.797.619,24 | 1.797.619,24 |
| 2024 | 3.119.006 | 1,66 | 1.885.255,10 | 1.885.255,10 |
| 2025 | 3.238.513 | 1,67 | 1.977.163,30 | 1.977.163,30 |
| 2026 | 3.362.599 | 1,69 | 2.073.552,13 | 2.073.552,13 |
| 2027 | 3.491.440 | 1,71 | 2.174.640,02 | 2.174.640,02 |
| 2028 | 3.625.217 | 1,72 | 2.280.656,05 | 2.280.656,05 |
| | Total | | 30.125.816,90 | 30.125.816,90 |

Após a estimativa de produção de RSU procedeu-se ao cálculo do volume que será aterrado nas células de disposição final.

### 4.3.3. DIMENSIONAMENTO DA CÉLULA DE DESTINAÇÃO FINAL

A geometria final dos taludes de um aterro sanitário está intimamente ligada às condições de controle da estabilidade dos taludes, de drenagem interna de gases e de lixiviado, além dos critérios operacionais e construtivos, considerando-se, adicionalmente, a grande deformabilidade do maciço de resíduos sólidos.

Assim, a geometria definida preconiza a implantação de células de resíduos que deverão ser executadas com 5 metros de altura, com taludes externos na inclinação máxima de 1:2,5 (ver:hor) e bermas intermediárias com 5 metros de largura. Essa geometria poderá vir a ser ajustada em etapas subseqüentes, principalmente, nas etapas operacionais iniciais, em função do diagnóstico do monitoramento geotécnico específico do empreendimento.

Uma única célula que será operada por fases ou em etapas, foi definida para este projeto. Sua área de base terá de 50,2 ha e terá como altura final a cota 100m. A Figura 4.3 mostra a concepção do *layout* final do aterro após as diferentes fases de operação.

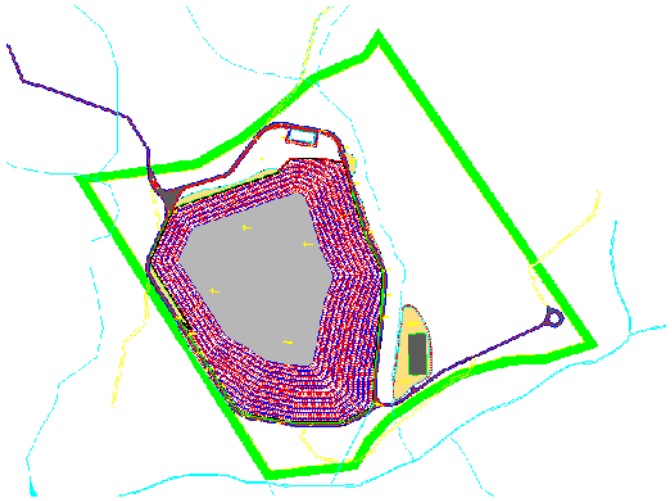


Figura 4.3 – *Layout* final do aterro de RSU de Manaus – AM.

A capacidade final de armazenamento de resíduos sólidos, para o *layout* apresentado para o aterro, é de 11.995.002,04 m³.

### 4.3.4. DRENAGEM SUB-SUPERFICIAL

Os drenos sub-superficiais terão a finalidade de reduzir as sub-pressões que poderão ocorrer nas camadas inferiores ao sistema de impermeabilização e atuarão quando da ocorrência de elevações do nível freático.

O sistema de drenagem estará desvinculado do lixo disposto nas células e, dessa forma, a água coletada por esse sistema estará totalmente separada, podendo ser descartada no sistema natural de drenagem pluvial. Deverão ser realizadas análises periódicas de amostras dessas águas, de maneira a verificar a eficiência do sistema de proteção ambiental.

Esse sistema de drenagem compreenderá a instalação de drenos principais, drenos secundários e drenos coletores, além de caixas de passagem e de caixas finais de recepção, como mostrados nas Figuras 4.4 a 4.6.

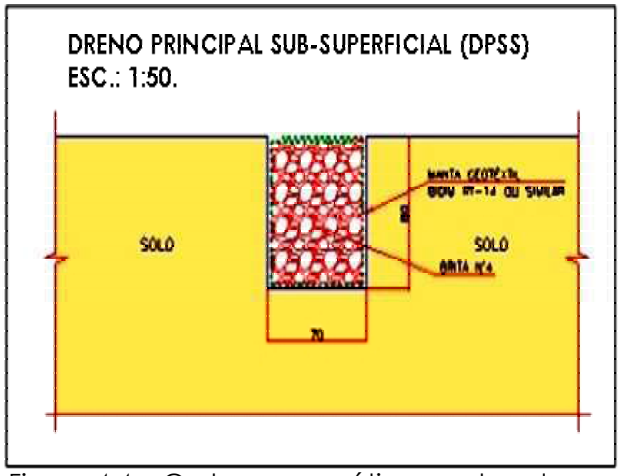



Figura 4.4 – Corte esquemático mostrando o dreno coletor principal sub-1superficial, para condução das águas sub-superficiais.

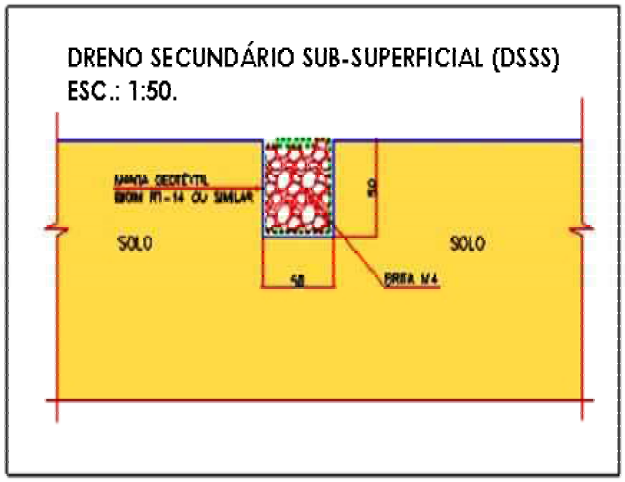



Figura 4.5 – Corte esquemático mostrando o dreno coletor secundário sub-superficial, para condução das águas sub-superficiais.

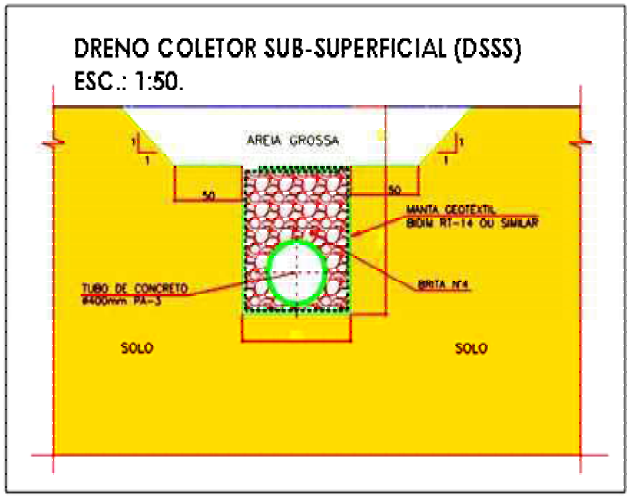



Figura 4.6 – Corte esquemático mostrando o dreno coletor sub-superficial, para condução das águas sub-superficiais.

## 4.4. DRENAGEM DE ÁGUAS 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 Manaus 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.

## 4.5. 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 aqüífero 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.

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 4.7.

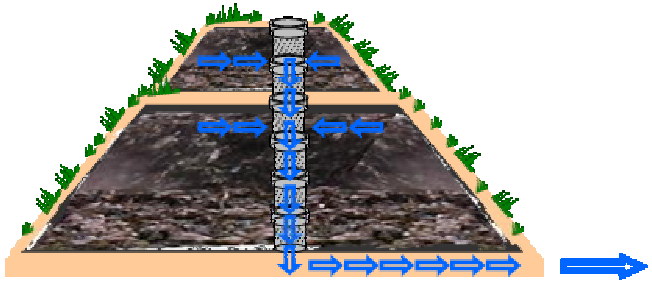


Figura 4.7 – Seção esquemática do sistema de drenagem do lixiviado.

As Figuras 4.8 e 4.9 mostram esquemas dos drenos principal e secundário de lixiviado, na base do aterro sanitário.

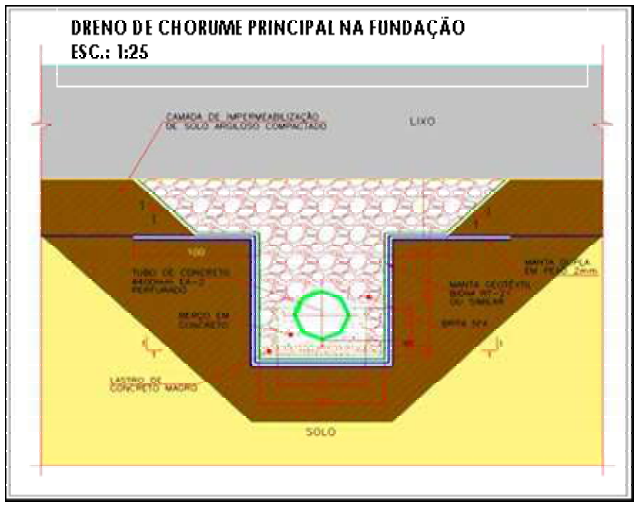



Figura 4.8 – Dreno Principal de Lixiviado.

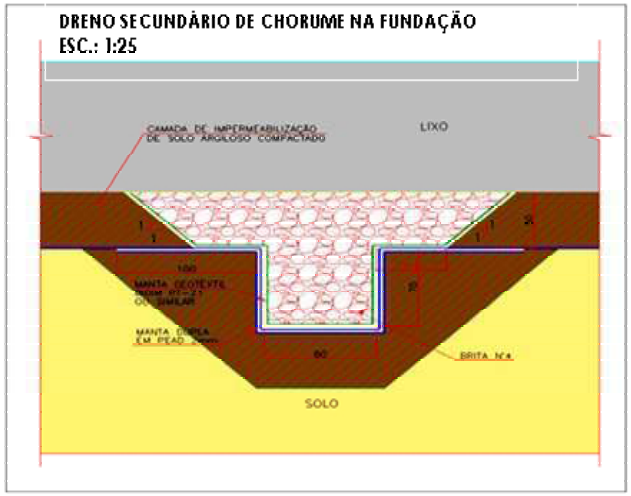



Figura 4.9 – Dreno Secundário de Lixiviado.

As Figuras 4.10 e 4.11 ilustram como será a execução da drenagem de lixiviado.

Figura 4.10 – Ilustração da execução da drenagem de lixiviado de base.

Figura 4.11 – Ilustração da Execução da drenagem de lixiviado de base.

O lixiviado coletado pelos drenos de fundação será conduzido a poços de visita localizados nas adjacências das vias. A função desses poços será de recepcionar as vazões geradas e encaminhá-los para a estação de tratamento de lixiviado. Cada poço de visita terá dimensão de 1 metro de profundidade por 1,20 m de comprimento e largura e tempo total de acumulação de lixiviado de 1 hora. Deverá ser revestido interna e externamente com argamassa impermeabilizante. Do último poço sairá à tubulação até a unidade de tratamento de lixiviado.

### 4.5.1. TRATAMENTO DO LIXIVIADO

Os principais fatores que influenciam a composição do lixiviado são a composição dos resíduos (que depende da população servida), as condições climáticas (precipitação, evaporação, temperatura), a fase de decomposição da massa de resíduos, o volume aterrado, a temperatura e o teor de umidade interna e a idade do aterro (LINS, 2003 e HERRERA, 2000).

Segundo os dados apresentados, mais de 97% dos compostos encontrados nos percolados de resíduos domiciliares pertencem a quatro categorias, de acordo

com Christensen e Kjeldsen: matéria orgânica, compostos orgânicos específicos, macro componentes inorgânicos e metais pesados. Estes autores adotam uma classificação baseada no estado de estabilização dos percolados:

- Percolados jovens com a alta carga orgânica: valores de DQO maiores que 20000 mg/L, alto conteúdo de metais (até 2000 mg/L) e degradabilidade média ($DBO_5$/DQO > 0,65);

- Percolados estabilizados com baixa carga orgânica: valores de DQO menores que 2000 mg/L, baixo conteúdo de metais (menos de 50 mg/L) e biodegradabilidade muito fraca ($DBO_5$/DQO < 0,1);

- Percolados com características intermediárias à anteriores.

O sistema de Tratamento de lixiviado do aterro sanitário de Manaus será composto por um gradeamento, um tratamento biológico e um tratamento físico-químico, conforme descriminado a seguir.

O lixiviado do aterro será drenado por gravidade para uma lagoa de equalização, onde, em sua entrada, haverá um sistema de gradeamento fino para remoção dos sólidos grosseiros. Depois de equalizado, o lixiviado será bombeado para o tratamento biológico por lodos ativados de baixa carga com nitrificação e denitrificação simultâneos, resultado obtido devido à forma em carrossel do reator. O efluente do reator biológico será destinado ao decantador secundário, onde será realizada a separação do líquido clarificado e da biomassa na forma suspensa.

O lodo de fundo do decantador será recirculado para o reator biológico, sendo que uma pequena parcela, correspondente ao excesso de biomassa gerada no processo biológico, será enviada para leitos de secagem. A água clarificada será enviada, por gravidade, para um tratamento de polimento por clarifloculação, que objetivará a remoção, por precipitação, dos ácidos húmicos e, em parte, dos fúlvicos. Já os lodos separados no fundo do decantador terciário serão bombeados para leitos de secagem.

Este processo de tratamento deverá atender, no que se refere à qualidade do efluente tratado, aos requisitos da resolução CONAMA nº 357 de 17/03/05.

Na Figura 4.12 apresenta-se um esquema da Estação de Tratamento de Lixiviado.

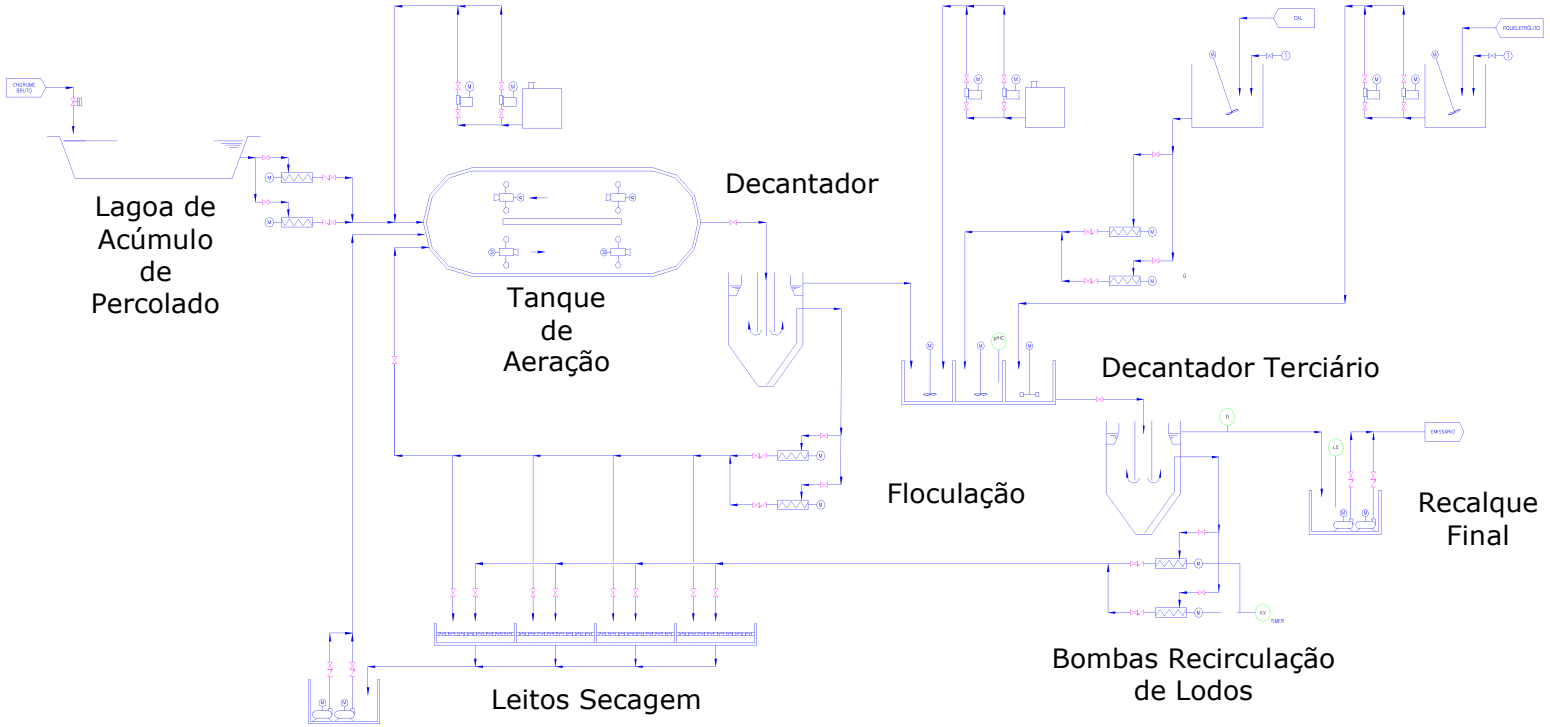



Figura 4.12 – Esquema da Estação de Tratamento de Lixiviado.

## 4.6. DRENAGEM E TRATAMENTO DE GASES

O sistema de drenagem de gases a ser implementado no Aterro Sanitário de Manaus terá 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. Esse sistema possibilitará queima dos gases nos níveis superiores, controlando a emissão dos mesmos à atmosfera.

A concepção deste sistema consiste na implantação de drenos verticais que permitirão 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.

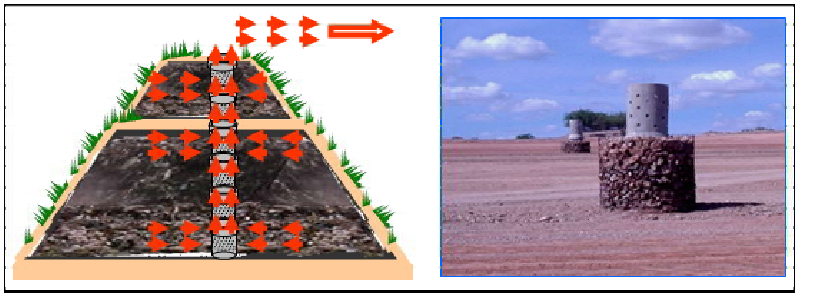
Os queimadores ou flares serão colocados individualmente em cada dreno vertical. Desta maneira, cada dreno poderá ter sua eficiência monitorada isoladamente, além de permitir uma melhor investigação na massa de lixo circundante. Inicialmente, o sistema de drenagem não terá contra-pressão (extração forçada), portanto, os gases serão drenados livremente à pressão atmosférica. Caso os gestores do aterro sanitário optem pela coleta do biogás numa fase mais avançada da operação, o sistema poderá ser adaptado sem necessidade de grandes alterações à concepção inicialmente prevista e será possível, desta maneira, utilizar os gases para aproveitamento energético ou queima em um único ponto central, em um queimador do tipo "enclausurado".

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 adaptado aos diferentes tamanhos diametrais encontrados.

O sistema de drenagem dos gases (Figura 4.13 e 4.14) 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.

Serão implantados drenos verticais e queimadores (ou flares) diretamente instalados em cada um dos drenos. O sistema será projetado de modo a funcionar também como facilitador do escoamento vertical dos líquidos no interior da massa de lixo. A interligação do sistema de drenagem de gases e de lixiviado, na base do aterro, é de grande importância para a não obstrução e comprometimento dos drenos de gases pelo percolado.



Figuras 4.13 e 4.14 – Desenho esquemático do sistema de drenagem de gás (esq.) e foto, com exemplo, de dreno vertical para descida do lixiviado e subida do gás.

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 8 MW.

### 4.6.1. IMPERMEABILIZAÇÃO DO FUNDO

A impermeabilização de base com a implantação de uma camada de argila compactada e com mantas sintéticas impermeáveis (geomembranas) terá por finalidade evitar a contaminação das águas subterrâneas, controlada pelo monitoramento periódico

de sua qualidade, que indicará a possibilidade de ocorrência de rasgos e/ou furos nas referidas mantas.

Considerando que a permeabilidade do solo não saturado que será utilizado para a impermeabilização do fundo do aterro está em torno de $10^{-6}$ cm/s, inferior à estabelecida pela norma da ABNT - NBR 13896/97 ($5 \times 10^{-5}$ cm/s), não seria necessário a construção de uma camada de solo impermeabilizante na fundação do aterro. Porém, por medida de segurança, no terreno utilizado para implantação das células de resíduos domiciliares e públicos será colocada uma camada de 50 cm de solo argiloso compactado, com permeabilidade de $10^{-6}$ cm/s, com a finalidade de prevenir qualquer infiltração.

Saliente-se que, segundo a Cetesb, de São Paulo, locais onde as condições hidrogeológicas são boas (distância entre a fundação do aterro e o lençol freático superior a 3,0m) e onde o solo de fundação do aterro possua permeabilidade inferior à $10^{-6}$ cm/s, não há necessidade de qualquer impermeabilização de fundo.

As mantas em PEAD terão espessura de 2,0mm e recobrirão toda a superfície definida pelo projeto com base na espessura da zona vadosa efetiva dos solos, estimada em 10 metros acima do nível de água, detectado nas sondagens e em 5,0 metros para os locais onde não tenha havido detecção do nível de água.

Nas figuras 4.15 a 4.17 ilustra-se como deverá ser feita a colocação da geomembrana.

Fonte: GRS /UFPE (2008)

Figuras 4.15 a 4.17 – Ancoragem, Instalação e Soldagem da Geomembrana, respectivamente.

4.6.2. SISTEMA VIÁRIO

As vias de acesso serão destinadas ao trânsito de equipamentos e veículos em operação, de modo a assegurar o acesso seguro às áreas de disposição de lixo e a interligação entre todas as outras unidades existentes no aterro sanitário sob quaisquer condições climáticas. A via principal circundará toda extensão do terreno e dará 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.

Todas as vias, principal e secundárias, terão um sistema de manutenção visando, principalmente, manter as características de largura, declividade longitudinal e transversal da via, pavimentação e drenagem existentes, quando da implantação da mesma.

4.6.3. 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 subseqüente.

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.

Serão escavados 3.399.202 m³ de solo na totalidade da implantação e operação do aterro de Manaus.

Estes volumes garantirão 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.

## 4.7. EXECUÇÃO DE 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 resultar em uma exposição de mais de 12 (doze) horas, deverá se promover a cobertura com material inerte ou manta plástica.

À medida que as células forem sendo executadas, os drenos verticais de gás deverão ser alteados antecipadamente à subida da próxima célula, devendo-se promover a queima dos gases nestes drenos, para o controle da emissão dos mesmos à atmosfera e de odores.

## 4.8. PLANO DE AVANÇO DO ATERRO

Conforme definido no modelo tecnológico proposto para o aterro sanitário de Manaus, o mesmo será operado em duas fases distintas:

O dimensionamento das etapas utilizadas para receber os resíduos domiciliares e públicos do aterro sanitário baseou-se no principio de maior aproveitamento da área para obtenção de uma vida útil de 15 anos. Neste sentido, a operação destas etapas foi dividida em duas fases distintas.

**(a) Fase de Implantação – Fase I**

A fase de implantação 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 sub-superficial do aterro;
- Construção da estação de tratamento de percolado - modulada;
- Construção da unidade de tratamento de resíduos de poda;
- Implantação dos sistemas de proteção ambiental na área que irá receber os resíduos da primeira etapa, contando com a execução do sistema de drenagem de águas sub-superficiais, 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.

A implantação da Unidade de Tratamento de Lixiviado será realizada nesta fase e poderá receber 5,6 L/s, em sua vazão máxima, tratando assim todo o chorume gerado no aterro sanitário.

Esta fase inicial de implantação deverá ter duração de cerca de seis meses e a fase complementar, compreendendo os demais serviços acima descritos, terá duração de 4 anos. A FASE II, definida aqui como a fase de operação, será executada em seguida.

**(a) Fase de Operação – Fase II**

Preconiza-se a operação do aterro sanitário em etapas, primeiramente ocupando a região montante situada na porção sul, alteando-se esse primeiro depósito do nível de fundação, situado na cota 40m, seguindo as dimensões preconizadas para as células, até a cota 85m.

A primeira etapa da operação deverá ocupar uma área de cerca de 153.000m², prevendo a disposição de cerca de 3,07 milhões de m³ de resíduos durante 3,5 anos.

Durante a execução dessa primeira etapa, procede-se-á 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, 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 concluídos, inicia-se a disposição de resíduos da segunda etapa.

A segunda etapa deverá ser executada a partir do nível de fundação, situado na cota 40m, apoiando as células na face norte do depósito da primeira etapa, elevando-se até a cota 85m, e posteriormente subindo uma célula única, englobando a área do depósito da primeira etapa, até a cota 90m. Constituir-se-á, assim, um maciço único e homogêneo, ocupando a porção central 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 75.000m², prevendo a disposição de aproximadamente 2,59 milhões de m³ de resíduos durante cerca de 3 anos.

Da mesma maneira da primeira etapa, durante a execução dessa segunda etapa procede-se-á 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, 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 lixiviado 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 deverá ser executada a partir da cota 50m, na porção norte da área de disposição de resíduos, apoiando as células de resíduos na face norte do depósito da segunda etapa. O alteamento das células da terceira etapa deverá se elevar até a cota 75m, englobando as áreas da primeira e segunda etapas, formando um grande platô na cota 75m nivelado com o platô de escavação.

A terceira etapa da operação deverá ocupar uma área aproximada de 120.550m², prevendo a disposição de cerca de 1,24 milhões de m³ de resíduos durante cerca de 1,4 anos.

Durante a operação da terceira etapa, proceder-se-á a implantação dos sistemas de proteção ambiental no platô de escavação da cota 75m, onde serão dispostos os resíduos da quarta etapa, contando com: 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 e última etapa prevê a elevação do aterro sanitário como um todo até a cota 100m, constituindo um maciço único e homogêneo, ocupando a totalidade da área de projeção do aterro, sempre de montante para jusante.

A quarta etapa da operação deverá ocupar uma área inicial de cerca de 268.500m², prevendo a disposição de aproximadamente 6,33 milhões de m³ de resíduos durante cerca de 7,2 anos.

Durante a operação da última célula da quarta 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.

A Tabela 4.3 resume as etapas de implantação e operação do aterro sanitário de Manaus.

Tabela 4.3 – Resumo das etapas de implantação e operação do Aterro Sanitário de Manaus.

| ETAPAS DE ALTEAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO | VOLUME DE LIXO DISPOSTO (m³) | PREVISÃO DE DURAÇÃO | CONDIÇÃO GEOMÉTRICA DO MACIÇO |
|---|---|---|---|
| IMPLANTAÇÃO | 0,0 | 6 meses | Implantação da infra-estrutura inicial. |
| OPERAÇÃO (ETAPA 1) | 3.070.664 | 3,5 anos | Alteamento da porção sul de montante até a cota 85 m. |
| OPERAÇÃO (ETAPA 2) | 2.594.181 | 3,0 anos | Alteamento da porção central e sul de montante até a cota 90 m. |
| OPERAÇÃO (ETAPA 3) | 1.237.530 | 1,4 anos | Alteamento da porção norte de montante até a cota 75 m. |
| OPERAÇÃO (ETAPA 4) | 6.333.244 | 7,2 anos | Alteamento como um maciço único até a cota 100 m. |

Fonte: ECOSAM, 2008.

As Figuras 4.18 a 4.21 apresentam as diversas da Fase II etapas e a estruturação do modelo tecnológico, com suas unidades de tratamento, adotado para a gestão Integral da destinação final dos resíduos sólidos no aterro sanitário de Manaus.

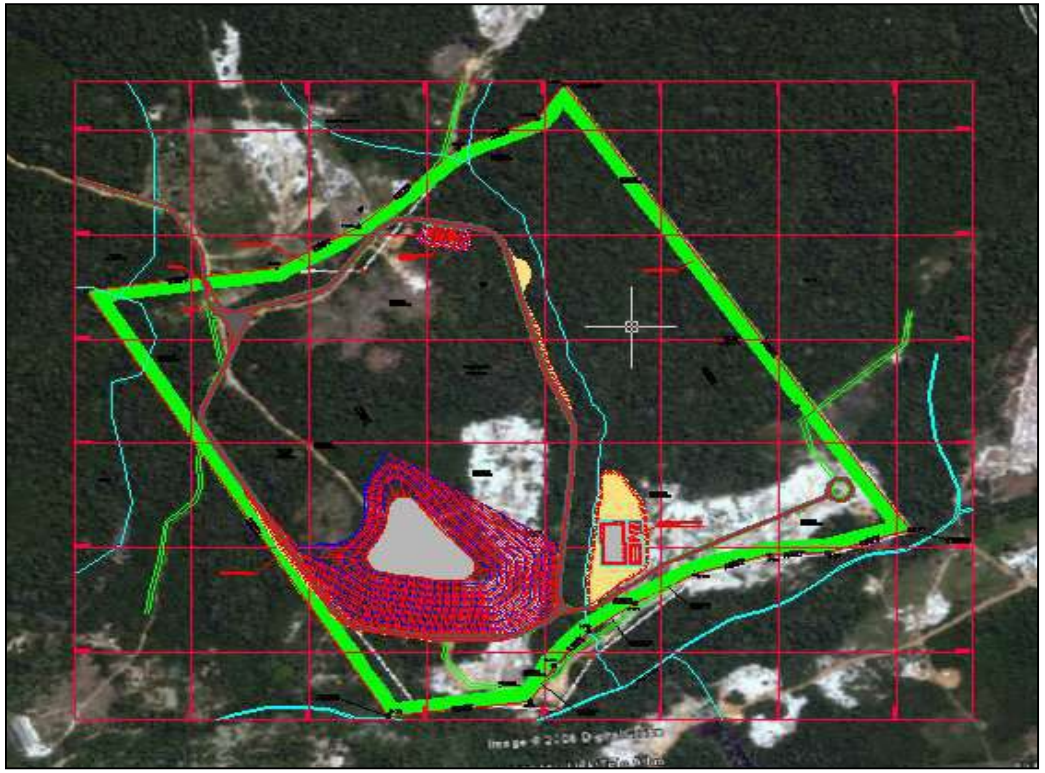


Figura 4.18 – Alteamento do aterro, Fase II, Etapa 1 – Alteamento da porção sul de montante até a cota 85 m.

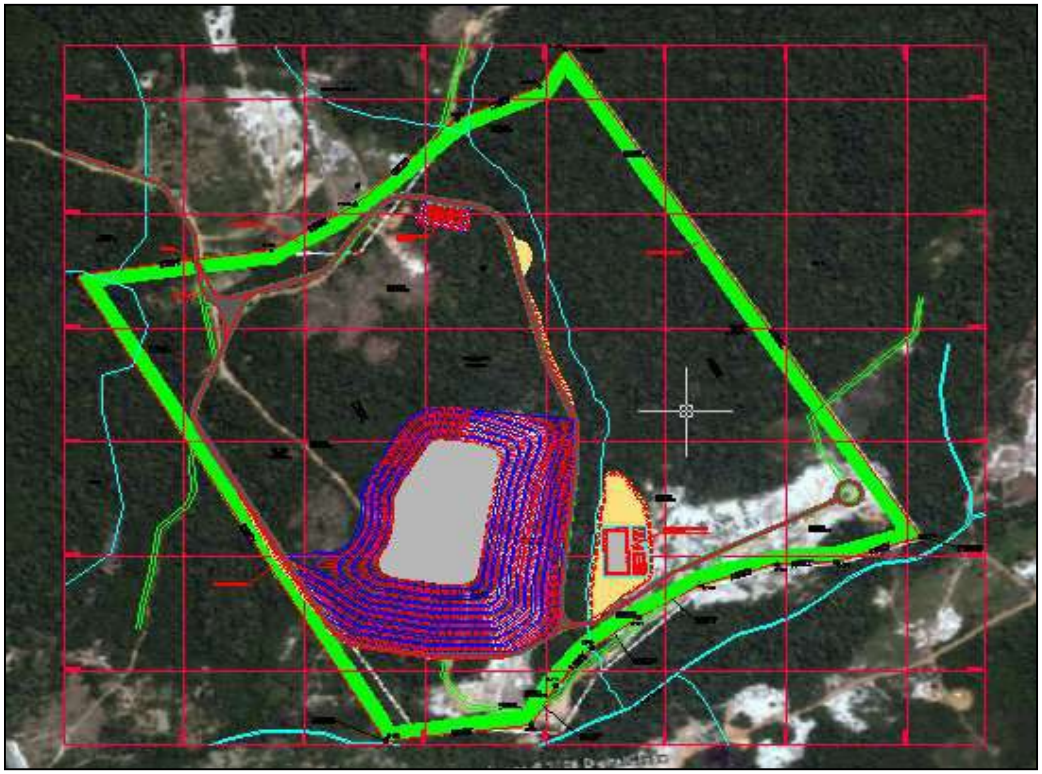


Figura 4.19 – Alteamento do aterro, Fase II, Etapa II – Alteamento da porção central e sul de montante até a cota 90 m

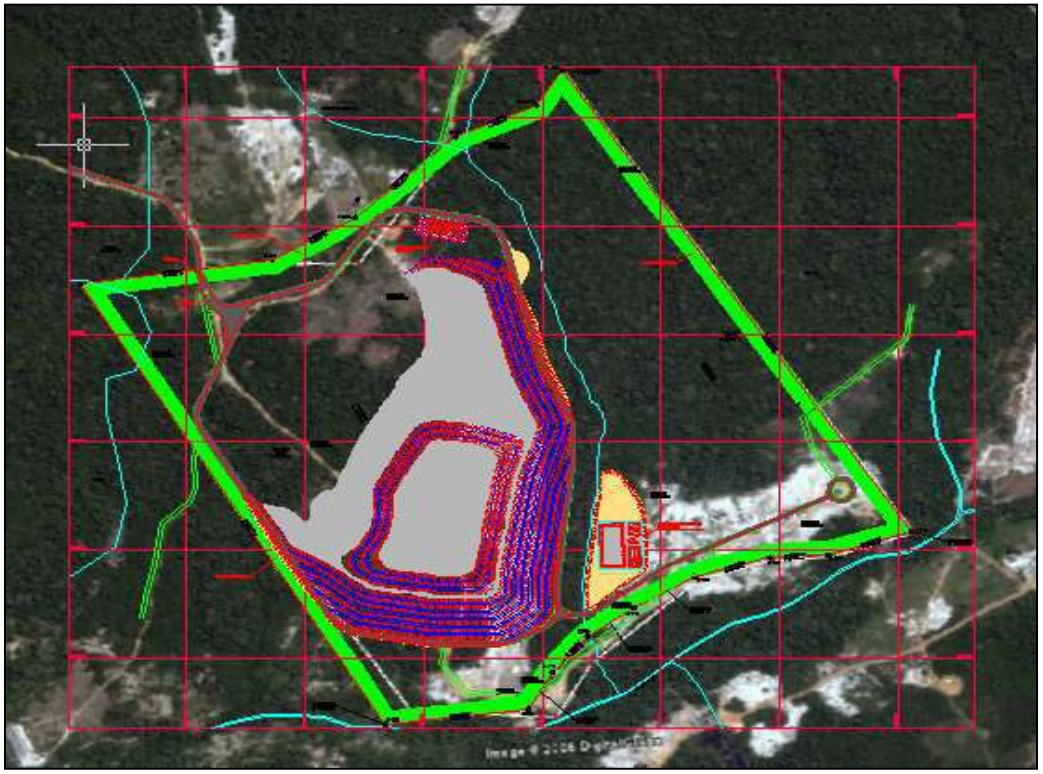


Figura 4.20 – Alteamento do aterro Fase II, Etapa I – Alteamento da porção norte de montante até a cota 75 m

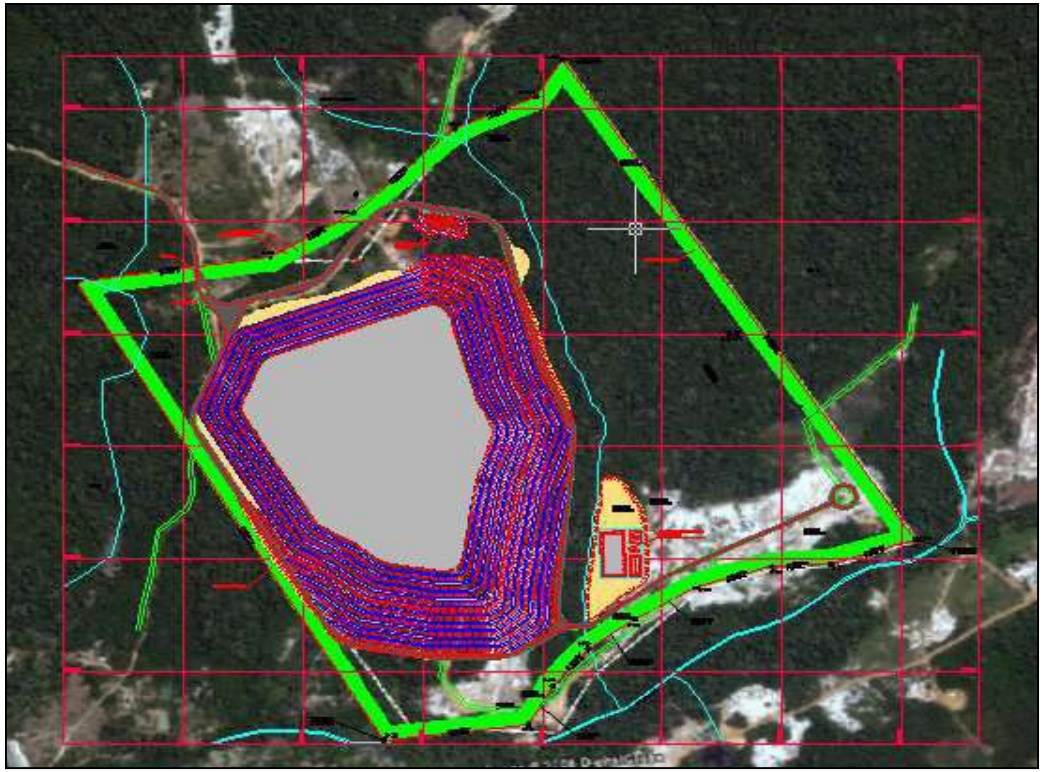


Figura 4.21 – Alteamento do aterro Fase II, Etapa III – Alteamento como um maciço único até a cota 100 m

## 4.9. 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.

- Sistema de Proteção e Segurança

  Como unidades de proteção e segurança do aterro serão implantadas cerca e muro em alvenaria. O muro em alvenaria será implantado na entrada da guarita principal, afastando-se 50m para cada lado, com 2,50 m de altura.

  A cerca a ser construída terá estacas de concreto com ponta virada e 2,60m de comprimento, espaçada a cada 2,50m e assentadas sobre fundação em pedra calcária (concreto ciclópico) nas dimensões (0,50m x 0,25m x 0,25m) e traço 1: 3: 5 (cimento, areia grossa, pedra calcária).

  A cerca terá 8 fiadas de arame farpado nacional galvanizado ou arame liso e fixado nas estacas usando arame galvanizado nº 16 BWG, contadas a partir da mureta em alvenaria de ½ vez, com 60 cm de altura da cota do terreno.

- Rede de iluminação

  Uma rede de iluminação com posteamento em concreto pré-moldado foi concebida em toda extensão da via principal do aterro, de forma a permitir o trânsito seguro de caminhões e tratores e a boa operação do aterro no período noturno. É importante ressaltar que as vias secundárias e as áreas de descarrego de lixo deverão contar com um sistema de iluminação móvel (refletores), permitindo, assim, alterações no seu traçado em função do plano de avanço do aterro. Vale lembrar que a iluminação do aterro também é de grande importância para a vigilância e o patrulhamento noturno da área.

- Portaria

  A portaria que será implantada para permitir o controle de entrada das pessoas e veículos ao empreendimento. Constará de uma edificação composta por uma sala de operação da balança, uma sala para controle administrativo e um banheiro para atender aos porteiros e fiscais de pesagem e uma balança rodoviária eletrônica.

- Balanças de entrada e saída de veículos

  Serão implantadas duas balanças rodoviárias eletrônicas, sendo uma para pesagem de entrada dos resíduos sólidos e outra para pesagem na saída dos veículos, após o descarregamento.

  As balanças terão capacidades de carga de 60 toneladas para o recebimento de resíduos (lixo + veiculo) e de 30 toneladas para a pesagem de saída do veiculo já vazio, já se considerando futuras estações de transbordo que poderão ser implantadas em Manaus.

- Unidade administrativa

  Consistirá na implantação de uma unidade administrativa para apoio às atividades do aterro sanitário. Constará de uma edificação composta por uma sala gerencial, duas salas administrativas, duas salas para engenharia, um mini-auditório e um conjunto de banheiros, masculino e feminino. As salas administrativas serão utilizadas para o controle administrativo e as salas de engenharia para o controle de projeto e pela fiscalização. O mini-auditório servirá para apresentação do empreendimento às pessoas que visitarem o aterro sanitário e para expor palestras em eventos educativos..

- Unidade de manutenção de máquinas e equipamentos

  Será construído um galpão modulado e pré-fabricado para suporte a manutenção das máquinas e equipamentos d empreendimento, tais como:

tratores de esteira e compactadores, pás carregadeiras, motoniveladoras, escavadeiras, caçambas basculantes e veículos e motos de fiscalização.

Esse galpão contará com uma sala de controle para almoxarifado, refeitório com capacidade para 30 pessoas, sala gerencial e um conjunto de banheiros.

- Unidade de lavagem e limpeza

  Serão implantados dois diques, a serem utilizadas nos processos de lavagem e lubrificação das máquinas e equipamentos existentes no empreendimento e um dique para veículos menores, como caçambas basculantes e veículos de fiscalização.

Este conjunto de lavagem será dotado com caixas de areia, caixas de óleo, etc.. As águas de lavagem somente serão encaminhadas ao corpo receptor após atendimento à legislação pertinente. O óleo usado será encaminhado para reciclagem em empresas especializadas.

- Laboratório de controle ambiental

  Constará de edificação que será construída ao lado da Estação de Tratamento de Lixiviado, sendo necessária ao bom funcionamento do controle ambiental dessa unidade. A edificação será composta por duas salas, um laboratório, dois banheiros e lavabo.

4.9.1. EQUIPAMENTOS

Os equipamentos operacionais do aterro sanitário de Manaus foram dimensionados para uma taxa de rendimento de 2.400 ton/dia, com operação de 24 horas/dia.

- Trator de esteira D6 - E com lâmina

  Para o volume de resíduos a serem dispostos diariamente no aterro, será necessário o uso de 06 (Seis) tratores de esteiras tipo D6-E ou similar, os quais serão utilizados nas atividades de espalhamento e compactação dos resíduos e cobertura do lixo com solo.

- Trator de esteira com compactador

  Serão necessários 03 (três) tratores de esteiras com compactador ou similar, os quais serão usados no espalhamento e compactação dos resíduos e na cobertura do lixo com solo.

- Pá carregadeira sobre pneus

  Serão necessárias duas pás carregadeiras, tipo CASE WA 180 ou similar, para as operações de carregamento de solo nos caminhões basculantes.

- Caminhão basculante de 6 $m^3$

  Serão necessários de 10 caminhões basculantes com 6 $m^3$ de capacidade.

- Escavadeira

  Para as funções de abertura de valas e drenos está prevista a utilização de 02 escavadeiras tipo SH 200 com concha de 60 cm de largura, ou similar.

- Caminhão comboio para abastecimento e lubrificação

  Será necessário um caminhão tipo comboio, de apoio a todos os outros veículos e equipamentos durante a fase de operação, para abastecimento de combustíveis e lubrificantes necessários a uma boa operacionalização do sistema.

- Bomba de drenagem

  Como suporte à operação do empreendimento, será necessário um sistema de bombas para drenagens em eventuais necessidades.

### 4.9.2. UTILIZAÇÃO FUTURA DA ÁREA DO ATERRO

Sabe-se que áreas utilizadas para aterros sanitários não são adequadas para construção de edificações de grande porte pela presença de emanações de biogás, bem como pelo recalque diferencial elevado no solo.

No entanto, desde que os gases sejam definitivamente canalizados por drenos adequados, e desde que a cobertura final seja suficiente para isolar os resíduos sólidos dispostos no terreno, as áreas poderão ser utilizadas para fins de recreação, pois não há impedimentos no sentido de se utilizar as áreas encerradas para a implantação de parques com atividades de lazer.

Para garantir a segurança da população vizinha ao aterro, recomenda-se a realização de acompanhamento sistemático da estabilidade do maciço, e avaliação das pressões internas de gases e do percolado, a partir do monitoramento dos poços piezométricos.

É importante ressaltar que a reutilização da área para a implantação de um parque de lazer não deverá ocorrer imediatamente após o término da operação do aterro. Para isto acontecer, deverão tomadas medidas para evitar impactos no que se refere à erosão, desestabilização dos taludes e ao comprometimento das áreas situadas a jusante do aterro. Para tanto, é necessária a implantação de uma camada de cobertura final com aproximadamente 60 cm de espessura e o plantio de gramíneas e árvores de pequeno e médio porte, sobretudo resistentes às temperaturas elevadas.

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.

### 4.9.3. POTENCIAL ENERGÉTICO DO ATERRO SANITÁRIO

O potencial energético estimado para o aterro sanitário de Manaus tem uma capacidade instalada máxima prevista de cerca de 8,0 MW, o que deverá ocorrer após o ano de 2023, sendo que, após o segundo ano de operação do aterro, já se pode iniciar o processo de implantação da usina de recuperação de biogás em energia. Assim, as unidades de geração de energia deverão operar por intervalos de tempo mais longos para amortizar o investimento inicial de implantação das mesmas.

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. Essas previsões deverão incluir o investimento inicial do sistema de captação de biogás, a geração de energia elétrica, o custo de operação e manutenção, a venda da energia produzida e as eventuais compensações financeiras com incentivos fiscais e/ou ambientais.

A recuperação do biogás traz também um impacto positivo para o ambiente, já que evitará o lançamento do $CH_4$ na atmosfera, o qual é 21 vezes mais eficiente no aprisionamento do calor do que o dióxido de carbono ($CO_2$), além de: reduzir o risco de explosão no aterro e nas regiões circunvizinhas, de garantir uma forma importante de reciclagem, melhorar o ordenamento social no aterro, gerar emprego e renda, produzir energia elétrica a partir de uma fonte renovável e, ainda, promover uma cultura de sustentabilidade ambiental.

### 4.9.4. ENCERRAMENTO DO ATUAL ATERRO DE MANAUS

O encerramento do atual Lixão de Manaus deverá ser realizado gradualmente e paralelamente ao início de implantação do Aterro Sanitário de Manaus, durante o ano de 2009. Esse período de transição é necessário para viabilizar a contratação de serviços de terceiros e realizar as etapas iniciais do Aterro Sanitário de Manaus (infra-estrutura, limpeza do terreno, impermeabilização de base e sistema de drenagem e tratamento de chorume), sem haver coincidência com o descarrego de lixo no local. Esse período também é de grande importância para construção das unidades de apoio.

O plano de encerramento do Lixão de Manaus deverá envolver:

- Recuperação ambiental da área por meio de: execução de uma camada adequada de cobertura dos resíduos; tratamento do lixiviado e dos gases; arborização de toda área do aterro com plantio de gramíneas e espécies de pequeno e médio porte resistentes às condições locais.

- Formação de parcerias com a iniciativa privada no sentido de viabilizar a recuperação do biogás e venda de créditos de carbono.

O Projeto de recuperação ambiental do aterro controlado de Manaus é um projeto específico e deve ser elaborado em etapa futura, pelo poder público local.

Pode-se estimar em U$ 1,25 milhões/ano o aporte de recursos resultantes de créditos de carbono negociados, no atual depósito de lixo.

Segundo o Projeto Básico do novo aterro, esses recursos deverão ser aplicados prioritariamente na recuperação do passivo ambiental existente no local, bem como na operação, manutenção e monitoramento do sistema de coleta e queima dos gases.

Os processos para um melhor aproveitamento do biogás deverão ser efetivamente realizados, para que o projeto garanta sua receita com a venda de créditos de carbono. Garantidas as condições ideais de projeto, os recursos obtidos deverão viabilizar as atividades ambientais e sociais no Sistema Integrado de Gestão dos Resíduos Sólidos do Município de Manaus.

## *Compatibilidade com planos, programas e projetos setoriais*

# 5. COMPATIBILIDADE COM PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS SETORIAIS

O projeto do aterro sanitário de Manaus resultou de uma ação articulada pelos três níveis de governo, representados pelos Poderes Públicos Municipal, Estadual e Federal (Ministério Público), que somaram esforços para dar fim à indesejável situação em que se encontra a destinação de resíduos sólidos da cidade.

Partiu-se da premissa de que, além de se elaborar um projeto de aterro sanitário para a destinação final dos resíduos do município de Manaus, é necessário também que se proceda à recuperação / remediação da área do atual aterro de Manaus, como exigido no termo de Ajustamento e Conduta assinado entre o Ministério Publico Estadual e a Prefeitura Municipal de Manaus.

O aterro sanitário de Manaus integra um elenco de várias ações que deverão ser desenvolvidas para solução integrada dos problemas de resíduos sólidos da cidade, compreendendo:

- Unidade de Destinação Final dos Resíduos Domiciliares e Públicos (Aterro Sanitário de Manaus).
- Unidade de Tratamento de Percolado
- Unidade de tratamento de resíduos de poda.
- Unidades de triagem de resíduos recicláveis.
- Unidade de aproveitamento e de disposição de entulhos.
- Recuperação energética a partir dos gases produzidos no aterro.

O sistema viário existente na área do Aterro Sanitário de Manaus permitirá um acesso fácil e rápido ao local do mesmo. O terreno escolhido situa-se no Ramal do Km 13 da Rodovia BR 174, a cerca de 35 km do Centro da Capital, sendo o acesso principal feito pela AM-10 e pela

BR 174. Para tanto, foi assinado o TRARL para áreas tituladas e o TACARL para áreas não tituladas, entre o IPAAM – Instituto de Planejamento Ambiental do Estado do Amazonas e o empreendedor, devendo ser adquirida uma área total de 260 ha, da qual serão utilizados somente 20%, ou seja, do total, 50,20 ha serão usados para a execução das células e para as instalações de apoio ao aterro.

No projeto do aterro sanitário foi atendida integralmente a exigência de reserva legal de 80%, em cumprimento à Lei Federal 4.771/65 e alterações. Para tanto, foi assinado o TRARL para áreas tituladas e o TACARL para áreas não tituladas, entre o IPAAM – Instituto de Planejamento Ambiental do Estado do Amazonas e o empreendedor, devendo ser adquirida uma área total de 260 ha, da qual serão utilizados somente 20%, ou seja, do total, 50,20 ha serão usados para e execução das células e para as instalações de apoio ao aterro.

# 6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

## 6.1. REGIÃO AFETADA PELO EMPREENDIMENTO

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

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 do aterro. No caso da **Área de Influência Direta** (AID), consideraram-se os meios físico e biótico e os principais elementos ambientais a serem afetados - a água superficial e subterrânea, o relevo, a cobertura vegetal e a fauna associada - onde os impactos repercutirão com maior intensidade, até alcançar o igarapé do Leão, incluindo suas faixas de proteção. Para o meio antrópico, a repercussão mais imediata abrange trechos além dessa área, incluindo as localidades do entorno do empreendimento.

Para a **Área de Influência Indireta**, foi considerado todo o município onde se localizará o empreendimento, particularmente no que se refere aos aspectos sócio-econômicos.

Com base nesses pressupostos, foram definidas as seguintes áreas de influência:

- Área Diretamente Afetada (ADA) – representada pelo perímetro do aterro sanitário, localizada, aproximadamente, entre as coordenadas UTM 281.000m e 282.000mE e 9.096.000m e 9.097.000mN.
- 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 é limitada pelas coordenadas UTM 280.000m e 283.000mE e 9.095.000m e 9.098.000mN.

- Área de Influência Indireta (AID) – foi definida como sendo o Município de Manaus.

## 6.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

O clima da área de influência do Aterro Sanitário é do tipo Am, definido como Equatorial Quente e Úmido (Figura 6.1).

O regime pluviométrico na área é caracterizado por chuvas abundantes, com médias anuais em torno de 1.355 a 2.839mm. O estado recebe chuvas durante todo o transcorrer do ano.

As maiores precipitações são registradas nos meses de dezembro a maio e os menores valores são registrados meses de agosto a novembro.

Na área do futuro empreendimento as precipitações são do tipo: frontal, orográfica e convectivas.

Fonte: Tempo Agora 2008

Figura 6.1 – Classificação climática de Köppen

A temperatura é elevada, com pouca variabilidade durante o ano, caracterizando o clima quente nesta região. A área objeto deste estudo apresenta uma média anual das máximas de 34,1°C, com amplitude térmica verificada de 2,9°C. As maiores máximas são registradas no mês de setembro (37,5°C), estação "seca" e os menores valores máximos (33,1°C), na estação chuvosa.

A umidade relativa do ar em Manaus fica em torno de 84 a 90%, embora sejam freqüentes os dias, principalmente na estação das chuvas, em que a umidade alcança os 100%.

## 6.3. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS E PEDOLÓGICAS

A seguir serão apresentados os estudos geológico e pedológico da área do aterro, compreendendo o espaço previsto para a ocupação do mesmo, o quall é limitado pelo retângulo formado pelas coordenadas UTM, 831525mE e 9682133mN a 833279mE e 9683610mN, totalizando uma área total de 133.623 m² (Figura 6.2).

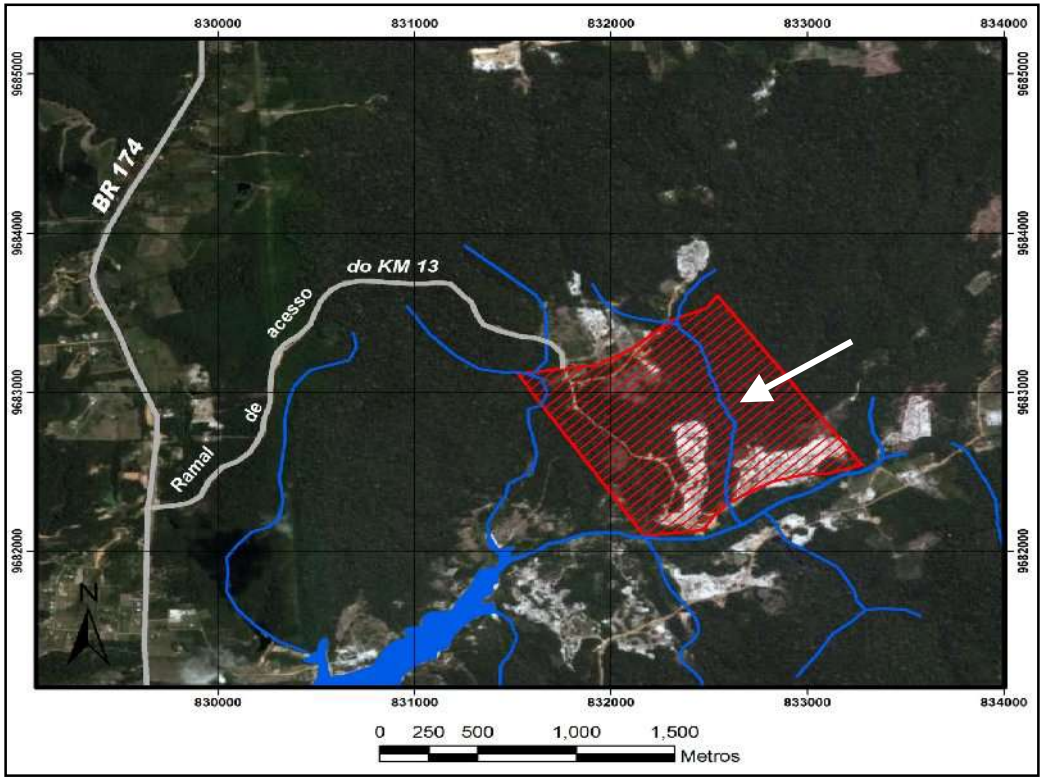



Figura 6.2 – Localização da área de estudo geológico e pedológico.

A Formação Altér do Chão, assim denominada por Kistler (1954), é a unidade que constitui o substrato geológico da área de estudo. Essa, basicamente, é formada por sedimentos fluviais de coloração avermelhada e fracamente consolidados, que incluem os argilitos, folhetos, siltitos, arenitos e conglomerados. Há a ocorrência de porções silicificadas, denominadas de "Arenito Manaus", sendo esse o principal representante aflorante dessa formação na região.

Os solos que ocorrem na área objeto de estudo são o Latossolo Amarelo, Espodossolos e Neossolos Quartzarênicos. Estes dois últimos são ricos em areia e são de potencial agrícola muito baixo, desenvolvendo-se sobre eles uma típica vegetação denominada de campinarana, também conhecida como caatinga do Rio Negro.

**6.4. RELEVO**

Os tipos de relevos predominante na área em estudo são:
Os Latossolos Amarelos são solos quimicamnete muitos acidos e álicos, extremamente pobres em nutrientes, apresentando baixa soma de bases e baixa capacidade de troca actiônica (distróficoS). Sua característica mais marcante é a presença de um horizonte B ácido sob um platô com superfície ondulada, encosta convexa, encosta côncava, encosta plana, fundo de vale com encostas convexas, planície de inundação, fundo de vale com encostas planas e encosta plana alongada (figura 6.3).

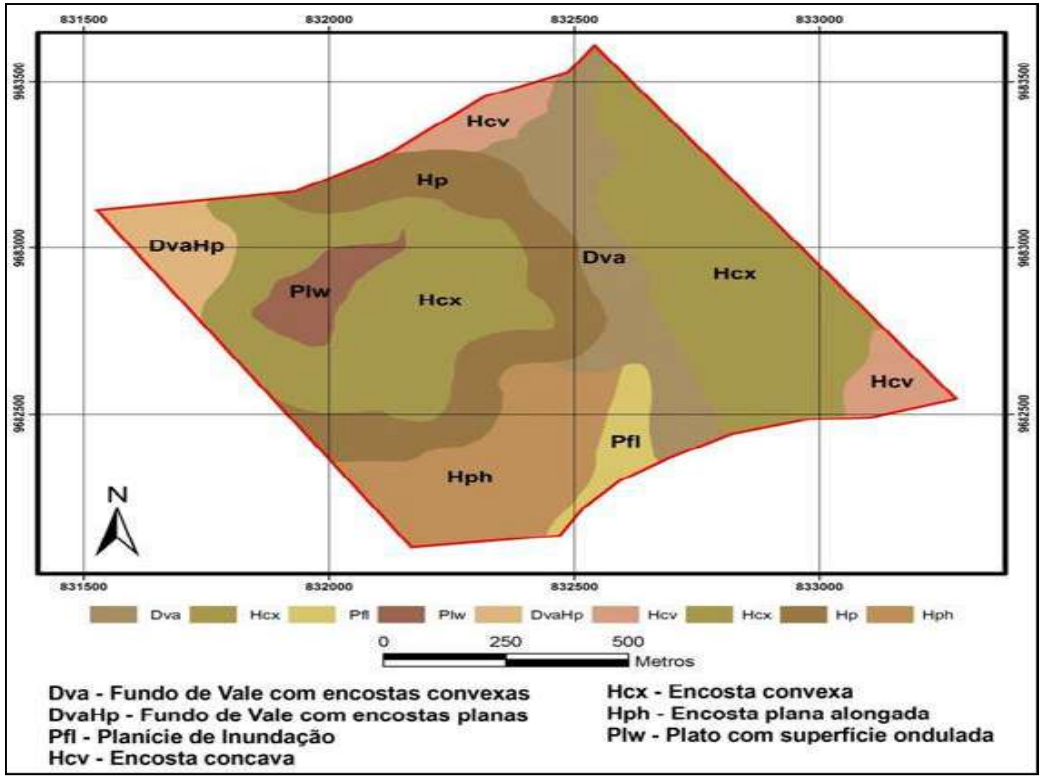



Figura 6.3 – Carta de unidades de relevo.

## 6.5. RECURSOS HÍDRICOS

Na área em estudo existe um pequeno igarapé que corta a propriedade de norte a sul.

Figura 6.4 – Igarapé.

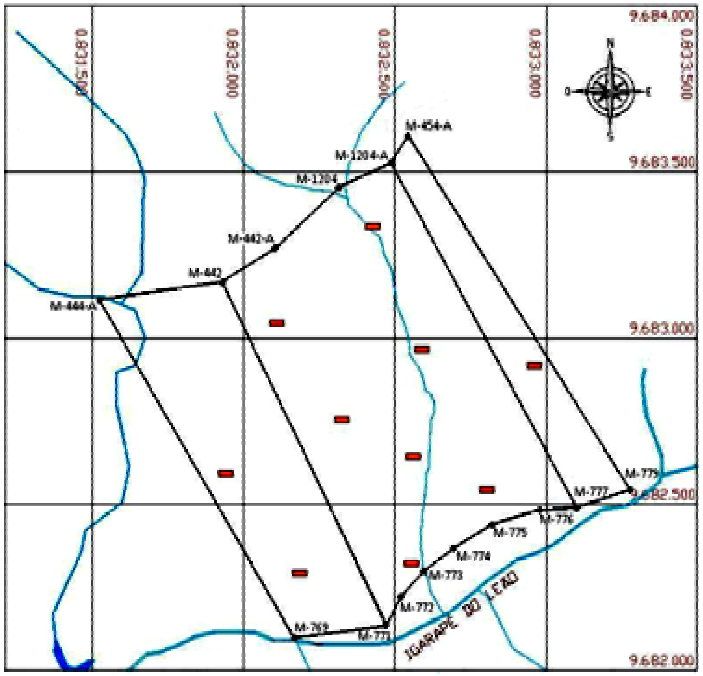
## 6.6. VEGETAÇÃO PRESENTE NA ÁREA DO EMPREENDIMENTO

A região amazônica possui uma das maiores diversidades de plantas do planeta, grande parte delas ainda desconhecida. A Amazônia Legal, que corresponde a mais da metade do território brasileiro, engloba formações tão diferentes como cerrado, capoeiras e mata fechada.

Nos últimos anos, a região está sofrendo uma grande alteração na sua cobertura florestal original, causada pela ação homem.

### 6.6.1. LEVANTAMENTO DA VEGETAÇÃO DA ÁREA

O levantamento florístico foi realizado através de visitas à área e coleta de material botânico para a identificação das espécies. Foram distribuídas 10 parcelas de 20 x 50 m para os procedimentos de caracterização e coletas botânicas, totalizando 1 ha inventariado (Figura 6.5).




| Pontos | Coordenadas Geográficas | |
|---|---|---|
| | **Latitude** | **Longitude** |
| **M-444-A** | 02°51'47"S | 60°01'06"W |
| **A** | 02°51'31"S | 60°00'33"W |
| **M-769** | 02°52'20"S | 60°00'45"W |
| **M-779** | 02°52'05"S | 60°00'09"W |

**Legenda:**

parcelas de 20 x 50 m.

corpos d'água.

| Pontos | Distâncias (m) | Az |
|---|---|---|
| M-444-A / M-442 | 409,56 | 082°14'00" |
| M-442 / M-442-A | 201,66 | 060°06'44" |
| M-442-A / M-1204 | 280,67 | 048°49'56" |
| M-1204 / M-1204-A | 185,13 | 066°55'00" |
| M-1204-A / M-454-A | 98,06 | 033°37'00" |
| M-454-A / M-779 | 1295,05 | 145°20'00" |
| M-779 / M-777 | 186,18 | 252°37'36" |
| M-777 / M-776 | 122,55 | 267°26'42" |
| M-776 / M-775 | 163,80 | 254°18'25" |
| M-775 / M-774 | 146,52 | 240°24'15" |
| M-774 / M-773 | 119,48 | 236°00'18" |
| M-773 / M-772 | 98,52 | 210°09'18" |
| M-772 / M-771 | 109,79 | 222°26'04" |
| M-771 / M-769 | 304,58 | 263°16'00" |
| M-769 / M-444-A | 1202,98 | 327°41'51" |

| **MAPA DE DETALHE** | | |
|---|---|---|
| **REQUERENTE:** | | |
| **LOCAL:** Lotes de terra números 07, 08 e 11 do loteamento Ephigênio Ferreira de Salles, Quinto distrito imobiliário da cidade de Manaus, Amazonas | | |
| **SUBSTANCIA:** | **MUNICÍPIO:** Manaus | **ESTADO:** Amazonas |
| **ÁREA REQUERIDA:** 131,62 ha | **ÁREA TOTAL:** 131,62 ha | **ESC.:** s/ escala |
| **MAPA BASE:** Prancha 02/02 de 08/2008 | | |
| **TEC. RESPONSÁVEL:** Michele Braule Pinto Ramos | | |

Figura 6.5 – Distribuição das parcelas na área de 133,62 ha, localizada nos lotes 07, 08 e 11 do loteamento Ephigênio Ferreira de Salles, Quinto distrito imobiliário da cidade de Manaus, Amazonas.

A distribuição das parcelas foi realizada de modo a caracterizar todas as tipologias vegetais existentes na área. Foram amostrados todos os indivíduos com Circunferência à altura do peito-CAP acima de 30 cm presentes em cada subdivisão (Figura 6.6).

Figura 6.6 – Procedimento para a coleta dos dados de CAP.

Foram coletados dados de CAP (cm) das árvores com 30 cm ou mais de CAP, na altura de 1,30 m do solo; e altura comercial e total (m), com auxílio de trenas e fitas métricas. Posteriormente, os dados de CAP foram transformados em Diâmetro à altura do peito-DAP (m). Com os dados de DAP (m), foram calculados a Massa Arbórea Arbustiva ($m^2$) e o volume de madeira ($m^3$) das espécies com interesse madeireiro.

A identificação foi feita através de marcação com lápis dermatográfico no ritidoma das plantas. Foi realizada a coleta do material botânico preferencialmente fértil, com auxilio de tesoura de poda, pecônia e podão (Figura 6.7).

Figura 6.7 – Coleta de material botânico com auxílio de pecônia e podão.

Após a coleta, todo o material foi prensado e seco em estufa a 70ºC por 72 horas. Em seguida, o material foi identificado através da morfologia comparada com as exsicatas presentes no herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA e de consultas à literatura especializada (CRONQUIST, 1981; RIBEIRO *et al.*, 1999).

Os nomes botânicos foram conferidos e corrigidos de acordo com a página da WEB do Missouri Botanical Garden (http://mobot.mobot.org) e seguiram as

Resoluções do CONAMA nº. 391/2007 regulamentada pelo Decreto Federal nº 99.274, de 6 de junho de 1990. A diversidade florística foi avaliada através do Índice de Shannon-Wierner (MAGURRAN, 1988).

### 6.6.2. Vegetação Presente na Área do Empreendimento

A área do empreendimento está localizada em um terreno onde a ação humana foi bastante intensificada (derrubada da floresta para fabricação de carvão e retirada de areia Figura 6.8 e 6.9). A topografia do terreno é acidentada em algumas porções e levemente plano em outras. Desta forma, os fragmentos vegetais existentes limitam-se às vertentes e baixios nos arredores dos igarapés existentes. Assim, os impactos à vegetação serão reduzidos e adequados à finalidade a que a área se dispõe.

A paisagem predominante na área é do tipo denominada como campina e campinarana da Amazônia Central (Lisboa, 1975) difere das campinas observadas no sul do país.

Figura 6.8 – Fabricação de carvão na área do projeto.

Figura 6.9 – Retirada de areia na área do futuro empreendimento.

A campina apresenta uma vegetação aberta, escleromórfica e de porte baixo (3-4 m), que ocorre sempre em solos arenosos e de baixa fertilidade (Prance, 1975; Ferreira, 1997), podendo ser considerado um ambiente de pouca biomassa (Bongers *et al.*, 1985). Neste tipo de ambiente, são comuns os mosaicos associando manchas ou ilhas de vegetação arbóreo-arbustiva com áreas limpas, apenas com tufos de material gramíneo-lenhoso, deixando o solo arenoso exposto.

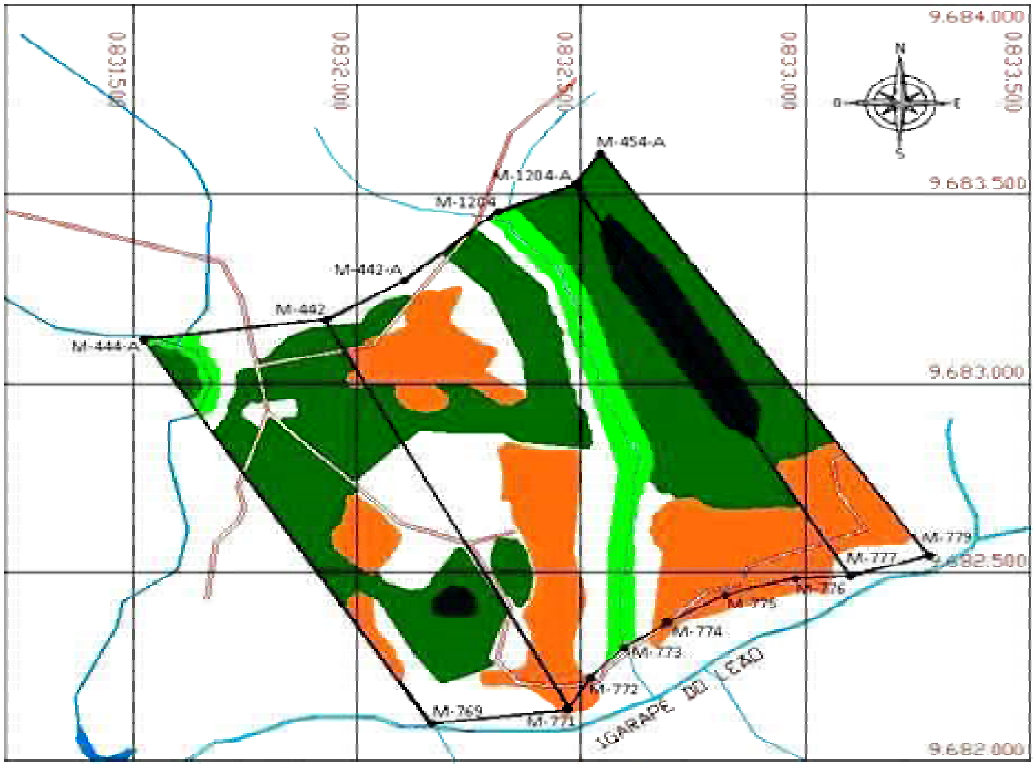



Figura 6.10 – 'Tipologias vegetais presentes na área de 133,62 ha localizada nos lotes 07, 08 e 11 do loteamento Ephigênio Ferreira de Salles, Quinto distrito imobiliário da cidade de Manaus, Amazonas. ■ Clareira; ■ Mata ciliar; ■ Vegetação secundária alta; □ Vegetação secundária de pequeno porte; ■ Vegetação primária; ═ Estrada de barro; ~~ corpos d'água.

Alguns estudos realizados em campinas e campinaranas na região amazônica apontam características de baixa diversidade de espécies e alto endemismo (Anderson, 1981). Assim, é de fundamental importância, a realização de estudo prévia nessas áreas, antes da realização de qualquer interferência, com o objetivo de potencializar todo o material da flora e da fauna, presente na área de influência direta de qualquer empreendimento. Principalmente quando se objetiva o uso da área para outros fins que envolvam a retirada da cobertura vegetal.

A campinarana ocorre também em solos de areia quartzosa, com grande acúmulo de serrapilheira, baixa biomassa e diversidade, alta penetração de luz, sub-bosque irregularmente aberto de arvoretas e arbustos, e algumas palmeiras pouco importantes na fisionomia geral (Ribeiro *et al,* 1999). Ocorre também nesse ambiente a escassez de árvores emergentes, lianas e epífitas, abundância de elementos com esclerofilia pronunciada, folhas esclerófilas perenes e pequenas, com aparência xeromórfica (ANDERSON, 1981; MEDINA *et al*., 1990; RICHARDS, 1996).

De acordo com as características ambientais da área (vegetação e textura do solo), a vegetação das duas grandes clareiras existentes pode ser classificada como campinarana, seguindo a classificação do Projeto RADAMBRASIL (Brasil, 1975), e a do sistema brasileiro empregado por IBGE (1992). Neste tipo de ambiente são observados aglomerados de vegetação arbóreo-arbustiva, associada a áreas limpas, com algumas gramíneas esparsas (Figura 6.11). Outra porção do terreno pode ser classificado como floresta secundária com considerável número de espécies de porte médio a alto (Figura 6.12).

Figura 6.11 – Aspecto da vegetação arbóreo-arbustiva na área do empreendimento.

Figura 6.12 – Espécies da vegetação de porte médio a alto.

A mata ciliar da área encontra-se razoavelmente bem conservada ao longo dos dois cursos d'água existentes a norte e leste. Seu estado de conservação está em torno de 95%, com faixas de vegetação entre 30 até 50 m a partir do seu leito.

Figura 6.13 – A mata ciliar em bom estado de conservação.

Alguns pontos, porém apresentam intervenção da ação antrópica anterior à aquisição do terreno, com baixa a praticamente nenhuma mata ciliar. Nesses locais, o igarapé apresenta os primeiros sinais de assoreamento (Figura 6.14), devendo passar por uma recomposição dessa vegetação. Para essa etapa, recomenda-se a contratação de profissionais especializados para proceder à correta recomposição dessa vegetação, protegendo assim os corpos d'água da ação erosiva. A área de mata ciliar deve ser destinada à preservação permanente, de acordo com o disposto na legislação ambiental.

Figura 6.14 – Trechos da mata ciliar degradada e presença de assoreamento.

A mata ciliar existente ocorre ao longo dos cursos d'água e está constituída de macro, meso e microfanerófitos de rápido crescimento e providos de raízes tabulares, escoras e adventícias. Apresenta um dossel emergente uniforme

(de até 25 m de altura), dominada por palmeiras no estrato superior e no sub-bosque imediatamente abaixo do estrato superior. O estrato inferior é dominado pela regeneração dos indivíduos presentes no estrato superior, além de muitas lianas lenhosas e herbáceas, um grande número de epífitas e poucas parasitas.

Essa formação é constituída por vertentes, campinaranas e baixios, com solo de argiloso a arenoso. Esses habitats caracterizam-se por um gradiente, fisionomicamente mais parecido com o platô nas partes mais altas, onde o solo é argiloso, e à campinarana nas partes mais baixas, onde o solo é areno-argiloso.

Em todos esses habitats, existe um grande acúmulo de serrapilheira, com alta a média penetração de luz. A biomassa existente nessa parte do terreno é relativamente baixa, devido à presença de poucos indivíduos de grande porte e DAP.

As espécies predominantes na área são algumas palmeiras com *Oenocarpus bataua* (patauá; 18 indivíduos) e *Eschweilera amazoniciformis* S. A. Mori (matamatá; 16 indivíduos). O sub-bosque denso é formado principalmente por palha-vermelha (*Attalea microcarpa*) e muitas ervas de áreas encharcadas como Rapateaceae, Marantaceae e Cyclanthaceae.

Outras espécies presentes no estrato superior são: *Protium nitidifolium* Cuatrec. (breu-folha-grande; 8 indivíduos); *Pouteria vernicosa* T.D. Penn. (abiurana; 7 indivíduos); *Pouteria oblanceolata* Pires (abiurana-abiu; 6 indivíduos); *Virola calophylla* (Spruce) Warb. (ucuúba-vermelha; 6 indivíduos); *Bocageopsis pleiosperma* Maas (envira-preta), *Couepia bracteosa* Benth. (pajurá), *Eschweilera atropetiolata* S. A. Mori (castanha-vermelha), *Guatteria olivaceae* R. E. Fr. (envira-fofa), *Ocotea caniculata* Mez (louro-branco), *Poteria platyphylla* (A.C. Sm.) Bernardi (abiurana-vermelha) e *Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb.) Warb. (ucuúba-branca; 4 indivíduos); *Aniba ferrea* Kubitzki. (louro-ferro), *Bowdichia virgilioides* H.B.K. (sucupira-preta), *Carapa guianensis* Aubl. (andiroba), *Inga laterifolia* Miq. (ingá), *Micrandra rossiana* R. E. Schultes (seringarana), *Neea oppositifolia* Ruíz et Pavón (João-

mole), *Pourouma* sp. (imbaubarana), *Protium apiculatum* Swart. (breu-vermelho), *Scleronema micranthum* Ducke (cardeiro), *Vismia cayannensis* (Jacq.) Pers. (lacre) e *Vismia sandwithii* Ewan (lacre-vermelho-do-mato; 3 indivíduos); *Euterpe precatoria* Mart. (açaí), *Inga rubinosa* (Rich.) DC. (ingá-xixí), *Iriartella setigera* (Mart) H. Wendl (pachiubinha), *Licania* sp. (caraipé), *Ocotea oblonga* (Meisn.) Mez. (louro), *Pouteria retinervis* T.D. Penn. (abiurana-folha-grande) e *Protium trifolatum* Engl. (breu-folha-miúda; 2 indivíduos). Outras 32 espécies apresentaram apenas um indivíduo, sendo consideradas de pouca importância na fisionomia geral.

6.6.3. Avaliação de Espécies/Indivíduos de Relevância

O levantamento levou em conta a presença de espécies exóticas, endêmicas, vulneráveis, raras ou em extinção segundo a Portaria do IBAMA nº37-N/92, além do estado de conservação da vegetação. Outros critérios observados foram a relevância paisagística de acordo com a espécie, contexto e indivíduo. Outro fator relatado nesse levantamento diz respeito ao contexto da área inventariada em relação ao seu entorno. Para essa fase de avaliação da vegetação foi utilizada adicionalmente a literatura disponível. O anexo I contém o resultado da massa arbustiva e o volume de espécies presentes na área inventariada.

6.6.4. BIOMASSA (MASSA ARBÓREA-ARBUSTIVA) presente na área do empreendimento

A área apresenta baixa diversidade de espécies, confirmada pelo Índice de Shannon-Wiener que foi de 1,7769 calculado a partir das 102 espécies com CAP acima de 30 cm registradas na amostragem de 1 ha. Esse dado indica que a área encontra-se antropizada e que possui pouca vegetação primária intocada em toda sua extensão.

O DAP médio registrado para todos os indivíduos da área foi de 18,5 cm, demonstrando a relativamente baixa biomassa desse ambiente. O mesmo pode ser observado através da altura da maioria dos indivíduos que foi 14,1 m em toda a área.

A massa arbórea-arbustiva ou biomassa da área total de 1 ha foi de 22,4376 $m^2$, confirmando a baixa biomassa da área. Assim, para os 133,62 ha, existem 2998,1121 $m^2$ de biomassa em toda a extensão da área. Considerando um desmatamento na ordem de 37,6 ha da área, estima-se que serão desflorestados 1.127,29 $m^2$ de biomassa.

As espécies com maior massa arbórea-arbustiva acumulados foram *Aptandra spruceana* Miers. com 0,7394 $m^2$, *Bellucia dichotoma* Cogn. com 0,6975 $m^2$, *Eschweilera amazoniciformis* S. A. Mori com 1,8680 $m^2$, *Oenocarpus bataua* Mart. com 0,7668 $m^2$, *Pouteria oblanceolata* Pires com 0,5162 $m^2$, *Pouteria vernicosa* T.D. Penn. com 1,1520 $m^2$, *Swartzia reticulata* Ducke com 1,3653 $m^2$, *Tapirira guianensis* Aubl. com 0,5888 $m^2$, *Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb.) Warb. com 0,8715 $m^2$ e *Vismia sandwithii* Ewan com 0,8962 $m^2$.

**6.7. FAUNA**

Os levantamentos faunísticos constituem uma das primeiras e principais ferramentas para o conhecimento da fauna de uma região. O conhecimento da fauna de uma determinada área é imprescindível para a realização de trabalhos com abordagem ecológica e etológica. Assim o levantamento de determinados grupos faunísticos, como répteis, peixes, aves e mamíferos, por exemplo, são prioritários para o conhecimento dos ambientes estudados.

Atualmente tem sido verificada a diminuição e quase a extinção de populações da fauna silvestre aos redores da cidade de Manaus, decorrente principalmente da destruição e fragmentação da floresta, ocasionando a redução do habitat natural de determinadas espécies (Bringel, 2007). Ainda é possível encontrar representantes da fauna silvestre Amazônica das seguintes ordens. Primatas, Rodentia, Marsupialia, Edentata, Passeriformes, Tinamiformes, Ciconniformes, Falconiformes, Galliformes, Opisthocomiformes, Gruiformes, Columbiformes, Psittaciformes, Cuculiformes, Strigformes, Caprimulgiformes, Apodiformes, Trigoniformes, Caraciformes e Peciformes.

A hepertofauna animais classificados como anfíbios e répteis. Apesar de serem de classes distintas, na antiguidade todos os animais que apresentassem glândulas, verrugas e saliências eram enquadrados em um mesmo grupo por lembrarem os sintomas da doença "herpes", mas mesmo com o aumento do conhecimento acerca da diversidade e parentesco filogenético o agrupamento "artificial" permanece até os dias atuais.

Anfíbios são conhecidos como sapos, rãs e pererecas. São animais que, na maioria das vezes, precisam de água (igarapés, rios poços, etc.) para o desenvolvimento dos seus filhotes, os girinos. Uma característica importante para sabermos se o animal é um anfíbio é que não possuem escamas, pêlos ou penas. Ou seja, tem a pele lisa e úmida. Geralmente possuem "verrugas" e glândulas (como o sapo cururu), mas todos possuem a pele bem permeável, ressecada com bastante facilidade quando o ambiente esta seco. A divisão dos anfíbios em rãs, sapos e pererecas é uma divisão popular e bastante simplista. Na verdade, existem muitas formas de anfíbios que não se enquadram bem nessa divisão. No mundo há cerca de 4.500 espécies e na Amazônia brasileira são conhecidas pouco mais de 160 espécies, entretanto uma única localidade pode abrigar mais de 50 espécies.

Já os répteis sempre possuem escamas na pele e não colocam os ovos na água, mas podem ter diferentes formas, sendo divididos em lagartos, cobras, quelônios, jacarés e anfisbenas (cobras cegas). No mundo todo há cerca de 6.500 espécies, sendo a grande maioria lagartos e possivelmente cerca de 300 espécies de serpentes, sendo que em uma única localidade pode ocorrer mais de 60 espécies de ofídios (MARTINS ; OLIVEIRA 1998).

A herpetofauna amazônica ainda é bastante desconhecida, principalmente os anfíbios, lagartos e serpentes, sendo poucos os trabalhos referentes às comunidades de certas regiões ou mesmo listas preliminares (Duellman, 1978; Hoogmoed, 1973; Cunha ; Nascimento, 1993; Gascon ; PEREIRA, 1993), inclusive na região de Manaus (HÖDL; 1977; ZIMMERMANN ; RODRIGUES, 1990; MARTINS, 1991; MARTINS ; OLIVEIRA, 1998).

A ictiofauna de acordo com o tipo de reprodução os peixes da Amazônia podem ser divididos em: grupos sazonais, grupos em equilíbrio e grupos oportunistas. Em caso de diminuição ou eliminação de algumas espécies, outros peixes oportunistas podem ocupar rapidamente os nichos ecológicos das espécies anteriores, evitando que estas se restabeleçam. Este comportamento pode afetar principalmente espécies de peixes comercias em sobrepesca.

Nos igarapés da Amazônia Central, predominam os Characiformes e Siluriformes que dividem a dominância. Os Cyprinodontiformes, Synbranchidae, Gymnotiformes e Perciformes também ocorrem neste sistema, embora em baixa freqüência. Os peixes deste ambiente podem servir como indicadores biológicos, pois alterações no conjunto de espécies, no número de indivíduos, na biomassa, na distribuição espacial, e mesmo em seu comportamento ou fisiologia, podem ser associadas a perturbações causadas pelo homem.

Os mamíferos compreendem a mais complexa classe dos vertebrados, possuindo características estruturais que os distinguem prontamente de outros vertebrados. A principal importância dos mamíferos terrestres reside no fato de várias espécies existentes serem bastante sensível à ação humana constituem autênticos indicadores biológicos.

O impacto da ação antrópica sobre os mamíferos ocorre principalmente em regiões como a Amazônia. Em regiões de floresta esses animais sofrem não somente com a diminuição de habitat para retirada de madeira e ampliação de áreas habitadas. Na Amazônia muitas espécies de mamíferos também constituem fonte importante de proteína na alimentação humana sofrendo assim forte pressão da caça como porco (queixada e caititu), veado, cutia, paca, tatus, etc.

A maioria dos mamíferos, com exceção de alguns roedores (como cutias), em floresta da Amazônia Central é pouco abundante, não é o nosso caso específico, Amazonas, aqui região Manaus, ainda tem bastante. Isso

dificulta diagnosticar essas espécies como raras, pois tem ampla distribuição na Amazônia ou em parte dela. No caso da área em estudo as espécie geralmente distribuem-se em amplas regiões do interflúvio dos Rio Negro – Branco – Amazonas, podendo chegar até as Guianas ou Venezuela (EMMONS, 1997).

A única espécie que foge radicalmente a essa regra é o Saguinus bicolor, conhecido como Sauim-de-Manaus (anteriormente chamado de sauim-de-coleira), endêmico à região de Manaus, entre o rio Cuieiras e Urubu.

De um modo geral, os mamíferos silvestres dificilmente são vistos na natureza. Isso se deve, principalmente, pelo fato de terem hábitos discretos, largamente crepusculares e noturnos. Durante suas atividades, estes animais freqüentemente deixam sinais típicos no ambiente, como rastros, fezes, tocas e restos alimentares. Quando corretamente interpretados, podem fornecer uma identificação segura do animal que os produziu.

As aves são agentes importantes na natureza e assumem funções ecológicas bem distintas. Entre essas funções está a dispersão, disseminação, predação de sementes e polinização de flores. Assim são responsáveis pela origem de novas plantas, arbustos e árvores que manterão a floresta, garantindo suporte alimentar a toda fauna cadeia alimentar, seja aves ou outros vertebrados, inclusive o homem. Qualquer ação, do ponto de vista antrópico, influencia na sobrevivência das aves. Portanto, as aves são bons indicadores da qualidade de áreas verdes, por responderem prontamente ás modificações ambientais, e podem ser inventariadas em pouco tempo com poucos recursos.

Poucas regiões da bacia amazônica podem ser consideradas como relativamente bem estudadas e com listas detalhadas de espécies. Regiões inteiras sequer foram amostradas no passado e estudos de campo recente tem não só ampliado as distribuições conhecidas de numerosas espécies de aves em centenas ou até milhares de quilômetros (COHN-HAFT ET AL.; 1997; WHITTAKER & OREN, 1998; BORGES ET AL.; 2001), como

também tem resultado em descobertas de algumas espécies de aves novas para a ciência. Dentre os pontos na Amazônia brasileira que podem ser considerados relativamente bem amostrados se encontram as florestas de terra firme da região norte de Manaus (COHN-HAFT ET. AL., 1997).

Atualmente está registrado para o Brasil um total de 1.677 espécies de aves. Esse número nos posiciona em terceiro lugar entre os países com maior diversidade correspondendo a aproximadamente 17% das espécies conhecidas em todo o mundo e cerca de 52% da América do Sul. Mas apesar da elevada diversidade de espécies e de endemismos, nem todos os dados são favoráveis, pois contamos com 103 espécies ameaçadas de extinção, o que nos coloca em segundo lugar na lista de espécies ameaçadas.

A Amazônia é especialmente rica em espécies da avifauna, tanto em número de espécie em geral quanto em número de espécies existentes no mesmo hábitat. A composição desses habitats muda dentro da mesma mata de modo quase imperceptível para nós. E na floresta, onde não faltam frutos, sementes, flores e artrópodes estes itens constituem uma farta alimentação da avifauna durante o ano todo.

A maioria das espécies de aves presente na Amazônia é endêmica em grandes regiões como os interflúvios Amazonas-Negro, Negro-Solimões, Solimões-Madeira, Madeira-Tapajós, por exemplo. Portanto as espécies que ocorrem na área do Km 13 BR-174 não são exclusivas daquela área, mas sim de uma distribuição bem mais ampla.

### 6.7.1. LEVANTAMENTO DA HEPERTOFAUNA

Foi feita procura de répteis nos diversos esconderijos (troncos caídos, rochas, cascas de árvores, moitas, lajes (pedras) etc.) em todos os ambientes visitados.

Outro recurso utilizado foi entrevistar a comunidade local, fazendo com que estes se manifestassem livremente sobre os répteis que costumam ver e suas características, tais

como coloração, porte, comportamento, horário de atividade, ambiente preferencial, vocalização e outras formas de reconhecimento popular das espécies, além do levantamento bibliográfico das espécies existente na área em estudo.

6.7.2. LEVANTAMENTO DA AVIFAUNA

Com o objetivo de amostrar a maior diversidade de espécies possíveis foram usadas várias metodologias para o inventário de avifauna *in situ*: levantamento auditivo-visual e utilizando-se guia de campo HILTY (2003).

O período de observação foi entre 06:00h às 18:00h. As caminhadas acompanharam as picadas feitas nos ambientes diversificados, cobrindo entre o marco zero de cada transecto até o final dos 200 metros (1, 2 e 3) em cada dia observado. Para as gravações de vocalização foi utilizado gravador, Marca Sony ICD 8500.

Outro recurso utilizado foi armadilha (tipo arapuca), como mostrado na Figura 6.15, confeccionada na própria área de estudo, sendo que essas armadilhas eram observadas diariamente e o tipo de atrativo (iscas) utilizada na armadilha como (milho e milharina).

Figura 6.15 – Armadilha utilizada para captura de aves.

Outro recurso utilizado foi entrevistar a comunidade local fazendo com que estes se manifestem livremente sobre as aves que costumam ver e suas características.

6.7.3. LEVANTAMENTO DA ICTIOFAUNA

Apenas em casos específicos nos quais as características dos ambientes aquáticos quanto à transparência da água ou a dimensão dos igarapés se mostrarem adequadas, foi utilizado captura de peixes com puçá em vários pontos dos igarapés como técnica de amostragem

de peixes, os quais, depois de identificados, foram devolvidos à natureza.
Outro recurso que utilizado foi entrevistar a comunidade local, fazendo com que estes se manifestem livremente sobre os peixes que costumam ver e suas características.

Levantamento bibliográficos das espécies existentes na área em estudo também foi utilizado para verificar as espécies de peixes na área em estudo.

6.7.4. LEVANTAMENTO DA MASTOFAUNA

O levantamento destas espécies seguiu a metodologia de "Parcelas de areia", proposto por RENATA PARDINI (2003), na qual foram utilizadas 15 parcelas de areia a intervalos de 50 metros de distância entre elas.

As parcelas possuíam uma área de 50x50cm (Figura 6.16), e foram preenchidas com areia fina, peneirada e úmida com aproximadamente 3 cm de altura. A areia foi colocada sem pressioná-la para que a impressão das pegadas fossem nítidas mesmo em animais mais leves.

Figura 6.16 – Metodologia de "Parcelas de areia".

As parcelas foram distribuídas da seguinte forma em cada sítio amostral T1: 05 parcelas, área de capoeira; T-2: 05 parcelas na área aberta, e na T-3: 5 parcelas na área de mata primária, sendo os transectos de 200m com trilhas de 25m para cada lado (Figuras 6.17 a 6.22).

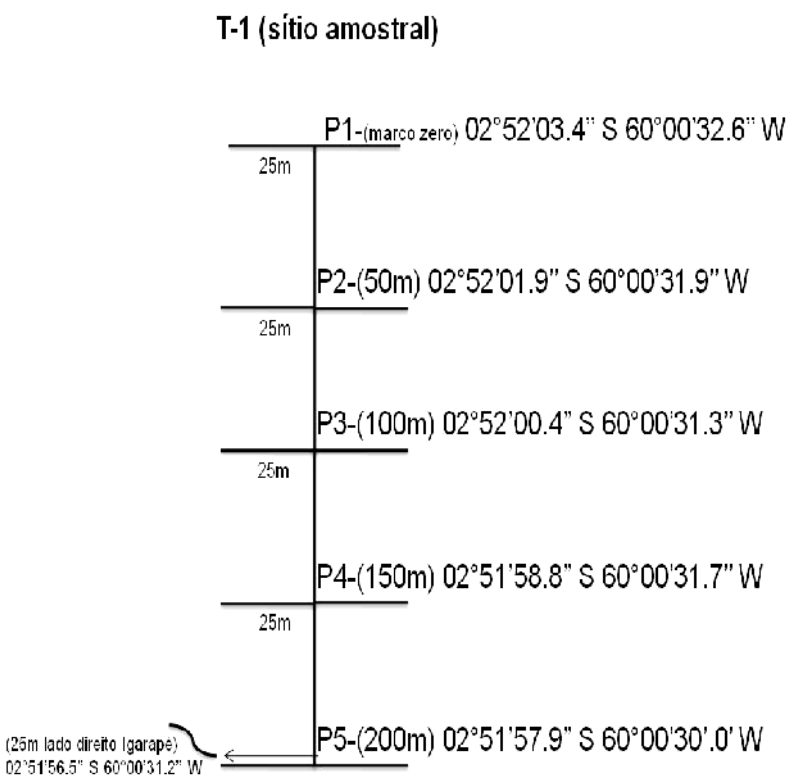



Figura 6.17 – Amostragem T-1 – Sítio amostral.

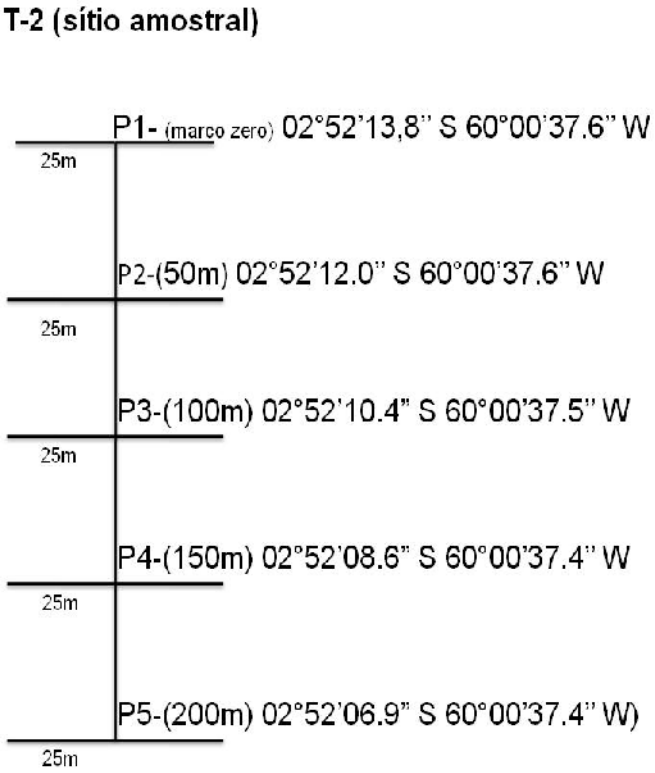



Figura 6.18 – Amostragem T-2 – Sítio amostral.

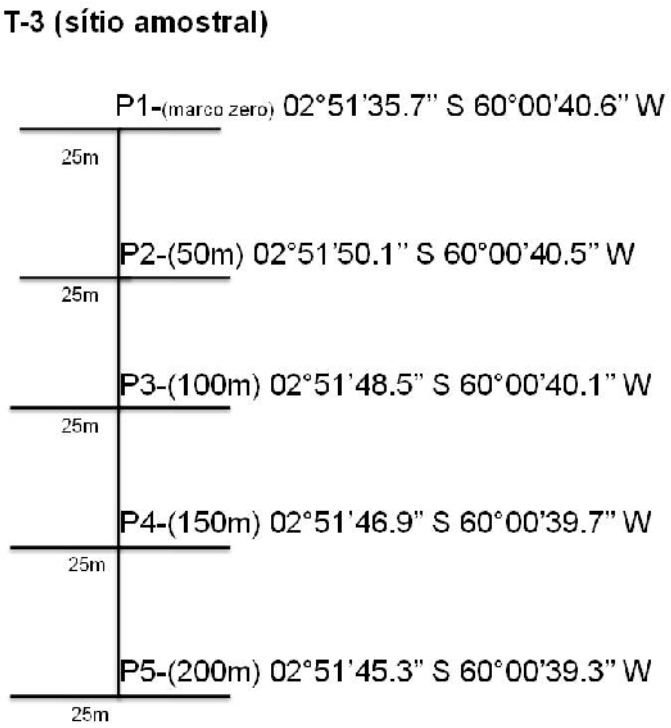



Figura 6.19 – Amostragem T-3 – Sítio amostral.

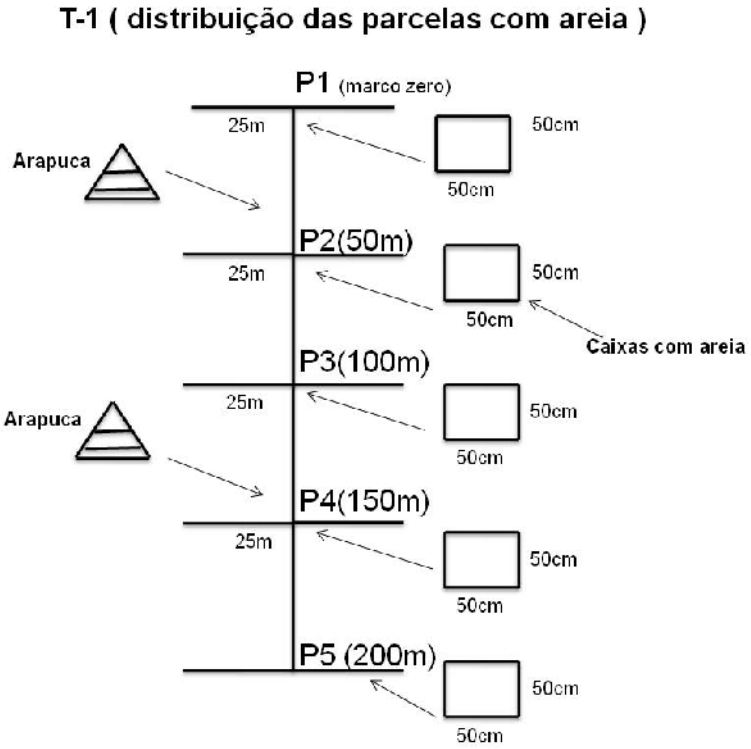



Figura 6.20 – Amostragem T-1 – Caixa de areia.

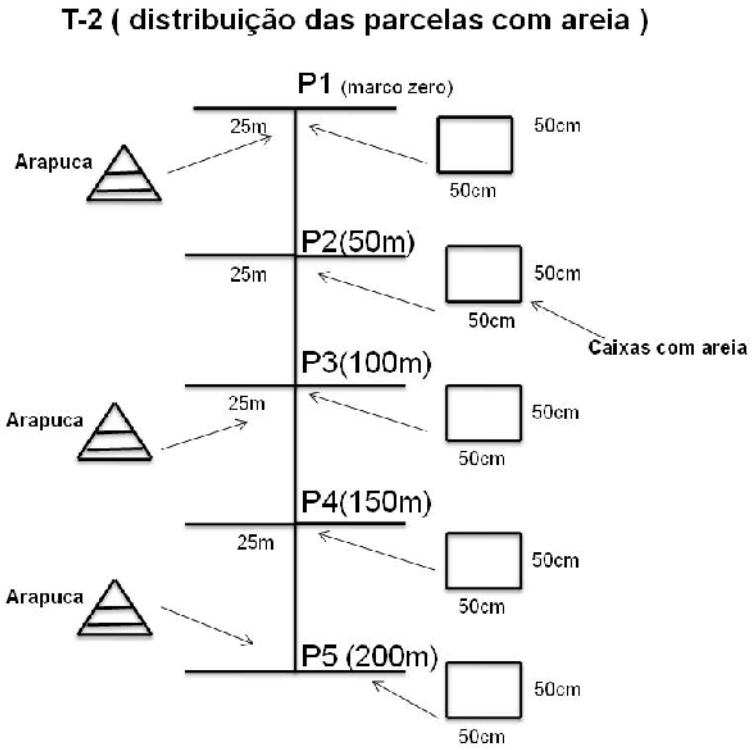



Figura 6.21 – Amostragem T-2 – caixa de areia.

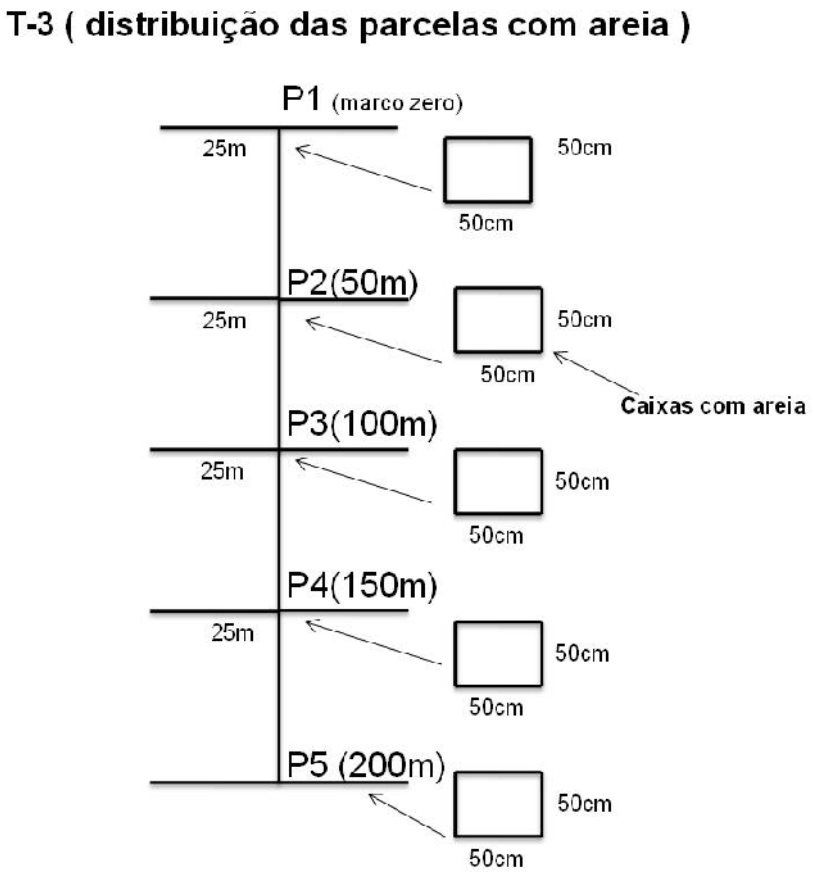



Figura 6.22 – Amostragem T-3 – caixa de areia.

Uma visualização da área amostral consta da figura 6.23.

Figura 6.23 – Foto do transecto - Levantamento faunístico.

Esta metodologia apresenta um melhor rendimento nos dias sem chuva (PARDINI et al., 2003). Em cada sítio amostral, das 15 parcelas, todas tinham atrativos (isca), sendo iscas do tipo: banana, sal, amendoim, carne, milho e castanha, com alternância entre as parcelas.

Utilizou-se também o levantamento com entrevistas junto à comunidade local, uso de guia de campo, observação direta com uso de binóculo, identificação por vocalização e sinais típicos deixados por mamíferos no ambiente e nas caixas de areia, como: rastros, fezes, tocas e restos alimentares.

## 6.7.5. HEPERTOFAUNA PRESENTE NA ÁREA DO EMPREENDIMENTO.

### 6.7.5.1. Anfíbios

Durante as observações na área em estudo foram registrados 3 famílias e 4 espécies. Nenhuma das espécies registradas consta na lista de espécies ameaçadas e todas têm ampla distribuição na Amazônia, apesar de algumas sempre aparecerem em baixas densidades (como, por exemplo, Ceratophrys cornuta).

### 6.7.5.2. Répteis

Durante as observações na área em estudo foram verificados um total de 7 famílias e 15 espécies, sendo que destas 6 foram de cobras.

A maioria das espécies de répteis da região está no grupo das serpentes, seguido por lagartos, quelônios, jacarés e anfisbenas (em ordem decrescente no número de espécies). Os répteis constituem um grupo muito diversificado quanto aos hábitos, nichos e ecologia, ocupando ambientes aquáticos e terrestres em diferentes

estratos e com os mais variados hábitos alimentares. Entretanto todos possuem reprodução em ambientes terrestres, mesmo os aquáticos, como quelônios e jacarés.

Na tabela 6.1. estão relatados os répteis (famílias e espécies) encontrados.

Tabela 6.1 – Lista de anfíbios e répteis registrados por entrevistas, localização, rastros e observação na área em estudo.

| FAMÍLIA | ESPÉCIE | NOME POPULAR |
|---|---|---|
| | ANFÍBIOS | |
| *Bufonidae* | *Bufo ictericus* | Sapo-cururu |
| *Bufonidae* | *Bufo marinus* | Sapo-boi |
| *Hylidae* | *Hyla lanciformis* | Perereca |
| *Leptodactylidae* | *Ceratophrys cornuta* | Rã |
| | RÉPTEIS | |
| *Boidae* | *Corallus caninus* | Cobra-papagaio |
| *Boidae* | *Boa constrictor* | Jibóia |
| *Boidae* | *Eunectes murinus* | Sucuri |
| *Viperidae* | *Lachesis Muta* | Surucucu pico-de-jaca |
| *Viperidae* | *Bothrops insularis* | Jararaca |
| *Viperidae* | *Lachesis Muta* | Surucucu |
| *Crocodilidae* | *Caiman crocodylus* | Jacaré Tinga |
| *Teiidae* | *Tupinambis teguixin* | Jacuraru |
| *Teiidae* | Ameiva ameiva | Bico doce ou calango verde |
| *Iguanidae* | *Iguana iguana* | Camaleão |
| *Scincidae* | *Mabuya guaporicola* | Calango liso |

6.7.5.3. Espécies raras, endêmicas, ameaçadas e de interesse econômico e subsistência.

Para toda a Amazônia, não são registradas espécies da herpetofauna ameaçadas de extinção e tampouco endemismos por localidades. Mesmo as espécies consideradas raras, há uma carência de informações para a confirmação desse status, mas de qualquer maneira, todas as espécies presentes na área em estudo têm distribuição bastante ampla, se estendendo muito além da área estudada.

6.7.6. AVIFAUNA

Foram identificadas 30 espécies de aves distribuídas em 20 famílias (Tabela 6.2) do levantamento.

Os registros auditivos foram freqüentemente documentados com gravações, nas trilhas. Gravações e observações de 30min.

A metodologia utilizada para captura de aves foi a de arapucas (*armadilha artesanal montada pelos caboclos da região*) para capturas de aves e identificação sendo essas colocadas nos sítios amostrais de coordenadas T1 a 50m (02°11'00.3'' S 60°41'05.8'' W); T1 a 150m de coordenadas (02°52'00.8'' S 60°00'31.0'' W). T2 nos sítios amostrais marco zero, 100m e 200m respectivamente de coordenadas (02°52'02.2'' S 60°00'31.0'' W) e 100m (02°52'16.1'' S 60°00'35.2'' W) e 200m (02°52'13.6'' S 60°00'37.5'' W), (Figuras 6.17 e 6.18).

Não foi capturada nenhuma ave, porém partes das iscas colocadas foram consumidas que provavelmente pode ter sido por pequenos insetos. Analisamos também o fator de no período das coletas de dados ser muito chuvoso o que causa dificulta as observações das aves. No T3 não foi adotada essa metodologia apenas o auditivo e o observativo.

O levantamento começou sempre antes das 06:00 horas e permaneceu até as 18:00 horas. Vale ressaltar que na região o alvorecer é um horário muito importante para o levantamento ornitológico, pois é quando as aves começam a sair na busca de alimentos, então podemos observar sua vocalização. Assim, por volta de 50% das espécies das aves foram registradas nesse horário.

As vantagens do levantamento auditivo-visual incluem o grande número de espécies encontradas em pouco tempo. O método permite flexibilidade para ir atrás dos ambientes mais produtivos ou as espécies esperadas mas ainda não encontradas.

Esse levantamento foi executado no mês de novembro, época que corresponde a estação chuvosa na Amazônia, especialmente no Amazonas, dificultando a observação de parte da avifauna, pois muitas espécies diminuem suas atividades.

A época propicia esta entre os meses de junho a agosto, período com maior abundância de frutos e de maior atividade das aves, onde os machos, da maioria das espécies, começam a cortejar as fêmeas, momento exato para a visualização e gravações dos cantos.

Tabela 6.2 – Lista de aves registradas por entrevistas, localização, escuta e observação na área em estudo km13 BR174.

| FAMÍLIA | ESPÉCIE | NOME POPULAR |
|---|---|---|
| *Accipritidae* | *Buteo nitidus* | Gavião-pedrês |
| *Ardeidae* | *Butorides striatus* | Socozinho |
| *Bucconidae* | *Monasa atra* | Bico-de-brasa |
| *Camprimulgidae* | *Chordeiles rupestris* | Bacurau |
| *Cathartidae* | *Coragyps atratus* | Urubu-de-cabeça-preta |
| *Cathartidae* | *Cathartes aura* | Urubu-de-cabeça-vermelha |
| *Columbidae* | *Columbina talpacoti* | Rolinha |
| *Cotingidae* | *Lipaugus vociferans* | Capitão-do-mato |
| *Cuculidae* | *Crotophaga major* | Anu-coroca |
| *Cracidae* | *Ortalis motmot* | Aracuã |
| *Emberizidae* | *Sporophila angolensi* | Curió |
| *Emberizidae* | *Paroaria gularis* | Cardeal-da-Amazônia |
| *Emberizidae* | *Cacicus haemorrhou* | Japiim-da-mata |
| *Hirundinidae* | *Phaeoprogne tapera* | Andorinha-do-campo |
| *Icteridae* | *Cacius cela* | Japiim-xexéu |
| *Muscicapidae* | *Turdus albicollis* | Sabiá-do-mato |
| *Psittacidae* | *Ara mação* | Arara-canga |
| *Psittacidae* | *Gypopsitta caica* | Curica |
| Cont. | | |
| FAMÍLIA | ESPÉCIE | NOME POPULAR |
| *Psittacidae* | *Aratinga leucophthalma* | Maracanã |
| *Psittacidae* | *Amazona aestiva* | Papagaio |
| *Psittacidae* | *Brotogeris versicolurus* | Periquito-de-asa-branca |
| *Picidae* | *Campephilus rubricollis* | Pica-pau-de-barriga-vermelha |
| *Ramphastidae* | *Ramphast tucanus* | Tucano |
| *Ramphastidae* | *Ramphastos tucanus cuvieri* | Tucano-grande-de-papo-branco |
| *Thraupidae* | *Ramphocelus carbo* | Pipira-vermelha |
| *Thraupidae* | *Cyanicterus cyanicterus* | Pipira |
| *Trochilidae* | *Heliothryx aurita* | Beija-flor |
| *Tyrannidae* | *Pitangus sulphuratus* | Bem-te-vi |
| *Troglodytidae* | *Troglodytes aedon* | Corruíra |

6.7.7. ICTIOFAUNA

O papel dos peixes no ecossistema aquático é extremamente significativo a nível energético, sendo considerados reguladores do ecossistema, participando nos diferentes níveis tróficos. Na Amazônia brasileira, não há informações seguras sobre ameaças, desaparecimento ou extinção de espécies de peixes. O que tem ocorrido, com razoável freqüência, é a diminuição ou mesmo o desaparecimento local de algumas espécies devido à pesca intensiva ou alguma alteração ambiental, como desmatamento da floresta marginal, mineração do canal do rio ou represamento. Os desmatamentos das nascentes, as queimadas, a falta de informações das comunidades locais sobre a importância da conservação da floresta são os principais fatores que estão levando ao desaparecimento de muitas espécies de peixes, pois a maioria dos igarapés estão sendo assoreados devido a retirada da floresta.

No pequeno igarapé que circundam n a área em estudo foram registrados: traíra *Hoplias malabaricus*, o cará *Cichlassoma*, *Pirrhulina sp*, jatuarana *Brycon sp* e

entrevistas com moradores locais constataram que outras espécies são encontradas, como matrinchã, tilapia, mandii, acará-disco, acará branco, jandiá, aracu e piranha (Tabela 6.3), sendo que os pontos de coletas foram nas coordenadas (02°51'33.4'' S 60°00'36.7'' W) e (02°51'26.1'' S 60°00'33.2'' W).

Foram identificadas 11 espécies de peixes de 6 famílias (Tabela 6.3) durante o levantamento.

Tabela 6.3 – Lista da ictiofauna observada na área em estudo km13 BR174.

| FAMÍLIA | ESPÉCIE | NOME POPULAR |
|---|---|---|
| *Anostomidae* | *Leporinus fasciatus* | Aracu |
| *Characidae* | *Pirrhulina sp* | Pyrrhulina |
| *Characidae* | *Brycon sp* | Jatuarana |
| *Characidae* | *Brycon sp* | Matrinxã |
| *Cichlidae* | *Chaetobranchus flavescens* | Acará branco |
| *Cichlidae* | *Symphysodon Discus* | Acará disco |
| *Cichlidae* | *Oreochromis niloticus* | Tilápia |
| *Erythrinidae* | *Hoplias malabar* | Traíra |
| *Pimelodidae* | *Pimelodella cristata* | Mandi |
| *Pimelodidae* | *Rhamdia quelen* | Jandiá |
| *Serrasalmidae* | *Serrassalmus sp* | Piranha amarela |

6.7.8. MASTOFAUNA

Através da identificação por vocalização foi possível identificar a presença de três *taxas* de primatas. Um dos primatas, identificado pela sonorização, foi o macaco-aranha ou quatá (*Ateles sp*) que foi ouvido em área próximo ao sítio amostral T2 de coordenada S 02º 52'02.2' W 060º00'31,0'. O segundo grupo de primata macaco-prego *Cebus apella apella*, foi visualizado próximo a coordenada S 02º 52'02.2' W 060º00'31,0'. O outro grupo primata foi ouvido nas coordenadas S 02º 52'02.6' W 060º00'09,8'. Tratava-se de macacos guaribas ou bugio (*Alouatta sp*), identificado pela vocalização. Os guaribas são diurnos, arbóreos, formando grupos geralmente de até 9 indivíduos.

Por meio de caminhadas nas trilhas, foram encontrados vestígios de animais como: fezes, vocalizações, pegadas, tocas, entre outros vestígios.

Na metodologia usada de parcelas com areia alocadas nos sítios amostrais T1, T2, T3 **(**Figuras 6.43, 6.44 e 6.45**)** não

se conseguiu o efeito esperado pela equipe. Apesar de ser eficiente, não foi possível identificar as espécies de mamíferos terrestres de médio e grande porte presentes na área em estudo por esta metodologia.

Em virtude, das fortes chuvas que ocorreram durante o período de observação danificando os caixotes com areia, impossibilitando a visualização das pegadas (Figura 6.24). Mais, identificamos com a ajuda do mateiro muitas tocas e vestígios de animais, bem como com entrevistas com a comunidade local.

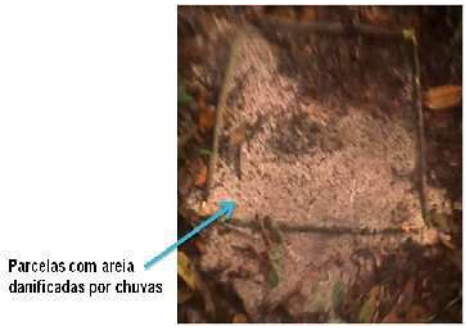



Figura 6.24 – Parcelas de areia" danificadas.

As tocas visualizadas foram identificadas de tatus *Dasypus septemcintus* e pacas *Agouti paca* principalmente na área do sítio amostral T1, rastros de cutia *Dasyprocta agoutti* e capivara *Hydrochaeris hydrochaeris* nas proximidades do sítio amostral T2.

Ocorreu a visualização de 2 espécies de morcegos insetívoros: *Rhynchonycteris naso* e *Saccopteryx bilineata.* Estas são espécies bastante comuns na região. As duas espécies foram visualizadas nas proximidades de igarapés, local úmido e escuro onde costumam ficar acomodados.

Outras espécies de mamíferos registradas por entrevista com moradores/caçadores Tabela 6.4: macaco-prego (*Cebus apella apella)* e cuxiu (*Chiropotes satanus*).

Foram identificadas 18 espécies de mamíferos de 11 famílias (Tabela 6.4) durante o levantamento.

Tabela 6.4 – Lista de mamíferos registrados por entrevistas, localização, rastros e observação.

| FAMÍLIA | ESPÉCIE | NOME POPULAR |
|---|---|---|
| *Atelidae* | *Ateles paniscus.* | Macaco-aranha |
| ” | *Alouatta senicullus* | Guariba |
| *Bradypodidae* | *Bradypus variegatus* | Preguiça-bentinho |
| *Cebidade* | *Saimiri sciureus sciureus* | Mico-de-cheiro |
| “ | *Cebus apella apella* | Macaco-prego |
| *Callitrichidae* | *Saguinus bicolor* | Sauim-de-Manaus |
| *Dasyproctidae* | *Dasyprocta agoutti* | Cutia vermelha |
| *Dasypodidae* | *Dasypus septemcintus* | Tatu |
| *Didelphidade* | *Didelphis SP* | Mucura ou gambá |
| *Emballonuridade* | *Rhynchonycteris naso* | Morcego narigudo(frugi) |
| *Emballonuridade* | *Saccopteryx bilineata* | Morcego com linhas(fruti) |
| *Felidae* | *Puma concolor* | Suçuarana |
| *Felidae* | *Panthera onça* | Onça-Pintada |
| *Felidae* | *Leopardus tigrinus* | Gato-do-mato-pequeno |
| *Cuniculidae* | *Agouti paca* | Paca |
| *Caviidae* | *Hydrochaeris hydrochaeris* | Capivara |
| *Tayassuidae* | *Tayassu pecari* | Porco-queixada |
| *Tayassuidae* | *Tajacu tajacu* | Porco-caititu |

Os macacos-aranha ou quatá (Ateles paniscus) são primatas de hábitos diurnos, de movimentos lentos, que vivem nos ramos mais altos das árvores e raramente são vistos no chão. Alimentam-se de frutos, ovos e insetos e estão entre os maiores primatas das Américas. Possuem uma cauda longa e preênsil com palma, polegares extremamente reduzidos, quase ausentes. Os moradores costumam caçar intensamente estes macacos por apreciarem sua carne, o que é preocupante por se tratar de um animal ameaçado de extinção.

Os macacos guaribas (*Alouatta senicullus*) costumam emitir sons (gritos altos), ao entardecer para se comunicar e marcar território para que outros bandos mantenham distância. Os grupos são formados por machos e fêmeas adultos e filhotes sob comando de um macho chamado capelão (macho dominante). Apresentam pouca atividade, descansando aproximadamente dois terço do dia. É uma espécie que se encontra ameaçada de extinção, principalmente pela destruição de seu habitat e pela caça.

Durante as entrevistas, os moradores afirmam ver sempre bandos de sauim, mas não se pode afirmar que seja o Sauim-de-Manaus (*Saguinus bicolor*), pois, a ocorrência dessa espécie esta limitada no perímetro da cidade de Manaus e durante todo o trabalho de levantamento de dados não foi observado nenhum exemplar pela equipe. É uma espécie que se alimenta de insetos e frutos, possuindo uma área de uso de 35ha em terra firme aproximadamente e vivem nos estratos médios e baixos.

O uso desordenado da área onde a derrubada de árvores e a realização de queimadas são algumas das suas características, reduzindo ainda mais o hábitat dos grandes e pequenos mamíferos.

Em várias áreas nas trilhas percorridas durante o levantamento faunístico pode ser observado a presença de lixo (entulhos, pedaço de pneus, plásticos etc.).

O macaco-prego *(Cebus apella apella)* habita quase toda a região neotropical e seu habitat é o mais diversificado dos primatas neotropicais, utilizam todos os estratos arbóreos de floresta chuvosa inundáveis ou não, florestas primárias e secundárias, possuem uma alimentação onívora. São muito curiosos, mexendo, removendo e quebrando coisas sendo provavelmente o primata mais ágil das Américas.

O período propício para a realização de estudos relacionados com a mastofauna na área em estudo seria o compreendido entre junho a outubro. Este período se justifica pela época do ciclo hidrológico na região, cheia e vazante dos rios, fenômeno que ocorre periodicamente no Amazonas e possibilita a visualização de maior número de espécies, pelo confinamento de determinados animais em ilhas ou ilhotas durante parte do ano (período de cheia dos rios), durante a baixa dos rios há maior dispersão dos animais, principalmente dos mamíferos pela maior extensão de terra para locomoção a procura de caça.

## 6.8. MEIO ANTRÓPICO

### 6.8.1. MANAUS

Manaus, capital do estado do Amazonas, situa-se na confluência dos rios Negro e Solimões, aos 3º de latitude sul e 60º de longitude oeste.

A Figura 6.25 mostra a localização da cidade de Manaus no Estado do Amazonas e no Brasil.

Figura 6.25 – Localização da cidade de Manaus.

A cidade foi fundada em 1669, com o forte de São José do Rio Negro. Foi elevada a vila em 1832, com o nome de Manaus, que significa "mãe dos deuses", em homenagem à nação indígena dos Manaós, sendo legalmente transformada em cidade no dia 24 de outubro de 1848,com o nome de Cidade da Barra do Rio Negro. Somente em 4 de setembro de 1856 voltou a ter seu nome atual.

A superfície total do Município é de 11.458,5km$^2$ (Lei Municipal nº 279, de 05 de abril de 1995), equivalendo a 0,73% do território do Estado do Amazonas, que abrange 1.577.820,2km$^2$. Município de Manaus tem os seguintes limites:

- ao Norte, com o Município de Presidente Figueiredo;
- a Leste, com os Municípios de Rio Preto da Eva e Amatari;
- ao Sul, com os Municípios de Careiro da Várzea e Iranduba; e
- a Oeste, com o Município de Novo Airão.

A influência exercida pela cidade de Manaus sobre a região abrange mais de duas dezenas de municípios localizados nas bacias dos rios Negro, Solimões e Amazonas, em que pese sua área urbana estar cercada por grandes extensões de florestas tropicais e pelos caudais destes cursos de água. Os núcleos urbanos da região foram implantados nas áreas ribeirinhas daqueles rios e seus afluentes, já que a mobilidade da população e o escoamento da produção regional sempre ocorreram, desde os tempos do período colonial, através de suas calhas.

Até hoje, a acessibilidade à capital do Estado do Amazonas é feita predominantemente por meio do transporte fluvial, coadjuvado pelos transportes rodoviário e aeroviário.

O porto de Manaus é o ponto de convergência de navios de passageiros e de cargas, tanto de cabotagem como de longo curso, que garantem a conexão da cidade com portos nacionais e estrangeiros.

Este porto recebe, ainda, embarcações regionais de todo tipo, que viabilizam a ligação com inúmeros núcleos da Região Amazônica.

Há também outros portos que movimentam cargas e passageiros entre a cidade e portos de localidades próximas, dos quais se destacam o de São Raimundo e da CEASA, onde atracam balsas e *ferry boats* que transportam passageiros e veículos de carga para os Municípios limítrofes de Manaus, localizados ao sul e sobre as margens direitas dos rios Negras e Amazonas: Iranduba, Manacapuru e Careiro da Várzea. Estes Municípios, fortemente polarizados pela capital do Estado, integram a Microrregião de Manaus, juntamente com os Municípios de Autazes, Careiro e Manaquiri.

Entre as rodovias que permitem o acesso a Manaus, destaca-se a BR-319, que liga a capital ao Estado de Rondônia, partindo do porto de Careiro da Várzea em direção ao sul e conectando as cidades de Humaitá, Lábrea e Manicoré.

Ao norte, Manaus interliga-se a Roraima através da rodovia BR-174, que também permite acesso ao Município de Presidente Figueiredo, onde está localizada a Usina Hidrelétrica de Balbina e que compõe, com o Município de Rio Preto da Eva, a Microrregião de Presidente Figueiredo. Esta rodovia federal, em conjunto com a rodovia estadual AM-10, forma um importante eixo de saída norte de Manaus, constituindo um dos principais vetores de expansão da cidade.

A rodovia AM-10 permite a ligação aos Municípios de Rio Preto da Eva e Itacoatiara, sob forte influência da metrópole e a outros Municípios localizados a oeste da capital, que formam a Microrregião de Itacoatiara.

Na Figura 6. indicam-se as microrregiões em torno da cidade de Manaus.

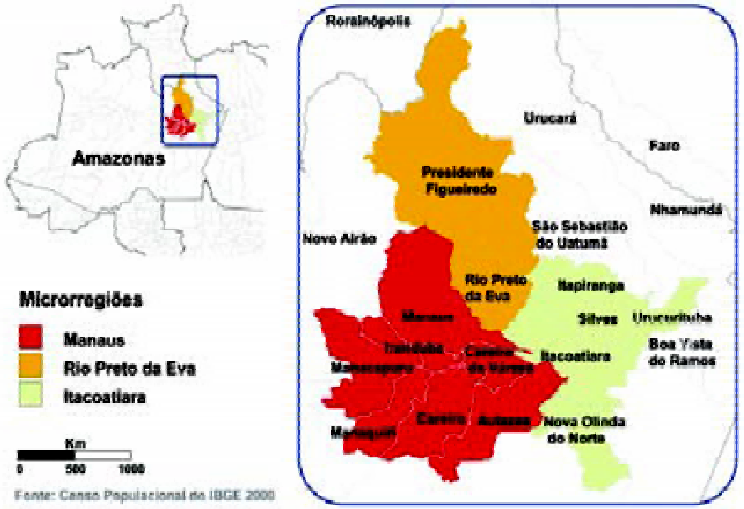



Figura 6.26 – Microregiões em torno da cidade de Manaus.

6.8.2. DADOS DEMOGRÁFICOS

A população de Manaus, em 2008, foi determinada pelo IBGE em 1.709.010 habitantes, com uma densidade populacional de 149,9 hab./km². Grande parte da população do município de Manaus é urbana - 87%. Da população total, 52,07% são mulheres e 47,93% são homens.

Na Tabela 6.5. mostra-se a evolução da população de Manaus, a partir de 1800, com estimativa até 2015.

Tabela 6.5 – Evolução da população de Manaus. 1800 a 20015.

| ANO | POPULAÇÃO |
|---|---|
| 1800 | 6.000 |
| 1822 | 14.000 |
| 1872 | 38.998 |
| 1890 | 52.421 |
| 1900 | 73.647 |
| 1920 | 179.263 |
| 1940 | 272.232 |
| 1950 | 279.151 |
| 1960 | 321.125 |
| 1970 | 473.545 |
| 1980 | 922.477 |
| 1990 | 1.011.403 |
| 1995 | 1.229.879 |
| 2000 | 1.402.590 |
| 2004 | 1.510.363 |
| 2005 | 1.524.690 |
| 2006 | 1.688.524 |
| 2007 | 1.646.602 |
| 2008 | 1.709.010 |
| 2010 | 1.871.821 * |
| 2015 | 1.979.701 * |

* Estimativa (Fonte: IBGE).

O crescimento populacional de Manaus tem sido superior à média das capitais brasileiras, crescendo 10% acima das mesmas.

6.8.3. ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

Desde a implantação da Zona Franca, em 1967, iniciou-se em Manaus um novo ciclo econômico, com a instalação de um parque industrial de porte e a consolidação de um setor terciário baseado na comercialização de produtos importados. Estas atividades aqueceram a economia local e geraram milhares de empregos e postos de trabalho, diretos ou indiretos. A cidade deixou ser um "porto de lenha", como muitos afirmavam, para transformar-se em um importante pólo de industrialização.

Nos últimos trinta anos, a Zona Franca foi responsável pela atração de um grande fluxo migratório do interior do Estado, do Nordeste e de diferentes regiões do país. Em conseqüência, a população de Manaus cresceu mais de 500%, saltando de 300 mil habitantes, na década de 1970, para mais de 1 milhão e 500 mil na virada do século XXI.

O acesso rodoviário a Manaus pode ser feito pelas seguintes rodovias:

- BR-174: liga Manaus a Boa Vista, capital do estado de Roraima.
- BR-319: liga Manaus a Porto Velho capital do estado de Rondônia.
- AM-010: faz a ligação com o município de Itacoatiara.
- AM-070: faz a ligação com o município de Iranduba.

O acesso à cidade é feito, também, por transporte fluvial e aéreo, via o Aeroporto Internacional Eduardo Gomes, que fica localizado a 14 km do centro de Manaus.

O transporte fluvial é bastante utilizado. A cidade conta com um grande e movimentado porto, que atende a quase toda a região Norte. O Porto de Manaus localiza-se na costa oeste do Rio Negro, na zona central da cidade de Manaus e atende os estados do Amazonas, Pará, Roraima, Rondônia, Acre e áreas do Norte do Mato Grosso. O Porto de Manaus é um dos maiores portos fluviais do Brasil, o maior porto da Amazônia e o terceiro maior porto exportador do país.

Manaus destaca-se pelas atrações turísticas, incluindo a própria selva amazônica, que atrai pessoas de outras partes do Brasil e do mundo, além de outros locais de interesse, como o Teatro Amazonas, o encontro das águas do Rio Solimões com o Rio Negro, a Praia da Ponta Negra, entre outros.

Alguns dados sócio econômicos de Manaus são apresentados a seguir:

Produto Interno Bruto (PIB)*: R$ 29.677 838.000,00 (2004) Renda Per Capita*: R$ 20.965,00 (2004) Principais Atividades Econômicas: indústria (Pólo Industrial de Manaus) e comércio. Índice de Desenvolvimento Humano (IDH): 0,774 (PNUD - 2000) Mortalidade Infantil: 21,26 por mil (crianças até 5 anos) Taxa de Alfabetização: 97,63.

### 6.8.4. PROBLEMAS AMBIENTAIS

Nos últimos anos, a cidade acumulou um passivo sócio-ambiental de iguais proporções, que provocou a redução da qualidade de vida da maior parte da população, com reflexos diretos nas condições de saúde, higiene e

moradia. Durante esse período, observou-se um constante relaxamento no cumprimento das normas urbanísticas e edilícias previstas no Plano Diretor Local Integrado de Manaus – PDLI e em sua legislação complementar, em vigor desde meados da década de 1970. Este plano desempenhou um papel importante apenas nos primeiros anos do processo de expansão urbana que se seguiram à instalação da Zona Franca e do Distrito Industrial.

Entretanto, a ausência de planejamento urbano continuado e a perda do controle do crescimento da cidade acabaram por determinar a ocorrência de vários problemas ambientais em Manaus. Em que pese a atuação das recentes Administrações Municipais em programas de lotes urbanizados, de paisagismo dos logradouros públicos, de saneamento dos igarapés e de educação ambiental, a cidade vem sofrendo com o agravamento dos problemas ambientais, sobretudo no que diz respeito ao crescimento populacional, à ocupação desordenada do solo, à destruição das coberturas vegetais, à poluição dos corpos de água e à deficiência de saneamento básico.

Um problema que se observa em Manaus é o seu crescimento em áreas conquistadas pela derrubada de floresta primária. A maior parte dos episódios de invasão – espontâneos ou organizados – que ocorreram em Manaus, nas últimas décadas, foi direcionada para áreas até então preservadas com florestas primárias. Também ocorrem com muita freqüência as invasões de áreas verdes, tanto nos espaços de reserva de loteamentos, condomínios ou desmembramentos, previstos nas leis do uso e de parcelamento do solo, quanto em áreas que apresentem cobertura floresta ou vegetação densa.

Outro problema ambiental em Manaus é a ocupação e poluição dos igarapés. Dados não oficiais indicam que Manaus conta hoje com cerca de 70 mil moradias localizadas em faixas marginais dos cursos d'água, áreas consideradas como de preservação permanente, onde vivem aproximadamente 300 mil pessoas. A maior parte destas moradias corresponde a palafitas precárias, implantadas sobre espelhos d'água ou em áreas sujeitas a inundações. Muitas constituem construções de alvenaria, localizadas em talvegues secos de antigos igarapés ou em terrenos não alagadiços. Os números anteriores não

incluem os 76 flutuantes fundeados nos igarapés ou junto a pequenos atracadouros da cidade. A manutenção ou a erradicação destas ocupações tem se apresentado como um desafio permanente aos Governos Municipal e Estadual, dada a magnitude do problema e os aspectos sociais envolvidos.

O lançamento indiscriminado de lixo e toda sorte de detritos nos corpos de água constitui outro problema ambiental grave. Periodicamente, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente realiza limpeza nos recursos hídricos, retirando grandes quantidades de lixo dos igarapés.

Entretanto, o mais grave problema é o lançamento *in natura* da maior parte dos esgotos domiciliares de Manaus nos corpos de água da cidade.

A deficiência dos sistemas de esgotamento sanitário de Manaus deve-se, não apenas ao processo de crescimento intenso e desordenado da cidade, como à ausência de investimentos na manutenção e expansão das redes coletoras e unidades de tratamento, nas últimas décadas.

A verdade é que, mesmo dispondo de cerca de 362 km de redes coletoras de esgotos, Manaus apresenta um quadro de saneamento extremamente precário, no qual predomina o lançamento dos esgotos diretamente nos igarapés ou através das galerias de águas pluviais  Mesmo as edificações que dispõem de fossa lançam, freqüentemente, seus efluentes nos corpos de água ou nas redes pluviais.

### 6.8.5. CONDIÇÕES ATUAIS DO SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA

A gestão dos resíduos sólidos de Manaus é feita pela Secretaria Municipal de Limpeza Urbana – SEMULSP. A coleta dos resíduos sólidos é realizada por duas empresas: TUMPEX e a ENTERPA, observando de contrato de concessão.

Na Tabela 6.6 descrevem-se os principais serviços de limpeza do município.

Tabela 6.6 – Serviços de limpeza urbana. Manaus.

| SERVIÇO | DESCRIÇÃO |
|---|---|
| Coleta Domiciliar | Serviço terceirizado realizado diariamente, que recolhe resíduos de domicílios, pequenas indústrias, comércio, bancos, escolas, e outros locais, seguindo roteiros previamente definidos. |
| Coleta Hospitalar | Atividade responsável pela coleta de resíduos de hospitais, clínicas e centros de saúde do município. Conta com 2 caminhões hospitalares, sendo 1 de cada uma das empresas terceirizadas. |
| Remoção Mecânica | Tipo de serviço adotado, principalmente, após a realização de mutirões de limpeza. São classificados nessa modalidade todos os resíduos que não podem ser recolhidos de forma manual e que não sejam domiciliares. |
| Remoção Manual | Serviço que recolhe pequenas quantidades de resíduos depositados fora do horário de coleta regular e de pequenos pontos de lixo localizados na cidade. |
| Coleta de Poda | Atividade executada após os serviços de poda e roçagem. São utilizados nesse tipo de atividade os mesmos carros da remoção manual, ou seja, caminhões basculantes. Tais resíduos, quando na lixeira, são encaminhados à compostagem para serem transformados em composto orgânico. |
| Coleta Seletiva | Tal atividade utiliza dois caminhões leves, com carroceria cercada por grades, e circula nas vias recolhendo os resíduos recicláveis (papel, plástico, vidro, metal), os quais, após triagem, são encaminhados às associações de catadores, que os comercializam no mercado de reciclagem da cidade. |
| Programa de Educação Ambiental | Composta por equipes das duas concessionárias, atua em escolas, feiras, pontos de descarte irregular de lixo, bem como no restante da cidade, prestando informações sobre coleta seletiva, gerenciamento adequando do lixo, horários de descarte, dentre outros. |
| Limpeza de Igarapés | Serviços realizados pelas equipes de garis das concessionárias, que atuam na limpeza dos principais igarapés da cidade, removendo o lixo jogado nos mesmos. |
| Terceiros | Coleta de resíduos provenientes de empresas prestadoras de serviços, tais como disk entulhos, construtoras, indústrias, dentre outras, as quais solicitam autorização para descarte de resíduos na lixeira. |

Fonte: Secretaria Municipal de Limpeza Urbana – SEMULSP.Março de 2007.

A Prefeitura de Manaus recolhe, por dia, uma media de 2.400 t./dia, compreendendo os resíduos: domiciliares, de serviços de saúde, de remoções, de podas.

Em 2007, foram recolhidas 884.938,098 toneladas de resíduos sólidos urbanos, média diária de 2.424 toneladas por dia (t/dia), cerca de 63,5 toneladas a mais do que o mesmo período de 2006, o que representa um acréscimo de 7,72% em relação ao ano anterior, atribuído à expansão do atendimento, à eliminação de focos de lixo clandestino e, provavelmente, à modificação no padrão de consumo, o qual é influenciado por aquecimento econômico, entre outras variáveis.

A coleta domiciliar participou com quase 60% do lixo coletado, seguida da remoção mecanizada, com 23%.

Atualmente, o lixo coletado é destinado para o Aterro Municipal de Manaus, também conhecido como *Lixeira Municipal de Manaus,* localizado no Km 19 da Rodovia Estadual AM-010, na Zona Norte. Este é o único local para a destinação final dos resíduos sólidos urbanos da cidade.

Em 1986 o Lixão do Km 10, na mesma rodovia, foi desativado devido à sua localização inadequada e aos problemas ambientais resultantes do mesmo. Nessa área, encontra-se o bairro Novo Israel, surgido a partir do processo de ocupação por invasão, estimulado pelo próprio Lixão.

No mesmo ano, iniciou-se a disposição dos resíduos na atual área do aterro municipal. No início, não foram definidos critérios racionais de ocupação e também não foram executadas obras e benfeitorias indispensáveis para a deposição dos resíduos sólidos.

As operações iniciais foram desordenadas e os resíduos foram apenas lançados numa grande depressão existente à margem da Rodovia Manaus – Itacoatiara. Em 1993, a Prefeitura de Manaus deu início ao processo de biorremediação do aterro.

Em 1997 a Prefeitura por intermédio do DEMULP, efetuou a retirada dos catadores do aterro municipal, num total de 200 pessoas, a maioria composta por adolescentes e crianças em idade escolar. Como solução, 120 catadores

foram contratados para realizar as atividades de limpeza urbana.

O aterro recebeu obras de paisagismo e dispõe de sistema viário interno pavimentado, um posto de pesagem equipado com uma balança rodoviária, com capacidade de 30 toneladas e um sistema informatizado para processamento de dados, operado por 8 servidores municipais, divididos em turnos de 12 horas.

Posteriormente, o aterro, que se encontrava com diversos problemas ambientais e sanitários, sendo, por isso, considerado como lixão, passou por mudanças. As células passaram a ser cobertas diariamente e os serviços ficaram sob controle técnico.

Muitos problemas ambientais ainda existem, ressaltando a necessidade de se ter um empreendimento que possa receber os resíduos sólidos do Município, de forma a atender a todos os critérios, normas técnicas e legislação vigente, dentro de tecnologias adequadas para um melhor tratamento e disposição final dos mesmos.

### 6.8.6. SITUAÇÃO ATUAL DA ÁREA DO ATERRO

A área onde será implantado o aterro sanitário, embora ainda apresente uma grande extensão coberta com vegetação nativa (Figuras 6.27 e 6.28), sofre os efeitos da ação antrópica. Nas Figuras 6.29 a 6.35 mostram-se fotos de ações de degradação ambiental presentes no local.

Figura 6.27 – Vista de vegetação na parte mais alta do terreno.

Figura 6.28 – Vegetação nas proximidades do riacho que cruza o terreno.

Figura 6.31 – Madeira retirada da área do empreendimento.

Figura 6.35 – Casa de apoio às atividades de retirada de madeira da área.

Figura 6.32 – Desmatamento na área do aterro sanitário.

Figura 6.33 – Trator usado na retirada de material da área do empreendimento.

Figura 6.34 – Madeira retirada da área do aterro sanitário.

## 6.8.7. DIAGNÓSTICO SOCIAL, CULTURAL, ECONÔMICO E AMBIENTAL DA ÁREA DO ENTORNO DO FUTURO ATERRO

### 6.8.7.1 Aspectos Metodológicos

Foi realizada pesquisa tendo como objetivo identificar todos os grupos familiares do entorno da área do futuro aterro sanitário do município de Manaus, bem como suas atividades e comportamentos culturais, econômicos e ambientais, incluindo moradores residentes, donos das propriedades, caseiros e moradores temporários dos diversos seguimentos: extrativistas, mineradores, piscicultores, madeireiros, carvoeiros, dentre outros. A pesquisa foi feita por meio da aplicação de questionário junto aos moradores. A pesquisa foi desenvolvida no período de dezembro / 2008 a fevereiro /2009.

Além da conversa informal com cada entrevistado, foi realizada a pesquisa domiciliar (amostral) da área do entorno do aterro sanitário, para traçar o perfil dos moradores, bem como suas atividades e comportamentos, além dos aspectos econômicos.

As informações obtidas na pesquisa serão de fundamental importância para subsidiar a empresa empreendedora na tomada de decisões dos mais diversos tipos de investimentos e, principalmente, nortear ações na proposta de solução para o problema de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos do município de Manaus.

Para a realização deste diagnóstico, foi utilizado como base o trabalho prévio feito quando do levantamento da fauna e flora, observando-se determinadas informações que serviram de orientação para a coleta de dados em todas as temáticas abordadas e elaboração do questionário aplicado.

No que diz respeito à coleta de dados nos domicílios, utilizou-se o cálculo amostral de acordo com os dados do IBGE (Estimativa - 2004), resultando numa amostra de vinte e um (21) domicílios, distribuídos em todos os ramais e estradas que dão acesso ao aterro, um (01) km antes e (01) km depois da entrada principal do km 13 da BR 174, zona rural do município de Manaus.

Optou-se por realizar a amostragem somente do universo rural, uma vez que a realidade no meio urbano é extremamente diferente, a começar pela organização física das comunidades, normalmente localizadas próximas uma das outras. Suas economias também se diferenciam em praticamente todos os aspectos; as formas de uso dos recursos naturais também se diferenciam. Enquanto na área rural o uso do solo é classificado como primeiro, segundo e terceiro setores, na área urbana essa classificação é completamente diferenciada, prevalecendo sobre as demais o segundo e terceiro setores.

A aplicação de questionário foi realizada casa a casa, sendo a equipe dividida e concentrada no mesmo ramal ou estrada até completar o trabalho, até porque se trata de área rural e por ter grandes espaços pouco habitados, fazendo com que os riscos sejam maiores, tanto pelo motivo de na área ter sido encontrados bastantes animais peçonhentos, como também por uma questão de segurança pessoal de cada entrevistador.

Cada ramal ou estrada foi sendo levantado e definido conforme a disposição das casas durante o percurso, obtendo-se, assim, o bom andamento dos trabalhos e garantindo que nenhum grupo familiar ficasse fora do diagnóstico. A cada final do dia eram verificados todos os questionários, para averiguar a veracidade das informações e se todas as questões tinham sido aplicadas nas entrevistas.

A tabulação dos dados foi feita no escritório, gerando planilhas no programa Excel e, posteriormente, gráficos.

6.8.7.2. Aspectos Sociais, Econômicos e Culturais

A pesquisa constatou que 57% dos grupos familiares são mantidos pelos homens e 43% pelas mulheres, conforme Figura 6.36.

Observa-se que a diversidade cultural advinda de vários estados e municípios do país com certeza tem influência direta e indireta na cultura local, mesmo prevalecendo em 56% o percentual de pessoas de Manaus, conforme consta na Figura 6.37. Outras origens da população são: do Maranhão, 14%; de Roraima, Pará, Acre, 5%, cada, e de municípios como Eirunepé, São Gabriel da Cachoeira e São Paulo de Olivença também 5%, cada.

Com relação ao tipo de piso das casas da área pesquisada, constatou-se que em 85% das edificações o piso é de alvenaria, em 10 % o piso é misto (alvenaria e madeira) e em 5 % o piso é de chão batido (Figura 6.38).

Quanto ao tipo de parede, a pesquisa revelou que: 81 % das casas possuem paredes de alvenaria, 14 % de madeira e 5 % mistas (madeira e alvenaria), como indica a (Figura 6.39).

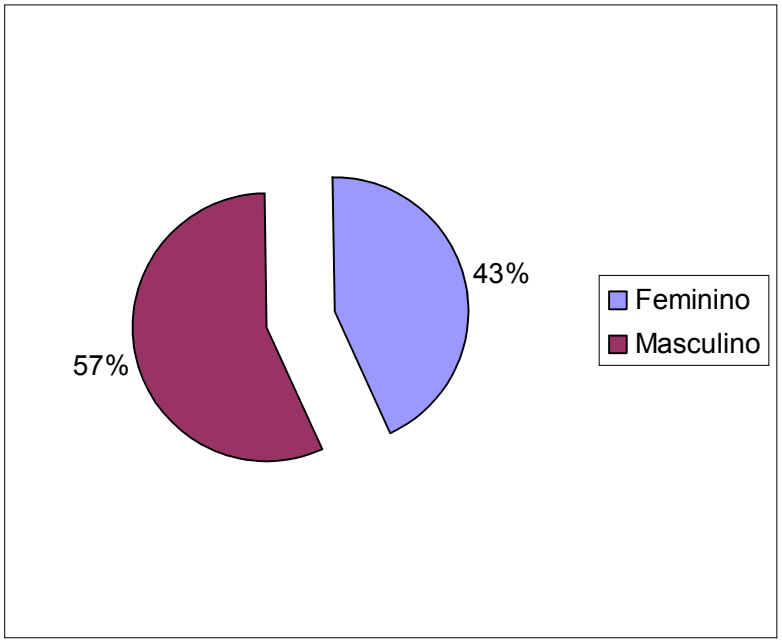



Figura 6.36 – População do entorno do futuro aterro sanitário de Manaus, por sexo.

No que diz respeito ao material de cobertura das casas das famílias entrevistadas, 90% são de cobertura com telhas de amianto e 10% com telhas de alumínio (Figura 6.40). Analisaram-se, ainda, as condições em que essas pessoas vivem. Constatou-se que 76% das famílias moram em casas cedidas por parentes ou por patrões, para quem prestam serviços; 14% são casas próprias; e 10% são casas alugadas (Figura 6.41).

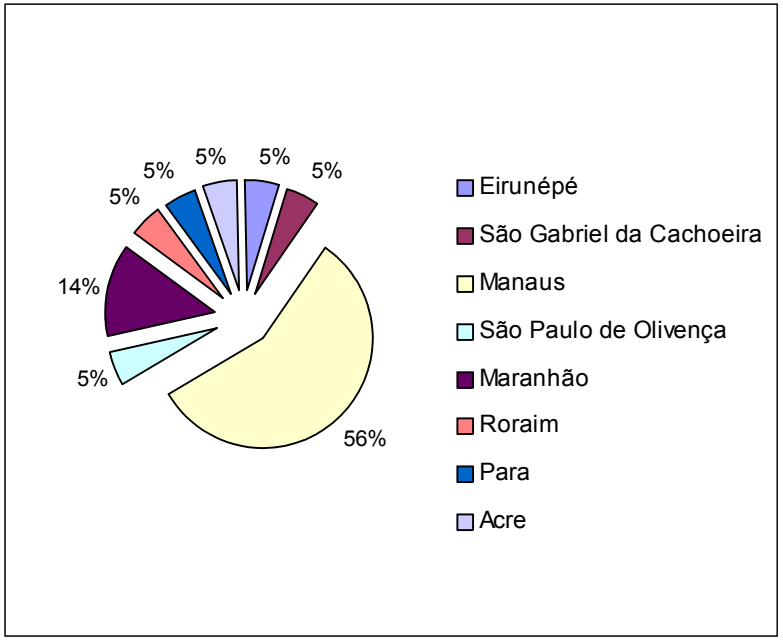



Figura 6.37 – Origem da população do entorno do futuro aterro sanitário de Manaus.

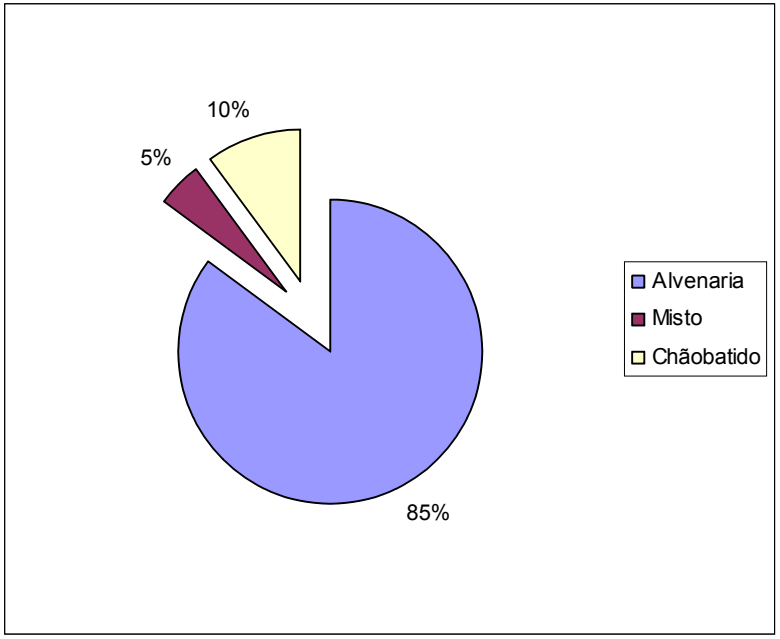



Figura 6.38 – Material do piso das casas do entorno do futuro aterro sanitário de Manaus.

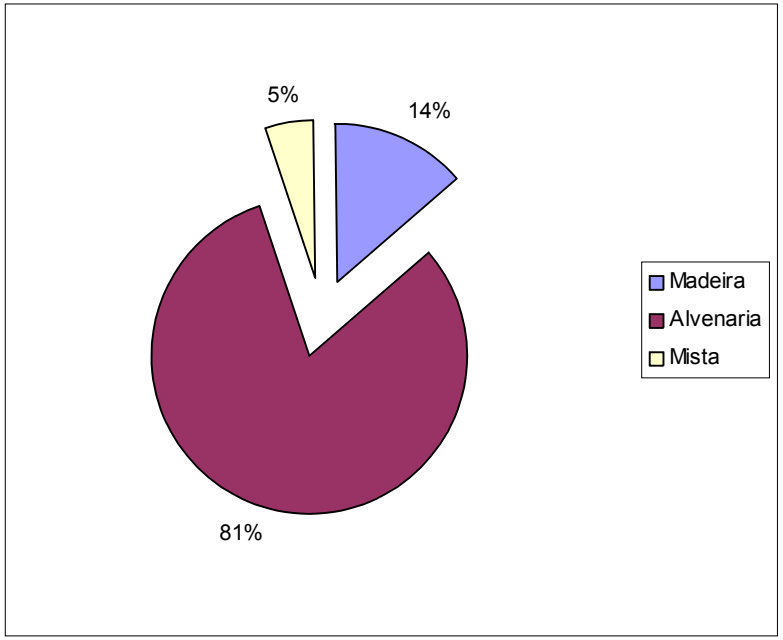



Figura 6.39 – Material da parede das casas do entorno do futuro aterro sanitário de Manaus.

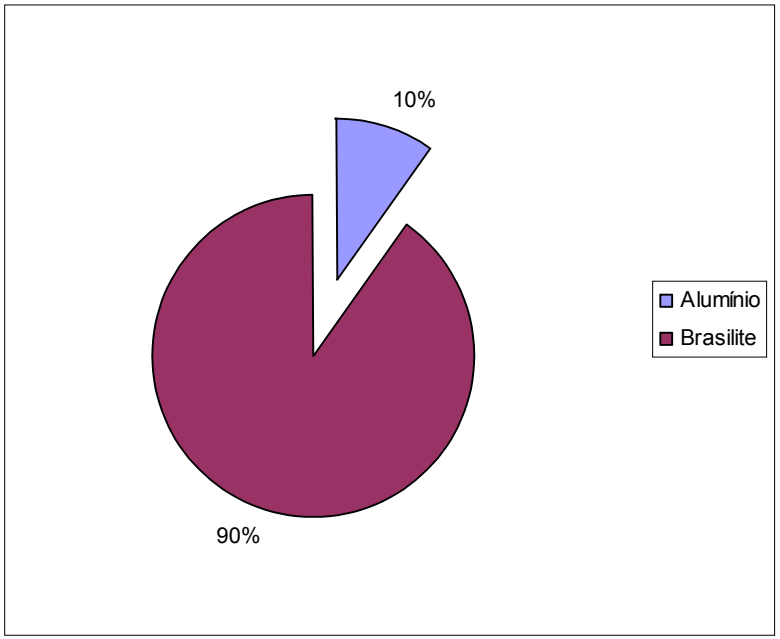



Figura 6.40 – Material de cobertura das casas do entorno do futuro aterro.

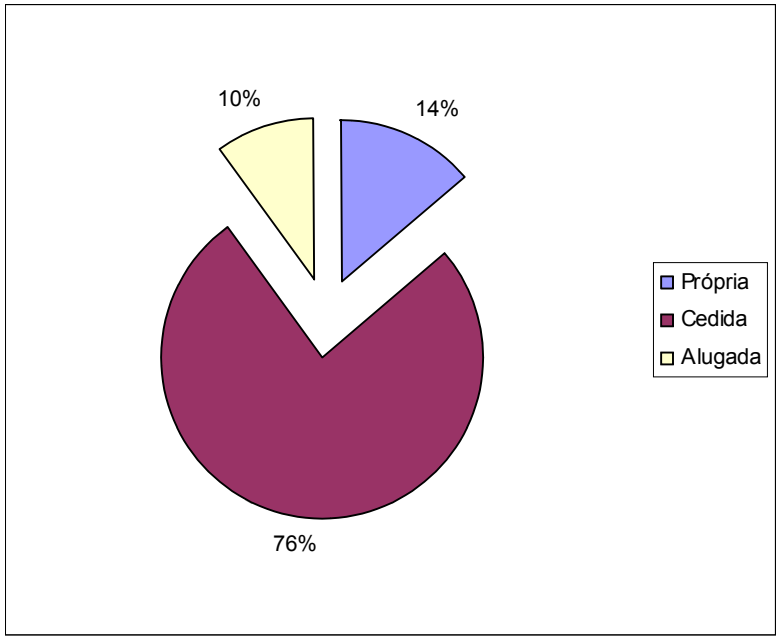



Figura 6.41 – Condição das moradias do entorno do futuro aterro.

Pode-se identificar que a cultura local está se diversificando ou sendo aos poucos perdida ou, ainda, miscigenada, pois as casas do caboclo amazonense são, tradicionalmente, de palha, nas comunidades mais isoladas ou indígenas. Já as populações ao longo do rio têm casas com chão batido ou casas com paredes e assoalhos em madeira.

Isso ocorre pela facilidade do homem adquirir a madeira para construção das suas casas com baixo custo e geralmente a mão de obra é feita pelo sistema compadril ou vizinhança comunitária na relação de troca de diárias e serviços.

As coberturas, geralmente de alumínio, se dão pelo fato de o caboclo amazonense viver em função da convivência com o ambiente natural em que vive. "*Se de repente um temporal arranca as folhas de alumínio do telhado, imediatamente se "prega" no lugar, e também quando fura um buraco "remendamos",* diz um morador.

Nas Figuras 6.42 a 6.45 mostram-se fotos de edificações existentes na área do entorno do empreendimento.

Figura 6.42 – Vista de edificação (residência) existente no entorno do empreendimento.

Figura 6.43 – Detalhe de edificação existente no entorno do empreendimento.

Figura 6.44 – Escola Municipal situada no entorno do empreendimento.

Figura 6.45 – Fábrica de sabão situada na BR 174.

Comprovou-se que 19% das edificações possuem apenas 1 pessoa por casa, denominada, geralmente, como caseiro (pessoa que toma conta da propriedade); 10% das moradias têm 2 pessoas; 42% das famílias possuem 3 pessoas, geralmente, mulher, marido e 1 filho; 5% contam com 4 pessoas por edificação; 19% das moradias contam com 5 pessoas; e apenas 5% das casas possuem 7 pessoas (Figura 6.46).

Um dado bastante significativo no diagnóstico relaciona-se ao tempo de residência das pessoas no local: 60% das pessoas moram no local de 0 a 5 anos; 10%, de 11 a 15 anos; 15%; de 10 a 20 anos; 5% de 31 a 35 anos; e 5% são de pessoas que estão morando temporariamente, geralmente por motivo de trabalho (Figura 6.47).

Na Figura 6.48, apresentam-se informações sobre as principais fontes de renda da população residente no entorno da área do futuro aterro sanitário.

A economia da comunidade do entorno do futuro aterro sanitário de Manaus baseia-se em: 23% de empregos vinculados a salários fixos; 14% na produção de carvão; 13% em extração madeireira; e demais, com 50%, divididos em pequenos estabelecimentos comerciais locais, produção de artesanato, agricultura familiar, ganho de diárias em serviços braçais, aposentadorias ou como caseiro (Figura 6.48).

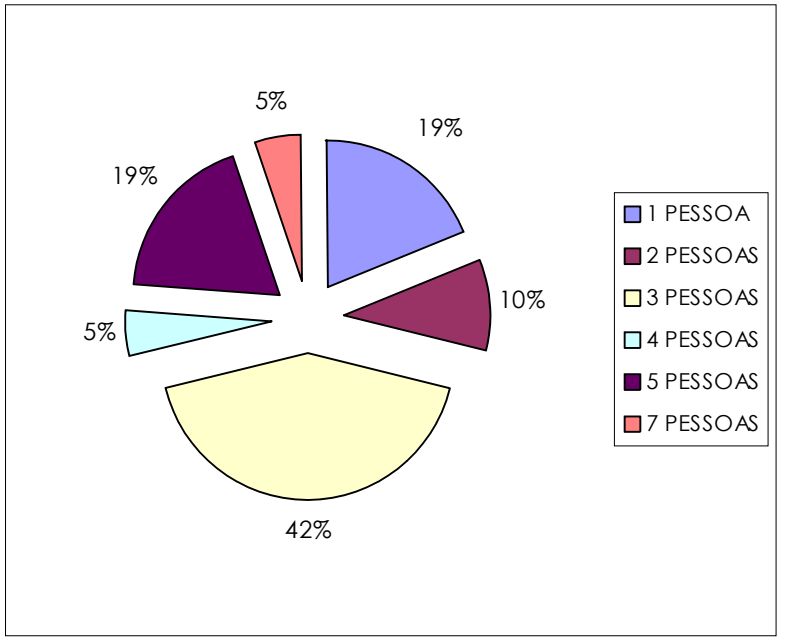



Figura 6.46 – Número de pessoas por família no entorno do futuro aterro sanitário.

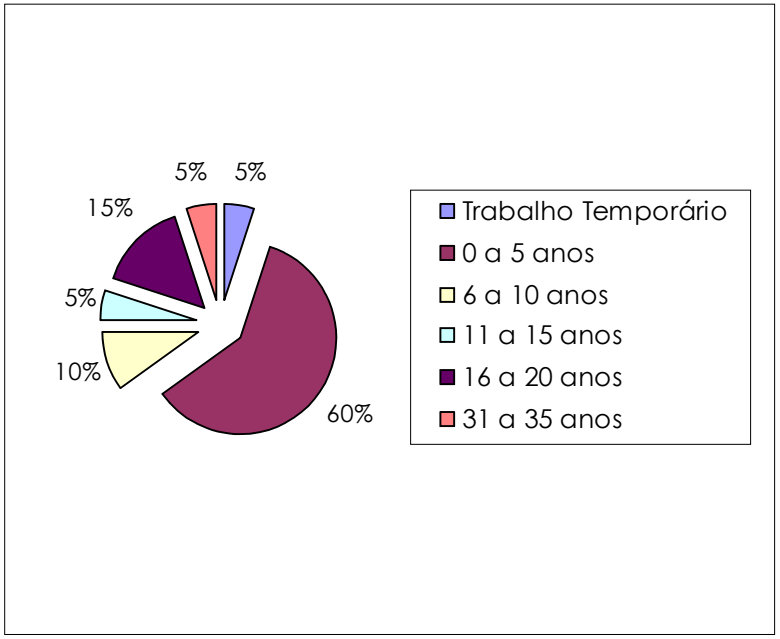



Figura 6.47 – Tempo de residência no entorno da área do futuro aterro sanitário.

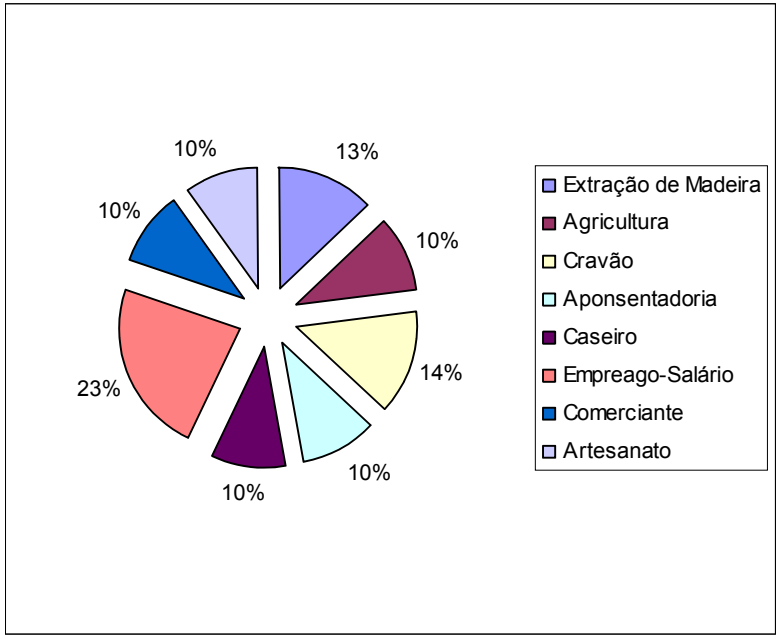



Figura 6.48 – Principais fontes de renda dos moradores do entorno do futuro aterro.

As culturas mais cultivadas na área são: fruteiras (57 %), mandioca (24 %) e verduras (19%), como consta na Figura 6.49.

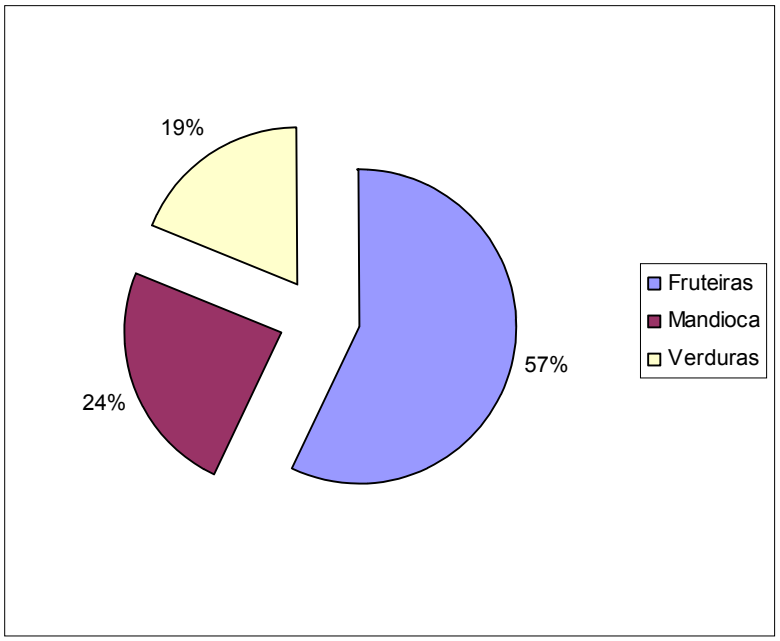



Figura 6.49 – Plantios na área do entorno do futuro aterro sanitário.

Analisando-se a Figura 6.49, observa-se que 57% dos moradores do local vivem da coleta de frutas, em grande parte apenas para a sobrevivência da própria família e em outros casos aproveitando o excesso para vender nas margens de estradas, em pequenas bancas, ou para atravessadores de Manaus. Isso, em muitas famílias, garante seu sustento ou o "rancho" (cesta básica) do mês. Vale ressaltar, também, que 24% das famílias vivem do plantio de mandioca, produto usado para fazer a farinha d'água (chamada de *farinha amarela*), que é utilizada para comer com peixe. A mandioca também é usada para tirar o tucupi, soro amarelo usado no preparo do tacacá, muito apreciado pelos amazonenses; 19% das famílias vivem da produção de verduras, geralmente vendidas diretamente aos feirantes.

Quando foi perguntado de que forma os moradores utilizam os animais, 81% disseram que não utilizam ou não consomem os animais da floresta e 19% disseram que consomem, mas só para a sua própria subsistência e não para a venda (Figura 6.50). Porém, quando se perguntou se eles observavam que os animais estão diminuindo, 66% responderam que sim, 29% disseram que não e 5% disseram que não sabiam estimar (Figura 6.51).

As causas atribuídas à diminuição do número de animais da área, segundo os moradores, estão indicadas na Figura 6.52.

Os tipos de exploração realizados na área estão indicados na Figura 6.53, constatando-se que: 51% são de areia; 24% são de carvão; 10% são de madeira de lei; 10% são de pau de escora; e 5% de exploração de barro para produção de tijolos.

Investigou-se, também, há quanto tempo esses tipos de exploração acontecem na área: 95% disseram que há mais de 10 anos e apenas 5% responderam que há mais de 15 anos (Figura 6.54).

Perguntados sobre quais os tipos de madeira encontrados na área, os moradores responderam: sucuba, lôro, itaúba, jatobá (com maior incidência, 17%), piquiá, pau-darco, aquariquara, cedrinho, pau-rosa, castanha-sapucaia, aquariquara, angelim, madeira branca (pau-de-escora), marupá, maçaranduba, paracanaúba, patauá e cupiúba (Figura 6.55).

Quanto à razão da exploração desses tipos de madeira, os moradores responderam: 37% são para queima e produção de carvão; 19% são para venda em toras, pranchas ou outras formas, geralmente para as serrarias de pequeno e médio porte; 10% são para produção de artesanatos, de mesas e cadeiras do tipo móveis rústicos (Figura 6.56).

Em termos do uso de energia, verificou-se que 66% das residências usam iluminação pública, 19% utilizam gerador próprio, 10% usam lamparina e 5% utilizam lampião (Figura 6.57).

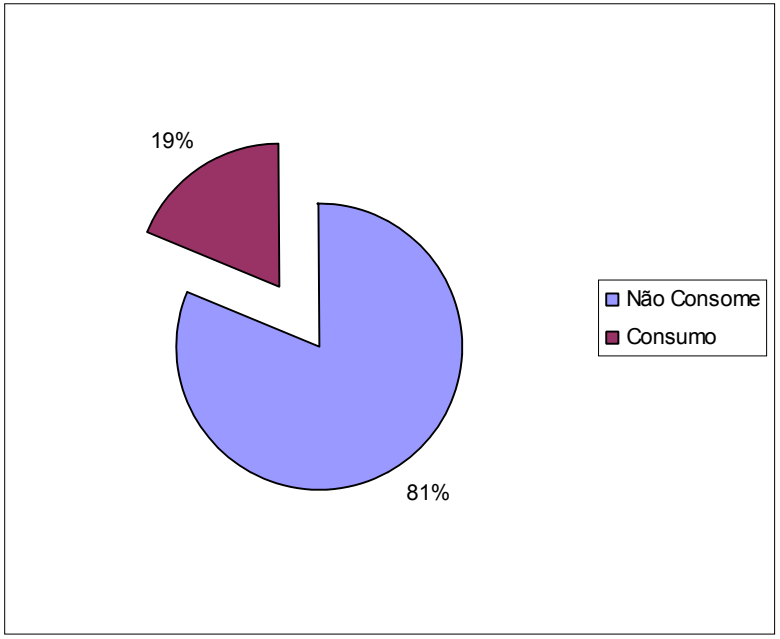



Figura 6.50 – Utilização dos animais pelos moradores do entorno do futuro aterro.

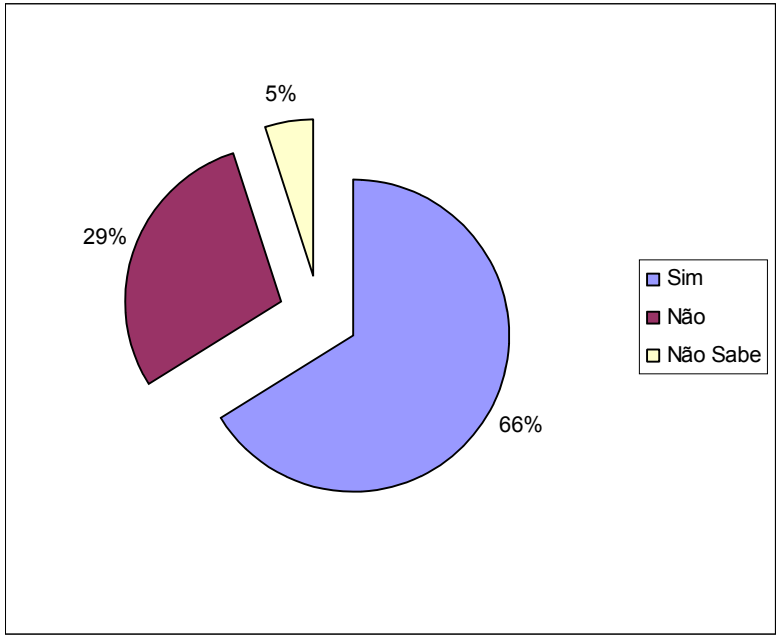



Figura 6.51 – Opinião dos moradores sobre a diminuição do número de animais.

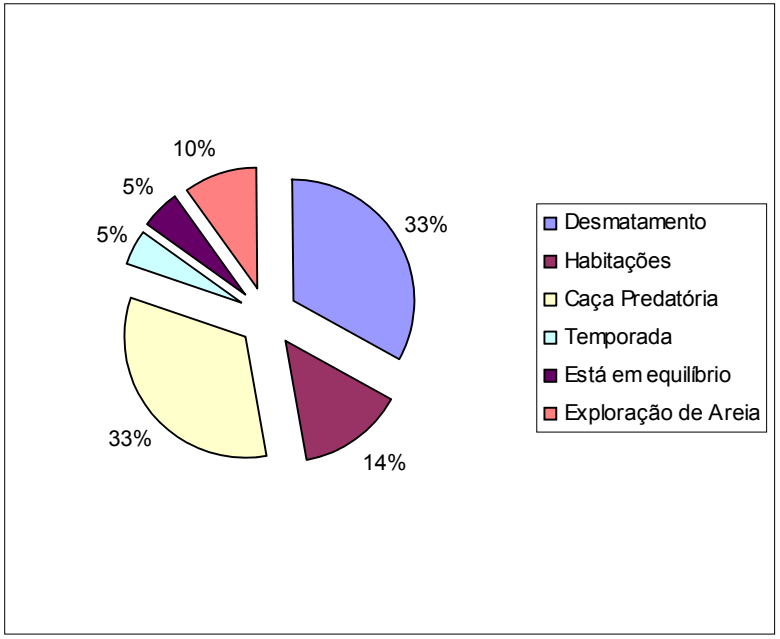



Figura 6.52 – Causas da diminuição de animais, segundo os moradores do entorno do aterro.

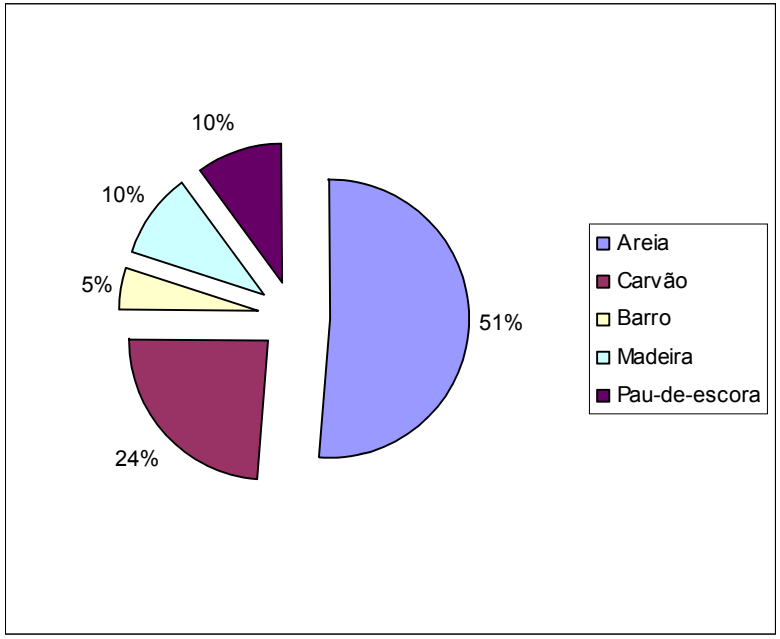



Figura 6.53 – Tipos de exploração na área do entorno do futuro aterro sanitário.

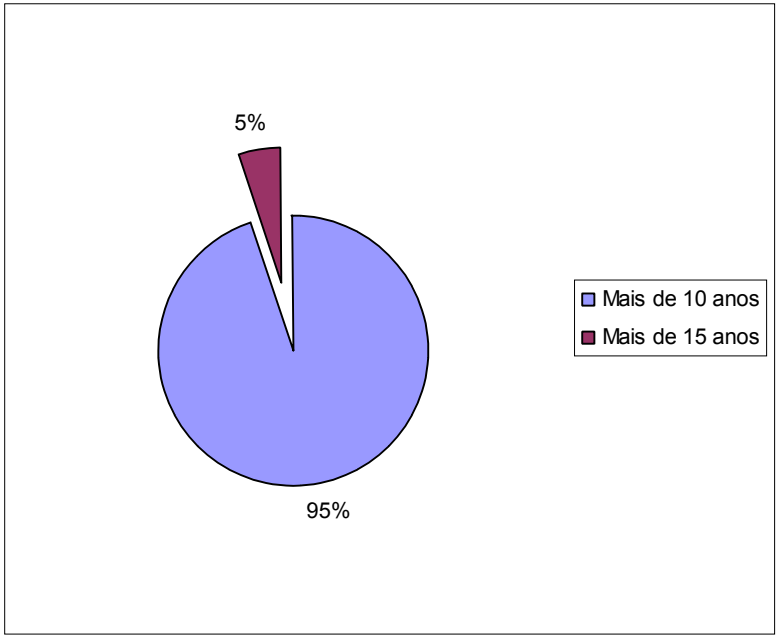



Figura 6.54 – Tempo de exploração da área, segundo os moradores do entorno do aterro.

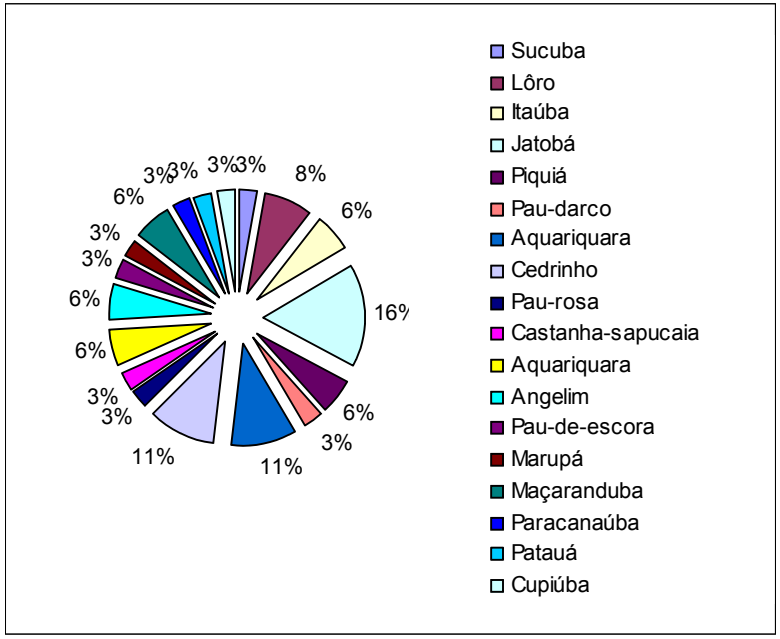



Figura 6.55 – Principais tipos de madeira na área do entorno do aterro, segundo os moradores.

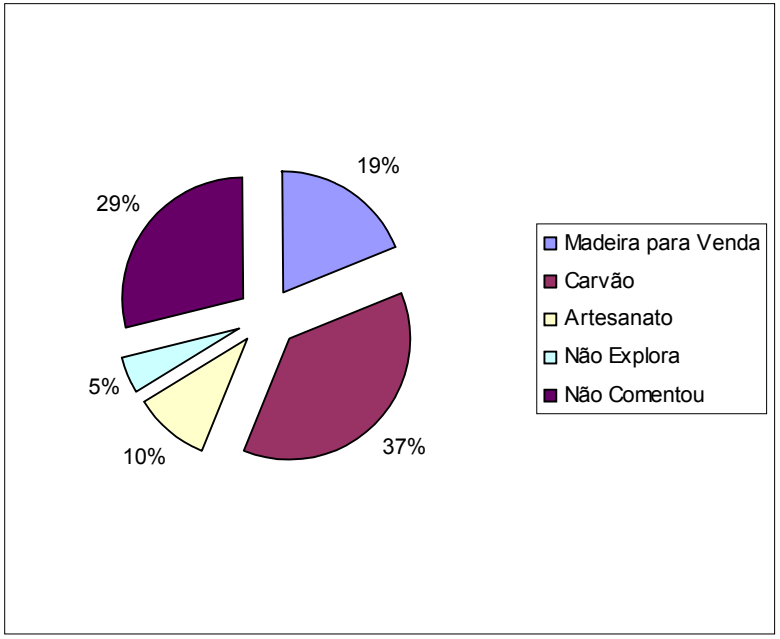



Figura 6.56 – Finalidades da exploração da madeira, de acordo com os proprietários.

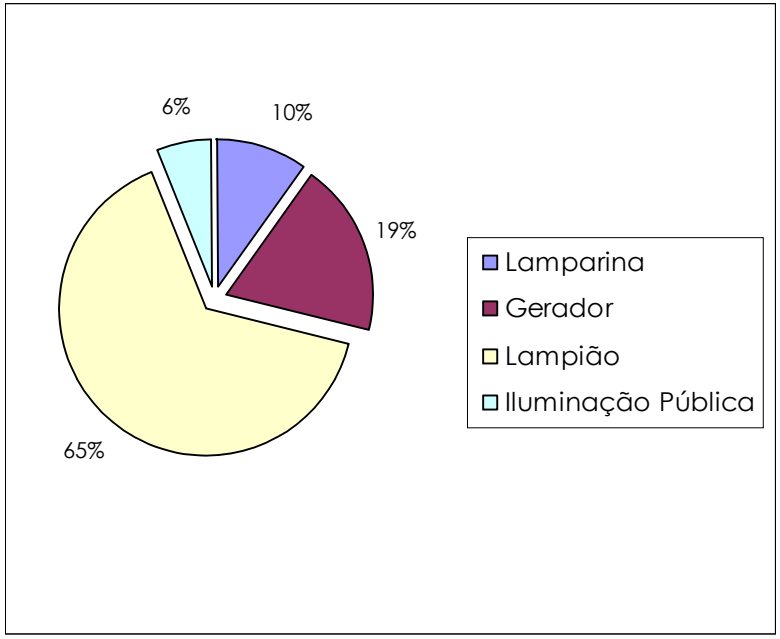



Figura 6.57 – Tipos de usos de energia pelo moradores da área do entorno do aterro.

6.8.7.3 Aspectos Sócio-Ambientais

De acordo com os resultados da pesquisa, em 71% das edificações os dejetos são destinados a fossas secas; 14% da população enterra os dejetos; 10% depositam a céu aberto; e 5% têm um banheiro com vaso (Figura 6.58).

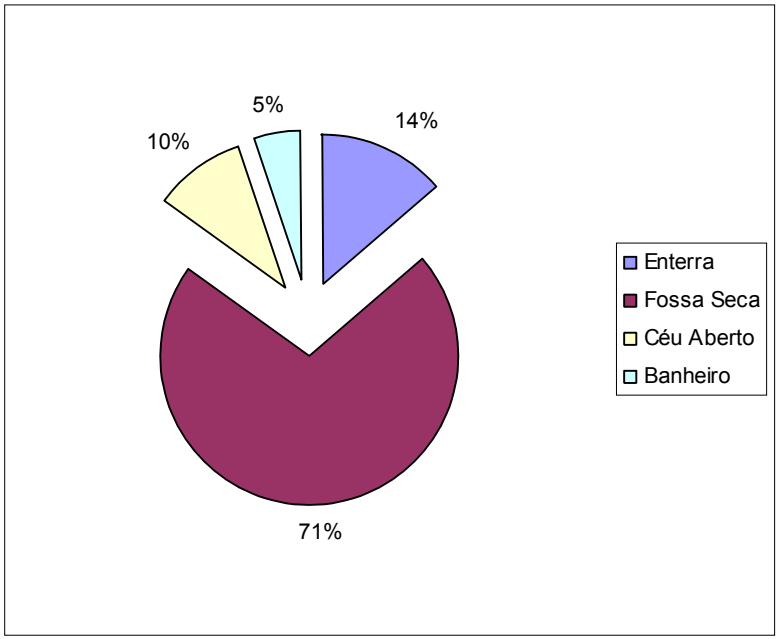



Figura 6.58 – Destino dos dejetos na área do entorno do empreendimento.

Quanto aos resíduos sólidos, a pesquisa revelou que: 67% das famílias queimam o lixo; 19% dos resíduos são jogados a céu aberto; e 14% são enterrados (Figura 6.59).

Com relação ao abastecimento de água, constatou-se que: 61% usam água captada em poços tubulares; 24% captam em igarapés; 10% usam água de cacimbas; e 5% utilizam água de chuva (Figura 6.60).

Observou-se que há uma divisão de usos. Para os grupos familiares que ficam à margem da BR 174, é comum a utilização de poços tubulares. Já os que ficam nos ramais da estrada, dependendo da proximidade dos igarapés e córregos, preferem usar a água desses mananciais, pois afirmam que "é mais saudável".

Quanto ao tipo de armazenamento de água adotado pela comunidade: 80% das pessoas afirmaram que armazenam a água em caixas d'água; 5% disseram que armazenam em baldes; 5% em garrafas pet; e 10% afirmaram que não armazenam, por não haver necessidade, por estarem nas proximidades de igarapés. Pelo fato de haver alta pluviosidade no Estado, existe a

prática de captação de água de chuva, que é usada para lavar roupa, tomar banho e até fazer a higienização da casa, porém, esta água não é utilizada, geralmente, na alimentação (Figura 6.61).

Com relação ao tipo de tratamento que é dado à água para consumo humano: 86% usam a água sem qualquer tratamento; 14 % utilizam filtros (Figura 6.62).

Os animais mais encontrados na área são: aves - aracuã, japiim, papagaio, bem-te-vi, pipira, periquito, arara, curica, tucano, gavião, andorinha, patativa, rolinha, beija-flor, pica-pau, bico-de-brasa, curió, juriti, sabiá e jacu; peixes – traíra, poraquê, matrinxã, acará, tucunaré, tambaqui, jacundá, jatuarana, mandim, matapiri, tilápia e princesa (peixe ornamental); répteis – tracajá, camaleão, jacuraru, jacaré, tartaruga, cobras surucucu, jibóia e jararaca; e anfíbios – sapos, rã e perereca. Na Figura 6.63, estão indicadas as áreas onde são encontrados animais, de acordo com os moradores: 43% em mata fechada; 24% próximos às edificações; 19% próximos ao rio; e 14% em áreas de capoeira, no caso dos mamíferos, répteis e anfíbios.

Perguntados sobre a freqüência com que esses animais são visualizados, 57% dos entrevistados responderam que eles são vistos diariamente e 43% disseram que isso ocorre semanalmente (Figura 6.64).

Quanto ao período em que os animais são vistos, 69% das pessoas disseram que os animais são visualizados no período do dia e 31% disseram que são no período da noite. Isso depende dos hábitos e costumes de cada animal (Figura 6.65).

Indagados se usam os animais como alimento, 81 % dos entrevistados responderam que não e o restante disse que sim, mas apenas por uma questão de sobrevivência (Figura 6.66).

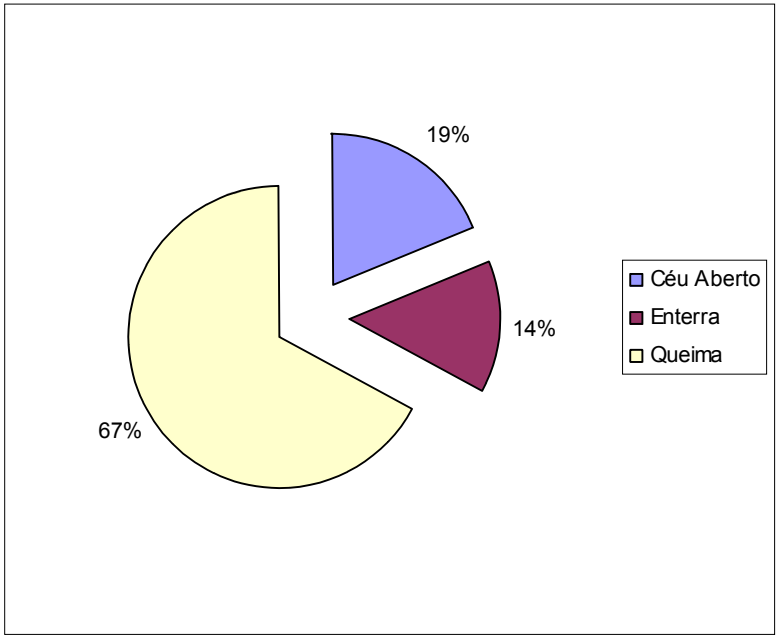



Figura 6.59 – Destino dos resíduos no entorno do empreendimento.

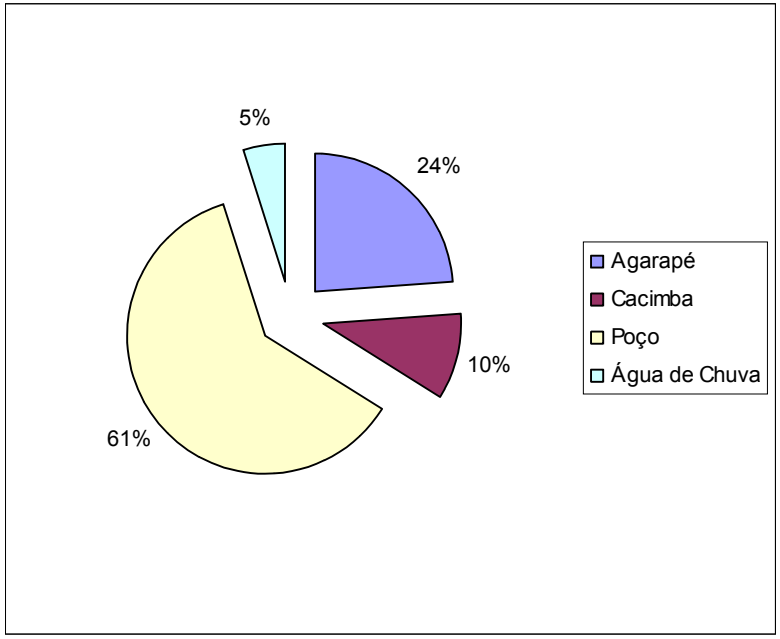



Figura 6.60 – Fontes de água da população do entorno do empreendimento.

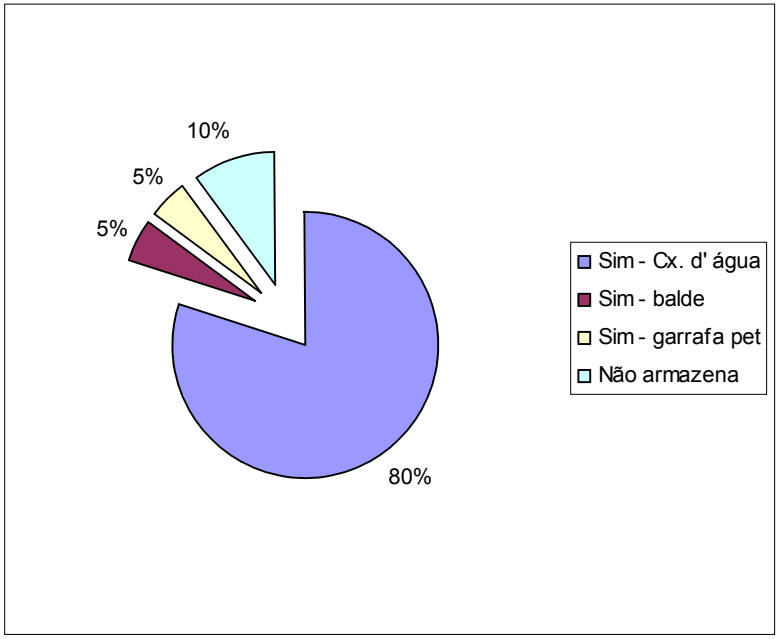



Figura 6.61 – Tipo de armazenamento de água no entorno do empreendimento

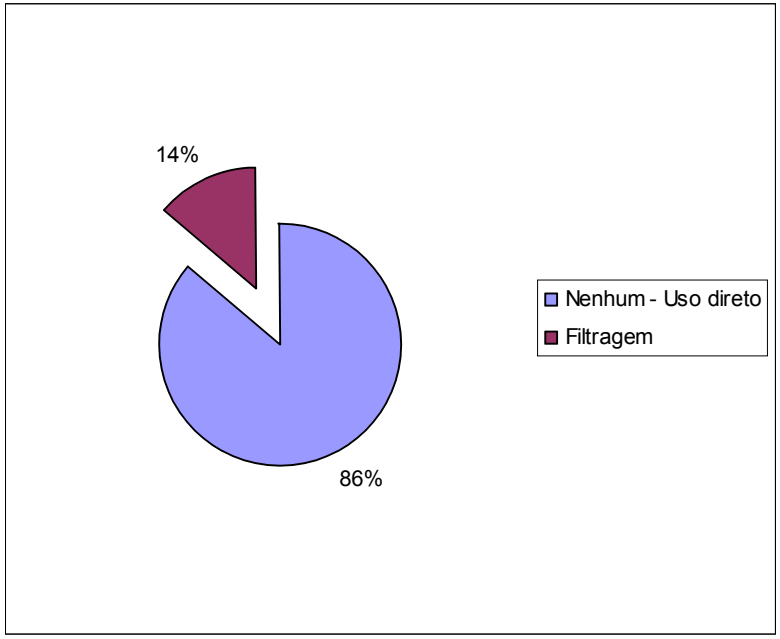



Figura 6.2 – Tipo de tratamento da água usada pela população pesquisada.

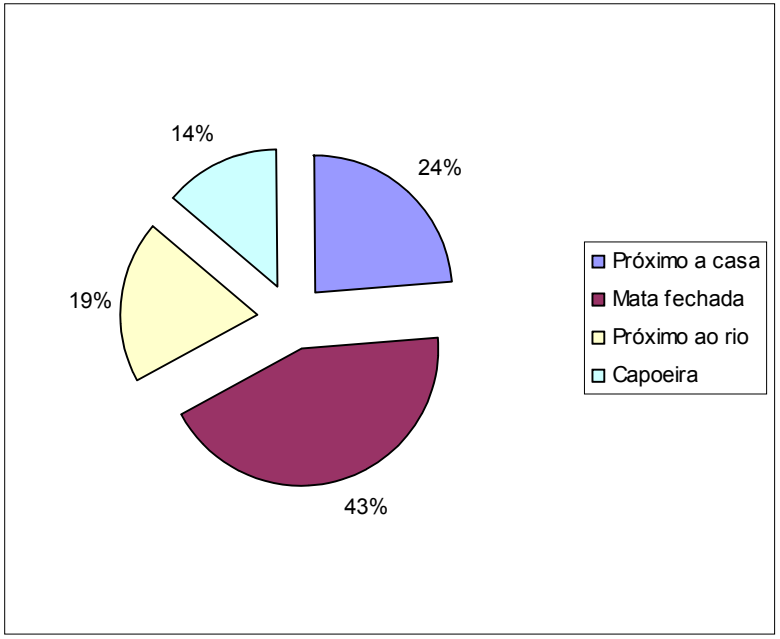



Figura 6.63 – Locais onde são encontrados animais no entorno do empreendimento.

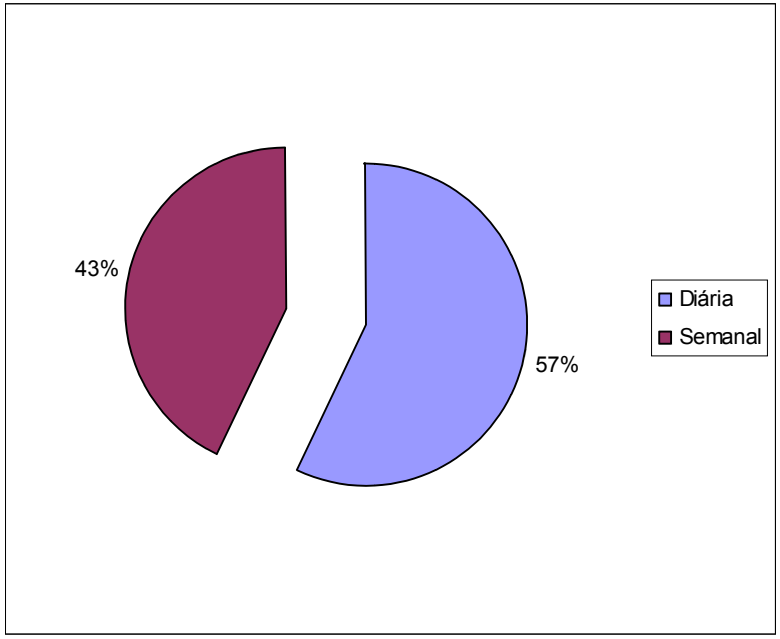



Figura 6.64 – Freqüência com que animais são visualizados na área do empreendimento.

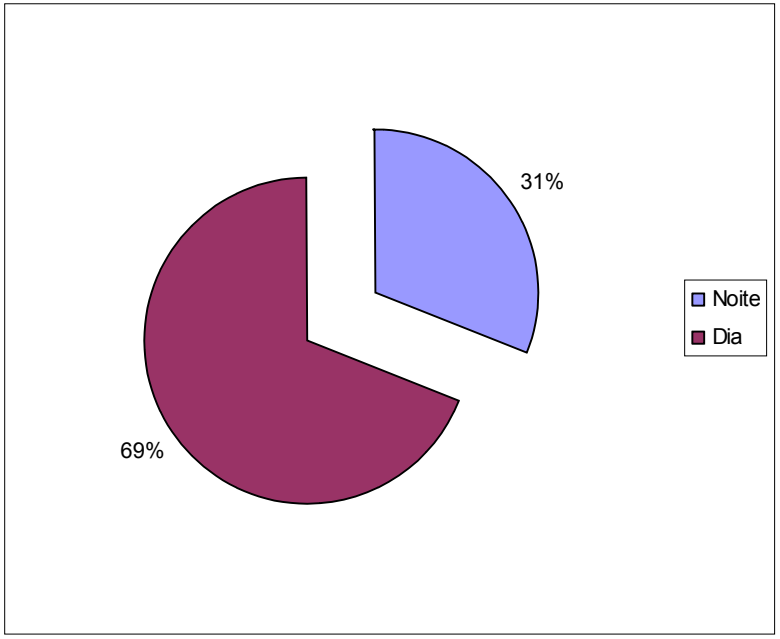



Figura 6.65 – Períodos em que os animais são vistos na área do empreendimento.

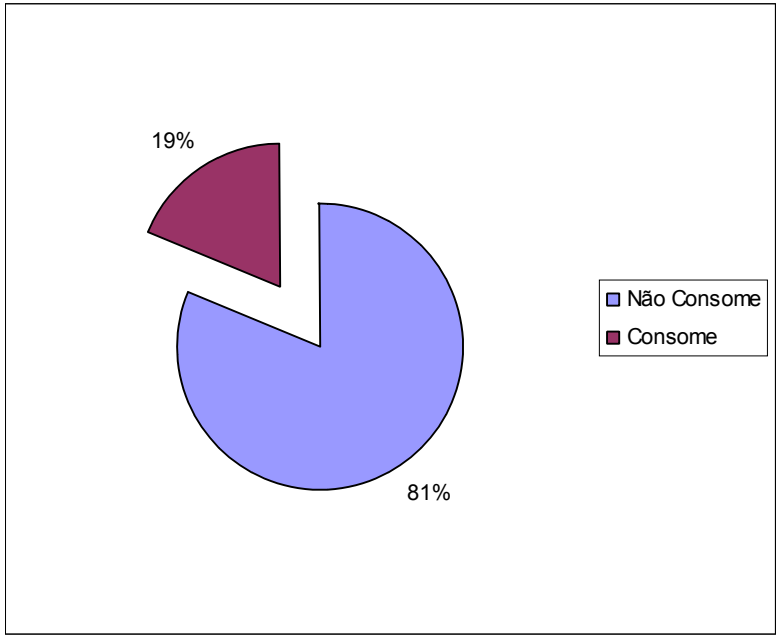



Figura 6.66 – Utilização dos animais como alimento, no entorno do empreendimento.

Os moradores foram questionados sobre a diminuição do número de animais na área, tendo 66% respondido que há redução da quantidade de animais nos arredores; 29%

disseram que isso não acontece; e 5% responderam que não sabem (Figura 6.67).

Indagados sobre as causas da diminuição de animais na área: 28% das pessoas entrevistadas responderam que a maior causa é a caça predatória; 24% disseram que é o desmatamento; 19% indicaram a exploração de areia; 14% apontaram as habitações como causa; 5% dos entrevistados consideram que não existe diminuição (Figura 6.68).

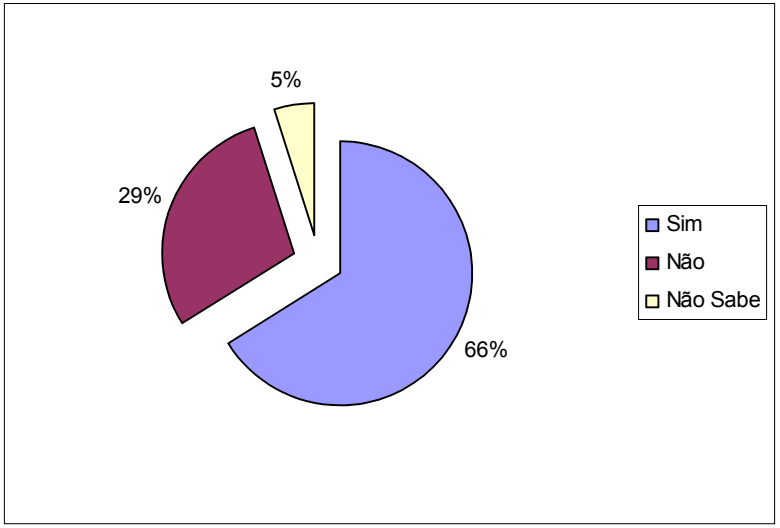



Figura 6.67 – Diminuição de animais na área, na percepção dos entrevistados.

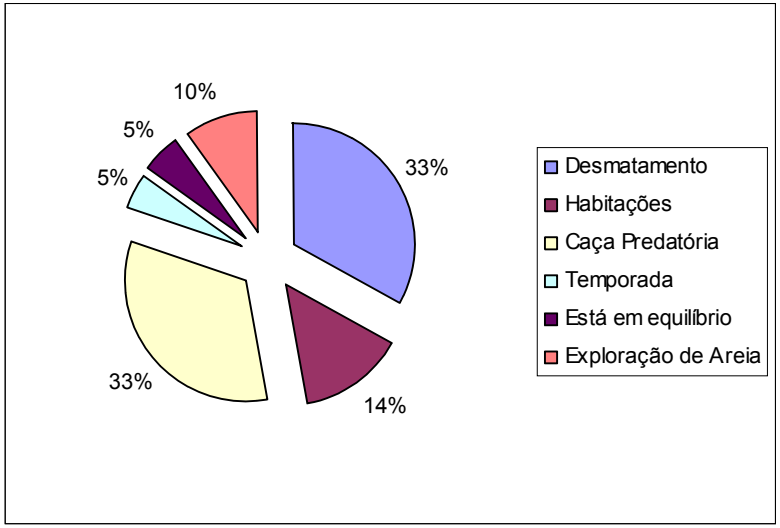



Figura 6.68 – Causas de diminuição de animais, segundo os entrevistados.

6.8.7.4. Estudo Arqueológico no terreno localizado no ramal do Itaúba/BR 174 – Manaus – AM

O estudo arqueológico realizado na área do futuro empreendimento encontra-se no Anexo I.

# *Principais Impactos Ambientais*

# 7. PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS

## 7.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

De acordo com a Norma NBR 8.419/84, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), aterro sanitário é uma "técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar resíduos sólidos, na menor área possível, e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou intervalos menores se for necessário".

A ABNT considera o aterro sanitário como uma técnica de engenharia que não deve causar riscos à saúde pública e que deve causar o mínimo de impactos ambientais possíveis.

Assim, devem ser identificados e avaliados os possíveis impactos do aterro sanitário, nas fases de projeto, implantação e operação, de forma que sejam propostas medidas mitigadoras para os mesmos, visando diminuir suas conseqüências negativas e aumentar os seus benefícios.

Alguns impactos ambientais que podem ocorrer na implantação e operação de um aterro sanitário são:

- Remoção da vegetação, resultando em: danos à flora; erosão do solo e o conseqüente carreamento de material para os recursos hídricos (assoreamento).
- Danos à fauna.
- Movimentos de terra (escavações e aterros), incrementando a erosão do solo.
- Alterações na drenagem natural das águas superficiais.
- Desfiguração da paisagem original.

- Aumento na circulação de veículos e máquinas pesadas nas vias de acesso à área; riscos de acidentes com pedestres e veículos.
- Possível emissão de maus odores.
- Possível proliferação de insetos e ratos.
- Atração de aves; riscos ao tráfego aéreo.
- Emissão de ruídos.
- Produção de gases (principalmente, metano e gás carbônico, responsáveis pelo aquecimento global).
- Riscos de incêndios e explosões.
- Geração de lixiviado (percolado + chorume).
- Riscos de poluição de águas superficiais e subterrâneas.
- Possível presença de catadores.
- Desvalorização das áreas do entorno do aterro.
- Possíveis mudanças no uso e ocupação do solo dos terrenos vizinhos.

Estes e outros possíveis impactos ambientais devem ser identificados e avaliados, nas diversas fases do empreendimento, para que sejam propostas medidas de controle dos mesmos, visando evitá-los ou minimizá-los.

Na região amazônica, devido às peculiaridades das características da flora, da fauna, do solo e dos recursos hídricos, entre outras, a identificação e a avaliação de impactos se tornam ainda mais importantes.

**7.2. PRINCIPAIS IMPACTOS DO EMPREENDIMENTO**

Os principais impactos negativos que poderão resultar da implantação e operação do Aterro Sanitário de Manaus são:

a) Desmatamento de extensas áreas, para execução das células do aterro e implantação dos equipamentos de apoio (balança, administração, canteiro de obras). Com o desmatamento, será afetada a flora do local e a fauna presente na mesma. O descobrimento do solo contribuirá para o aumento do processo de erosão do solo, resultando no arraste do mesmo para as partes mais baixas, podendo causar o assoreamento dos recursos hídricos existentes na área (riacho e Igarapé Leão).

b) Movimentos de terra (escavações e aterros) durante a preparação das valas para recebimento dos resíduos e na retirada de material para cobertura dos mesmos. Essas atividades resultarão, além do desmatamento, no incremento da erosão do solo e o conseqüente assoreamento dos recursos hídricos, bem como na alteração da drenagem natural das águas do escoamento superficial. Com a execução das células acima do terreno natural, ocorrerá uma grande elevação do nível no local do aterro, com repercussão na drenagem das águas.

c) Alteração da paisagem. A paisagem natural da área será substituída pelos resíduos compactados e cobertos, formando uma elevação no terreno, mudando significativamente o aspecto do local. Esse impacto pode ser minimizado por meio de medidas de recuperação da área, após a sua utilização, incluindo um tratamento paisagístico do local.

d) Implantação do sistema viário interno. Na execução das vias internas de acesso e de circulação na área do aterro ocorrerão impactos ambientais, tais como: desmatamento; danos à fauna; impermeabilização e erosão do solo; alterações no escoamento natural das águas.

e) Produção de lixiviado. As águas da precipitação pluviométrica que atravessarão o aterro, mais o chorume resultante da decomposição dos resíduos comporão o lixiviado, o qual, se não bem controlado, poderá resultar na poluição dos mananciais superficiais e subterrâneos. As medidas previstas para controle do lixiviado – impermeabilização do fundo do aterro, coleta e tratamento, afastamento dos cursos de água e do lençol freático -, contribuirão para minimizar ou evitar esse impacto.

f) Produção de gases. A decomposição dos resíduos resultará na geração de gases, principalmente metano e dióxido de carbono, os quais serão drenados e lançados na atmosfera, contribuindo para o aquecimento global. O aproveitamento futuro desses gases, dentro de uma programa de crédito carbono, resultará em benefícios para o empreendimento.

Tabela 7.1 – Principais Impactos Negativos do Empreendimento, suas Conseqüências e Medidas de Controle

| PRINCIPAIS IMPACTOS | CONSEQUÊNCIAS | MEDIDAS DE CONTROLE |
|---|---|---|
| Desmatamento de extensas áreas | • Danos à vegetação<br>• Danos à fauna<br>• Erosão do solo<br>• Assoreamento de recursos hídricos | • Área de reserva legal. Compensação para a área utilizada.<br>• Desmatamento gradativo, sem expor grandes áreas.<br>• Preservação de faixa às margens do riacho, com 30 (trinta) metros de largura.<br>• Faixa de isolamento do aterro, com vegetação, em torno de toda a área. |
| Movimentos de terra (escavações e aterros) | • Alterações no relevo do terreno.<br>• Erosão do solo<br>• Assoreamento de recursos hídricos<br>• Empoçamento de água<br>• Alterações na drenagem das águas superficiais<br>• Modificações na paisagem | • Desmatamento gradual, sem expor grandes áreas.<br>• Ações de recuperação de áreas degradadas.<br>• Implantação de sistemas de drenagem das águas superficiais e sub-superficiais.<br>• Recomposição paisagística. |
| Alterações na paisagem | Substituição da paisagem natural pelo aterro | • Área de reserva legal totalmente preservada.<br>• Ações de recuperação de áreas degradadas.<br>• Preservação de faixa às margens do riacho, com 30 (trinta) metros de largura.<br>• Faixa de isolamento do aterro, com vegetação, em torno de toda a área.<br>• Recomposição paisagística após o encerramento do aterro sanitário. |

Tabela 7.1 – Principais Impactos Negativos do Empreendimento, suas Conseqüências e Medidas de Controle (Continuação)

| PRINCIPAIS IMPACTOS | CONSEQUÊNCIAS | MEDIDAS DE CONTROLE |
|---|---|---|
| Implantação do sistema viário interno | • Desmatamento; danos à flora e à fauna<br>• Mudanças no relevo<br>• Erosão do rolo / Assoreamento de recursos hídricos<br>• Impermeabilização do solo.<br>• Alteraçõe no escoamento natural das águas | • Desmatamento estritamente nas áreas necessárias.<br>• Recuperação das áreas de empréstimo.<br>• Execução de sistemas de drenagem de águas pluviais (drenos, bueiros, etc.)<br>• Execução de pavimento permeável. |
| Produção de lixiviado (chorume) | • Poluição das águas superficiais e subterrâneas<br>• Danos à fauna aquática | • Impermeabilização do fundo do aterro.<br>• Execução de dique para proteção do riacho.<br>• Faixa de proteção com 30 (trinta) metros, nas margens do riacho.<br>• Coleta e tratamento do lixiviado. |
| Produção de gases | • Contribuição para o aquecimento global<br>• Riscos de incêndios e explosões. | • Implantação de sistema de drenagem dos gases.<br>• Queima dos gases.<br>• Aproveitamento futuro dos gases para geração de energia. |
| Possíveis odores desagradáveis e proliferação de insetos e ratos | • Odores desagradáveis<br>• Presença de insetos e ratos<br>• Transmissão de doenças | |

A implantação do aterro sanitário de Manaus resultará em muitos impactos positivos, pois o mesmo, de acordo com o projeto executivo, deverá ser executado e operado observando todas as recomendações técnicas para um empreendimento deste tipo.

Entre os principais impactos positivos do empreendimento, podem ser destacados:

a) Recuperação das áreas degradadas existentes. A ação antrópica já realizou desmatamentos e retiradas de materiais (areia) no local onde será implantado o empreendimento, ocasionando a degradação de algumas áreas, como comentado no item 2.4. É prevista a recuperação dessas áreas, na parte que não será ocupada pelo aterro, devendo as mesmas passarem a integrar a reserva legal. Com a recuperação, será recomposta a flora, com impactos benéficos na fauna, no solo e nos recursos hídricos.

b) Preservação da área de reserva legal. Uma extensa área será preservada como reserva legal (80 % de toda a área de 260 ha), passando a integrar o patrimônio público. Isso resultará em muitos benefícios à flora e fauna, ao solo e aos recursos hídricos situados na área.

c) Desativação do lixão atual. O fechamento e recuperação do atual depósito de resíduos sólidos, que opera em condições ambientais precárias, significará muitos benefícios do ponto de vista social, sanitário e cultural. A área deverá ser recuperada incluindo: coleta e tratamento do lixiviado; drenagem dos gases; cobertura do material exposto; recomposição paisagística; projeto para utilização da área; e outras ações de controle. Com a desativação e recuperação da área, serão minimizados ou evitados os problemas existentes atualmente: aspecto estético desagradável; proliferação de insetos e roedores; riscos de incêndios e explosões; problemas sanitários para os operadores e residentes na vizinhança, entre outros.

d) Execução do novo aterro. O aterro sanitário proposto deverá incorporar tecnologia adequada para a destinação dos resíduos sólidos, incluindo a compactação e recobrimento do lixo, a coleta e tratamento do lixiviado, a drenagem dos gases, entre outras medidas. Os técnicos municipais serão capacitados em novas tecnologias de manuseio de resíduos sólidos, melhorando o padrão dos serviços prestados pela municipalidade.

e) Futuro aproveitamento dos gases. Há previsão de implantação futura de um sistema de aproveitamento dos gases drenados do aterro. Com isso, será minimizada a emissão de gases contribuidores do efeito estufa (metano e dióxido de carbono). O município poderá ser beneficiado por um programa de crédito carbono, envolvendo o aproveitamento dos gases gerados no aterro.

f) Implantação de atividades complementares de limpeza. Além da execução do aterro sanitário, deverão ser executadas outras atividades, compreendendo: coleta seletiva, reciclagem de resíduos, compostagem, aproveitamento de resíduos da construção civil, e outras. Essas atividades resultarão em benefícios sociais, sanitários e econômicos para a comunidade em geral.

# 8. QUALIDADE AMBIENTAL FUTURA

A implantação do aterro sanitário provocará mudanças na sua área de influência, decorrentes da execução das células, das instalações de apoio, das vias de acesso, da obtenção de material de empréstimo, entre outras.

De acordo com o projeto executivo do aterro sanitário, serão ocupados 50,2 ha da área total de 260,0 ha, restando 209,8 ha a serem preservados como área de reserva legal, de acordo com a Lei Federal nº 4.777/65 e legislação complementar.

As modificações ocorrerão, principalmente, na área de 50,20 ha, mas poderão ser minimizadas desde que sejam adotadas as medidas mitigadoras propostas no Estudo Prévio de Impacto Ambiental e neste Relatório de Impacto Ambiental.

Obviamente, a execução de um aterro sanitário, assim como outros empreendimentos, provoca mudanças em sua área de influência. O objetivo maior da avaliação de impactos ambientais é identificar essas alterações e propor ações a serem desenvolvidas para minimizá-las ou evitá-las.

Várias medidas mitigadoras foram propostas no EPIA / RIMA, de modo a garantir uma qualidade ambiental satisfatória durante a execução e após o encerramento do aterro sanitário.

Na fase de execução, foram propostas medidas como: execução do aterro observando todos os cuidados técnicos ambientais necessários (compactação dos resíduos, recobrimento, etc.); impermeabilização do fundo das células de disposição do lixo; coleta e tratamento do lixiviado; drenagem, coleta e tratamento dos gases; afastamento adequado e proteção do pequeno curso de água que corta a área; recuperação das áreas degradadas existentes e que resultarão da execução do aterro (jazidas); cinturão verde em volta de toda a área do aterro.

Após o encerramento do aterro, deverá ser feito o recobrimento com uma camada de terra com espessura adequada e promovido o tratamento paisagístico do local, integrando-o ao ambiente natural do entorno.

A preservação de uma área de reserva legal, com cerca de 210 hectares, resultará em benefícios para a flora e a fauna, bem como para a proteção do solo, da drenagem natural das águas superficiais e da recarga dos aqüíferos.

A desativação do atual depósito de resíduos sólidos, seguida da recuperação da área, também constitui uma medida importante para a qualidade ambiental futura do local, que poderá ter usos adequados, integrando-se ao ambiente vizinho.

Uma alternativa que poderia ser considerada seria a não execução do empreendimento. No entanto, uma cidade do porte de Manaus não pode prescindir de um aterro sanitário como destino final de seus resíduos sólidos.

Assim, esta alternativa foi descartada, optando-se por executar o aterro em área onde os impactos fossem mínimos possíveis e observando toda uma tecnologia ambiental para empreendimentos deste tipo.

# *Medidas Mitigadoras de Impactos*

# 9. MEDIDAS MITIGADORAS DE IMPACTOS

## 9.1. CONTROLE DURANTE AS OBRAS / CANTEIRO DE OBRAS

Durante a execução das vias de acesso, externas e internas à área do aterro sanitário, bem como das instalações complementares ao mesmo, haverá necessidade de que sejam oferecidas aos trabalhadores as condições adequadas de alojamento, de abastecimento de água, de afastamento dos resíduos sólidos e líquidos, de convivência, entre outras.

As medidas de controle a serem adotadas em relação ao canteiro de obras devem compreender ações nas fases de sua instalação, funcionamento e desmobilização.

Na escolha do local para o canteiro de obras deverá ser observado o seguinte:

- Devem ser evitados terrenos com topografia acidentada, situados em áreas marginais aos recursos hídricos (faixas de proteção) ou em locais onde haja necessidade de intenso desmatamento. Deve-se dar preferência aos terrenos onde já tenha havido modificações pela ação antrópica.

- Deve ser escolhida área onde seja necessária a remoção mínima possível da vegetação, que deverá ficar restrita ao que for realmente preciso para a implantação das instalações. Deve ser dada preferência aos locais onde já tenha havido modificações pela ação antrópica.

- Deve ser escolhida área onde sejam necessários mínimos movimentos de terra (escavações e aterros).

- No local do canteiro de obras o lençol freático deve ter profundidade suficiente para a execução de sistemas tipo fossa – sumidouro, sem que haja comprometimento da qualidade da água subterrânea.

A instalação do canteiro de obras deve ser feita de modo que sejam garantidas as condições de segurança, saneamento, higiene e conforto das pessoas envolvidas na implantação do empreendimento e de suas obras complementares.

O canteiro de obras deve ser instalado contando com:

- abastecimento de água potável;
- instalações sanitárias.
- depósitos para acondicionamento do lixo;
- vestiários;
- alojamentos;
- pequeno ambulatório;
- locais de refeições;
- cozinha;
- área de convivência / lazer

Deverão ser observadas as normas de segurança contra incêndio e explosões, devendo as áreas de estocagem de combustíveis e óleos lubrificantes ser adequadamente isoladas.

Os resíduos sólidos produzidos no canteiro de obras serão armazenados em depósitos apropriados e encaminhados para o local de destino final da cidade mais próxima.

Os esgotos domésticos das instalações sanitárias deverão ser coletados e destinados a sistema de tratamento e infiltração no solo, tipo fossa – sumidouro, observando, na sua execução, os requisitos definidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 7229/93.

Os acessos ao canteiro de obras deverão ser pavimentados com material apropriado de revestimento secundário. Periodicamente, deverá ser feita a aspersão de água nos terrenos expostos.

Deve ser mantida vegetação próxima ao canteiro, a fim de isolá-lo de áreas vizinhas.

Na fase final de desmobilização do canteiro de obras, dever-se-á:

- Remover as instalações implantadas para o mesmo.

- Remover, do local, restos de materiais e equipamentos.
- Promover o aterramento de fossas e tanques.
- Realizar a regularização do terreno e recompor a drenagem superficial das águas.
- Efetuar a cobertura vegetal do terreno, a fim de protegê-la dos processos erosivos, promovendo-se a recomposição paisagística da área.

## 9.2. RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

As ações de recuperação das áreas degradadas serão desenvolvidas nos terrenos onde já se constatam alterações – desmatamentos, movimentos de terra, erosão -, e nos locais de retirada de material (jazidas) para utilização na cobertura dos resíduos.

Assim, o programa de recuperação de áreas degradadas deverá conter as ações necessárias para promover a recomposição e a recuperação das áreas alteradas ou afetadas pela atividade antrópica, antes e durante a execução do aterro sanitário.

Este programa deverá ter como objetivo principal promover a correta utilização das áreas que já estão degradadas ou serão usadas durante a implantação do aterro (jazidas), buscando-se a minimização da degradação desses locais e a garantia de sua recuperação, por meio de ações e medidas que deverão ser adotadas pelo empreendedor.

As operações de desmatamento, destocamento e limpeza serão executadas mecanicamente e/ou manualmente, com utilização de equipamentos adequados, complementados com o emprego de serviços manuais. A critério da administração do aterro, a madeira resultante do desmatamento será depositada e convenientemente arrumada para posterior utilização.

Nenhum movimento de terra será iniciado até que as operações de desmatamento, destocamento e limpeza das áreas de interesse estejam totalmente concluídas e liberadas pela administração do aterro.

Em resumo, o programa de recuperação das áreas degradadas deverá ser desenvolvido por meio das seguintes atividades:

- recondicionamento topográfico;
- recomposição e proteção do solo;
- sistemas de drenagem;
- sistema de controle de erosão;
- descompactação do solo;
- correção da fertilidade do solo;
- implantação de vegetação rasteira;
- implantação de vegetação arbórea;
- implantação de projeto paisagístico.
- manutenção das áreas com a vegetação implantada.

Para facilitar a adoção das medidas de recuperação das áreas, algumas ações deverão ser desenvolvidas na fase de exploração dos locais, durante a execução do aterro sanitário:

- Delimitar previamente a área a ser desmatada.
- A retirada da vegetação deverá ser feita de forma gradativa, à medida que for necessária.
- Realizar o desmatamento em direção às áreas a serem preservadas, de maneira a permitir o escape da fauna para as mesmas.
- Definir previamente a espessura do horizonte considerado como solo fértil, e fazer o manejo do mesmo para as áreas delimitadas para sua estocagem.
- A retirada da camada fértil (expurgo) será feita usando maquina de lamina, em operação cuidadosa, de modo a evitar que a lâmina penetre nas camadas subjacentes e com isso arraste também materiais em interesse agrícola, o que encareceria a operação.
- Estocar a camada fértil do solo, na forma de leiras ou pilhas não superiores a 2 metros de altura.
- Para evitar a erosão e o carreamento de partículas mais finas, a base da pilha deverá ser protegida com troncos vegetais obtidos do desmatamento e toda a superfície deverá ser recoberta com restolhos vegetais.

- O revolvimento periódico do solo facilitará o processo de aeração, promovendo uma melhor atividade biológica.
- Estocar a camada de subsolo - expurgo (material que não será utilizado no empreendimento) em área adjacente.
- As águas pluviais deverão ser desviadas da área em exploração, através de canaletas de drenagem.

Após o encerramento dos serviços de retirada do material, serão adotadas as medidas de recuperação das áreas que não serão preenchidas com as células de lixo, utilizando-se as seguintes providências:

- Concluída a retirada do material de um determinado trecho da área de jazidas, iniciar a sua recuperação.
- Inicialmente, depositar, na área escavada, o material de sub-base que foi acumulado (ou materiais de bota-fora).
- Sobre esse material, espalhar o solo fértil acumulado.
- As camadas de solo devem ser compactadas, usando o próprio equipamento de transporte. Evitar o trânsito de maquinário sobre a camada fértil do solo já espalhada, para que não haja compactação excessiva, que pode comprometer as condições de vegetação.
- Procurar dar uma conformação no terreno de modo a não deixar depressões ou valas, garantindo-se as condições adequada de escoamento das águas pluviais.
- Efetuar o reflorestamento da área, utilizando, de preferência, espécies nativas da região.
- Essa operação deverá ser repetida, à medida que se avança na exploração da área, até a sua conclusão.

Os locais para disposição dos bota-foras deverão ser escolhidos aonde não venham a ocorrer modificações não desejáveis na paisagem ou alterações no escoamento das águas.

De preferência, deverão ser utilizados terrenos que forem escavados para obtenção de material a ser usado no aterro sanitário.

Os locais de bota-foras deverão ficar afastados de caminhos de drenagem natural (talvegues) e de cursos de água e reservatórios.

Quando o local do bota-fora for rochoso, devem-se adicionar camadas com solo orgânico, para proporcionar a fixação de vegetação, quando da recuperação da área.

Os seguintes cuidados deverão ser observados na disposição de bota-foras.

Bota-fora de desmatamento: após levantamentos sobre possíveis aproveitamentos da madeira, e constatada a inviabilidade de sua utilização, os restos vegetais deverão ser usados como matéria orgânica para recuperação de terrenos.

Bota-foras de excedentes de cortes e terraplenagem: devem destinar-se a reas escavadas escolhidas, ser espalhados e cobertos com camada de terra vegetal e restos de desmatamento; as superfícies do material espalhado não devem conter depressões ou valas, de modo que seja garantido o escoamento das águas; o material solto deve ser compactado e os taludes deverão ser regularizados e ter inclinação compatível com o tipo de solo.

As áreas de bota-foras serão recuperadas adotando-se as seguintes medidas:

- Conformação do terreno, de modo que as superfícies não contenham depressões que resultem na acumulação de água.
- Sistematização do terreno, de forma a integrá-lo à topografia do terreno adjacente.
- Reordenação das linhas de drenagem, mediante a execução de novos caminhos de escoamento das águas e integração dos mesmos ao sistema de drenagem dos terrenos adjacentes.

- Escarificação do terreno, para romper a camada impermeável resultante da movimentação de equipamentos, aumentando, assim, a capacidade de infiltração da água e de desenvolvimento das raízes.
- Recobrimento das superfícies com solo orgânico misturado com restos vegetais, previamente estocados.
- Recomposição da cobertura vegetal, utilizando-se espécies adaptáveis ao local.

**9.3. CONTROLE DA EROSÃO DO SOLO**

O controle da erosão do solo é conseguido por meio de medidas a serem adotadas nas ações de desmatamento da área e dos movimentos de terra (escavações e aterros). Esse controle está associado diretamente à cobertura vegetal dos terrenos e ao escoamento das águas superficiais.

A cobertura vegetal é o principal fator para a proteção do solo contra a erosão. Assim, o desmatamento só deverá ocorrer onde for realmente necessário e deverá ser feito de forma gradativa, de modo a expor o mínimo de área descoberta possível.

A execução de cortes e aterros deverá ser feita de modo que não seja comprometida a integridade do maciço. Nessas atividades deverão ser adotadas ações de prevenção de processos erosivos: os cortes e aterros deverão se apresentar sem rupturas localizadas; ter suas superfícies protegidas contra a ação de intempéries, do tráfego de pessoas, de equipamentos e de veículos; ter suas estruturas de drenagem executadas; as superfícies não deverão conter depressões ou saliências que propiciem caminho preferencial de percolação e regiões de acúmulo de águas.

Sempre que possível, deve-se cobrir, temporariamente, as áreas sem vegetação, com palhas, restos de podação e materiais similares, para minimizar os processos erosivos.
Nos cortes, as plataformas intermediárias deverão ser executadas de modo que permitam a sua drenagem natural durante a execução dos serviços.

Em locais com topografia acidentada e com solos suscetíveis à erosão, deverão ser executados dissipadores de energia, de forma que seja evitada a erosão no talude de corte e aterro, causada pelo escoamento das águas superficiais.

Em função do tipo de solo, da inclinação dos taludes e das condições climáticas, deve-se escolher um revestimento vegetal adequado, para se obter a fixação do material, devendo ser usadas espécies nativas da região.

Os serviços de terraplanagem, para construção e/ou ajuste de caminhos de serviço e vias de acesso, se constituem numa das principais fontes de degradação ambiental decorrentes da ação de chuvas sobre taludes de cortes e aterros, pois freqüentemente não são protegidos adequadamente.

No planejamento da execução desses serviços deverão ser considerados os aspectos listados a seguir, em função das características geológico-geotécnicas dos solos da região e de suas suscetibilidades a processos erosivos, visando minimizar, ou mesmo eliminar, se for possível, o risco de degradação ambiental em decorrência dos mesmos:

- Observar, rigorosamente, os critérios e as especificações de projeto no que diz respeito à drenagem de estradas de acesso e aos tipos de cortes e aterros que devem ser construídos ou evitados.

- Todos os taludes de cortes e/ou aterros serão dimensionados considerando os critérios de estabilidade adotados no projeto; também deverão ser protegidos por meio de plantio de grama (revegetação) imediatamente após a conclusão dos serviços de terraplanagem.

- As plataformas de rolamento das estradas de acesso e de caminhos de serviço deverão ser mantidas em boas condições de tráfego para os equipamentos e veículos da construção e da fiscalização, até o encerramento da obra.

Deverão ser instalados dispositivos de dissipação de energia à saída das estruturas de drenagem, de modo a evitar a erosão que poderá ocorrer a partir desses pontos de concentração de fluxo. Todos os pontos de descarga no terreno natural deverão receber proteção contra a erosão, por meio da disposição de brita, grama ou caixas especiais de dissipação de energia.

Quando houver risco de transporte de sedimentos, deverão ser executadas caixas para sedimentação dos mesmos, evitando-se o seu carreamento para os corpos de água.

Cuidados especiais deverão ser adotados nas desembocaduras do sistema de drenagem em talvegues e cursos de água naturais, por meio da proteção dos taludes e da adequada interface das obras de arte especiais com o terreno natural, para evitar a erosão do solo e/ou o solapamento das estruturas.

Após a execução das células, deverão ser executados sistemas de drenagem (canaletas), para evitar a erosão dos taludes das mesmas. Tais sistemas de drenagem são fundamentais para garantir a proteção dos taludes, mesmo sob condições adversas de clima, com a ocorrência de chuvas intensas.

Os projetos de drenagem e revestimento vegetal só desempenharão as suas funções quando consolidados, o que implica necessariamente na adoção de um conjunto de medidas, que visam objetivamente controlar a erosão na região de disposição.

Por outro lado, a harmonia ecológica nas relações solo/água/flora consiste inicialmente em se alcançar a consolidação de um tipo de revestimento vegetal constituído por gramíneas e leguminosas, isoladamente ou em conjunto, o que resultará numa massa verde como proteção mínima e inicial das superfícies expostas.

## 9.4. PROTEÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

A proteção das águas superficiais e subterrâneas será conseguida adotando-se várias medidas de controle visando impedir que as águas que escoem sobre o aterro ou se infiltrem na massa de resíduos (acrescida do chorume) alcancem os recursos hídricos superficiais ou os aqüíferos.

Essa proteção será obtida por meio das seguintes medidas:

- implantação de sistema adequado de drenagem de águas pluviais (Ver item 1.2.4.6);
- execução de sistema de drenagem de lixiviados (Ver item 1.2.4.7);
- tratamento do lixiviado (Ver item 1.2.4.8);
- impermeabilização do fundo do aterro (Ver item 1.2.4.10);
- definição de faixas de proteção para os recursos hídricos superficiais;
- Execução de um dique de contenção em argila compactada.

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.

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 aqüífero e corpos hídricos superficiais, devido à elevada carga poluidora presente no mesmo. Tais serviços também são fundamentais para permitir uma eficiente operação do aterro.

Os dispositivos de drenagem serão, basicamente, dos seguintes tipos:

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

O sistema de tratamento de lixiviado do Aterro Sanitário de Manaus será composto por um gradeamento, um tratamento biológico e um tratamento físico-químico, e terá como objetivo garantir um efluente com características que permitam o seu lançamento em corpo receptor, atendendo ao disposto na Resolução Conama nº 357/2005.

A impermeabilização do fundo do aterro, com a implantação de uma camada de argila compactada e com mantas sintéticas impermeáveis (geomembranas), tem por finalidade evitar a contaminação das águas subterrâneas. As mantas em PEAD terão espessura de 2,0 mm e recobrirão toda a superfície definida pelo projeto com base na espessura da zona vadosa efetiva dos solos.
Para maior garantia de proteção do riacho que cruza o terreno onde será implantado o aterro sanitário, será protegida uma faixa com vegetação nativa entre o local de disposição dos resíduos e o nível máximo de água do curso de água, com 50 (cinqüenta) metros de largura.

Deverá ser implantado um dique de contenção em argila compactada com a permeabilidade adequada, a ser instalado cerca de 30 m do final da via principal, em direção ao lado externo da área, o qual terá dupla função: a primeira, impedir a passagem de líquidos percolados da célula em direção à drenagem, e vice-versa; e a outra, de suportar possíveis processos erosivos e de desmoronamento de massa de lixo, impedindo o arraste de material de chegar até a drenagem existente.

**9.5. CONTROLE DE GASES, DE RUIDOS E DA QUALIDADE DO AR**

O sistema de drenagem de gases a ser implementado no Aterro Sanitário de Manaus (Ver item 4.6) terá 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. Esse sistema possibilitará a queima dos gases nos níveis superiores do aterro, controlando a emissão dos mesmos à atmosfera.

A concepção desse sistema consiste na implantação de drenos verticais que permitirão a drenagem dos gases e sua combustão em queimadores diretamente instalados nos drenos.

Os gases emitidos no aterro sanitário de Manaus deverão ser aproveitados futuramente, dentro de um programa de crédito carbono.

Os problemas com emissão de gases, poeiras e ruídos ocorrerão durante a execução das vias de acesso e das instalações de apoio ao aterro, bem como quando da implantação do mesmo (abertura das valas, aterros, cobertura, etc.).

Deverão ser adotadas medidas para evitar a formação de nuvens de poeiras, devido ao tráfego de veículos e máquinas, nas estradas e caminhos de acesso, promovendo-se o umedecimento periódico dos locais, utilizando-se carros pipas.

Os caminhões transportadores de areias e resíduos deverão ter suas caçambas cobertas, para evitar-se o derramamento dos mesmos.

Os motores, máquinas, veículos e equipamentos a serem usados nas obras e na operação do aterro deverão ser mantidos em boas condições de regulagem e operacionalidade, incluindo a verificação do nível de ruídos e a manutenção das características originais de escapamento.

A execução de serviços com emissão de ruídos, principalmente em áreas próximas a aglomerações residenciais (urbanizadas ou não), deverá observar os padrões de emissões de ruídos estabelecidos pela Resolução nº 001/90, do Conama.

Os trabalhadores deverão usar equipamentos de proteção contra ruídos, de acordo com a NR 6 e terem a saúde monitorada de acordo com a NR 7, do Ministério do Trabalho.

Quanto à qualidade do ar, deverá ser observada a Resolução nº 03, de 28 de junho de 1990.

Com relação a possíveis maus odores, a cobertura diária dos resíduos constituirá uma ação de grande importância para evitar a dispersão do odor característico de aterros.

**9.6. CONTROLE DE VETORES**

A presença de insetos e ratos em um aterro de resíduos sólidos depende da qualidade da execução do mesmo. Um aterro bem operado, observando as recomendações pertinentes a este tipo de destinação de resíduos sólidos, não oferece condições para a proliferação desses animais.

A cobertura diária é uma ação de grande importância para a proteção do ambiente, na medida em que impede a exposição dos resíduos às intempéries, evitando uma maior formação de lixiviado e a dispersão do odor característico dos aterros, servindo, também, para reduzir a presença de aves, insetos e roedores, vetores de disseminação de doenças.

No aterro sanitário de Manaus, a cobertura dos resíduos será feita diariamente, utilizando o solo característico das jazidas, e, nos períodos de chuva, será utilizada uma lona plástica.

**9.7. PREVENÇÃO DE RISCOS À SAÚDE**

Em empreendimentos como aterros sanitários podem existir riscos à saúde dos trabalhadores e à população residente nas proximidades.

No caso do aterro sanitário de Manaus, como o mesmo será executado em área rural, onde a presença da população é praticamente inexistente, os riscos à saúde são, com maior intensidade, para os trabalhadores.

A população de áreas vizinhas poderá sofrer os efeitos da poluição de águas superficiais e subterrâneas, devido à infiltração e escoamento de lixiviados, ou pelo lançamento do efluente do sistema de tratamento, caso não sejam adotados os necessários cuidados.

Com relação ao lixiviado, deverão ser implementados sistemas de coleta e tratamento do mesmo e de impermeabilização do fundo do aterro, como demonstrado no item 4.4, os quais resultarão na redução dos riscos de contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

O controle de insetos e roedores, como discutido no item 4.6, resultarão na redução dos riscos de transmissão de doenças por vetores.

A proteção dos trabalhadores será conseguida pela adoção de diversas medidas, como demonstrado no item seguinte (4.8).

## 9.8. PREVENÇÃO DE ACIDENTES E SEGURANÇA DO TRABALHO

As medidas de proteção aos trabalhadores e de segurança no ambiente do trabalho deverão ser adotadas durante a realização das obras e operação do aterro, observando a legislação pertinente – Legislação de Segurança e Saúde no Trabalho, com suas Normas Regulamentadoras (NR), destacando-se:

NR – 5: Comissão Interna de Prevenção de Acidente (CIPA)
NR – 6: Equipamentos de Proteção Individual – EPI
NR – 7: Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional
NR – 18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.
NR – 21: Trabalho a Céu Aberto.
NR – 22: Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração.
NR – 24: Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho.
NR – 26: Sinalização de Segurança.

Os canteiros de obras deverão dispor de adequadas condições de conforto ambiental, saneamento, higiene e segurança do trabalho, constando de: abastecimento de água potável; instalações sanitárias; armazenamento e remoção de resíduos sólidos; ventilação e iluminação adequadas; ambulatório para primeiros socorros.

Os operários deverão, obrigatoriamente, receber treinamento sobre as medidas individuais e coletivas de higiene e segurança a serem observadas nas obras.

As diversas atividades só deverão ser executadas por pessoas qualificadas para cada tipo de trabalho, de forma a evitar-se acidentes com trabalhadores não preparados.

Obrigatoriamente, a empresa responsável pelo aterro deverá fornecer aos trabalhadores os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) adequados aos diversos riscos e em perfeito estado de conservação e funcionamento.

Os empregados deverão ser devidamente treinados para prestar primeiros socorros nos casos dos tipos mais comuns de acidentes, tais como: cortes, queimaduras, choques elétricos, fraturas, picadas de insetos, mordidas de cobra, ataque de insolação, golpes, entre outros.

Deverá ser providenciada sinalização, constando de avisos, cartazes e similares, indicando:

- locais de acesso e saída;
- locais dos diversos setores do aterro sanitário;
- advertências de proibição de entrada de pessoas estranhas;
- alertas sobre perigos de contato ou acionamento acidental de partes móveis de máquinas e equipamentos;
- alertas sobre a obrigatoriedade do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI);
- localizações dos equipamentos de proteção contra incêndios;
- indicações quanto aos cuidados no tráfego nas vias de acesso e de circulação interna.

Durante as obras, deverá ser providenciada sinalização em todos os trechos onde operarem veículos e máquinas, de modo a garantir a proteção dos trabalhadores e da população.

Alguns tipos de sinalizações deverão ser utilizados durante as obras das vias de acesso e de outras instalações, contendo dizeres como:

- Trecho em obras a ___ metros;
- Pare;
- Siga;
- Homens trabalhando;
- Máquinas na pista;
- Pista estreita;
- Faixa única;
- Início das obras
- Fim das obras;
- Faixa direita (ou esquerda) interditada;
- Desvio a ___ metros.

**9.9. MEDIDAS DE PROTEÇÃO PAISAGÍSTICA**

Um aterro sanitário bem projetado e operado deve contar com ações visando minimizar os impactos negativos do aspecto desagradável inerente a essa atividade. Para isso, devem ser adotadas medidas de proteção paisagística na área do mesmo.

O projeto do aterro sanitário de Manaus prevê a execução de um cinturão verde que circundará todo o empreendimento, margeando a via principal de acesso do aterro, em faixa com largura de, no mínimo 30 m, reduzindo a ação direta do vento na sua operação.

Esta faixa de proteção terá um efeito localizado, porém significativo, minimizando os impactos do aterro sanitário, como a poluição visual, a emanação de odores, poeiras e ruídos.

A faixa com vegetação no lado do aterro onde fica o riacho, com largura de 50 (cinquenta) metros, servirá como área de proteção do recurso hídrico.

No entorno das edificações de apoio às atividades do aterro sanitário deverão ser executados jardins, com gramado, arbustos e árvores, de modo que seja proporcionado um ambiente agradável, em contraste com a área de disposição dos resíduos.

O projeto do aterro faz restrições ao uso da área do mesmo para construção de edificações de grande porte, devido a emanações de biogás e ao recalque diferencial

elevado nesse tipo de maciço. Por outro lado, sugere que as áreas poderão ser utilizadas como parque para fins de recreação, desde que os gases sejam seguramente drenados e a cobertura final seja adequada para isolar os resíduos sólidos dispostos no terreno.

É prevista, no projeto, a implantação de uma camada de cobertura final de aproximadamente 60 cm de espessura e o plantio de gramíneas e árvores de pequeno e médio porte, sobretudo resistentes às temperaturas elevadas.

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 entre 30 m e em alguns locais mais de 70 m, conforme mostra a Planta de Lay-out. 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.

Esta medida deverá ser implementada como uma das primeiras ações da implantação do Aterro Sanitário, tendo em vista a sua boa repercussão sobre outras medidas e ações, ligadas ao início da execução do aterro. O cinturão verde previsto para o Aterro Sanitário de Manaus, terá um efeito importante, quanto mais cedo venha a ser executado e complementado a faixa já desmatada, tendo em vista o tempo que levará para a sua consolidação e o papel que desempenhará sobre a proteção da microbacia do Igarapé do Leão – da bacia hidrográfica do Tarumã-açu, além dos demais impactos positivos que trará.

Essa medida consiste no estabelecimento de cordão vegetado ao longo dos limites principais do aterro em todo o seu perímetro e principalmente ao longo das duas margens existentes na Drenagem natural intermitente existente da área e que deságuam no igarapé do Leão, formado por árvores, arbustos e herbáceas da Floresta Amazônica, com ênfase às espécies características de estágios sucessionais iniciais, como *Ceiba pentandra* (sumaúma) e *Pseudobombax munguba* (falsa-munguba),

melhoradoras de solo e atrativas da fauna, cujas mudas serão produzidas em viveiro a ser implantado para a recuperação ambiental da área.

Propõe-se o plantio de mudas das espécies arbustivas e arbóreas será feito em linhas, com espaçamento de 3,0m entre plantas nas linhas e de 2,0m entre linhas vizinhas, com as plantas dispostas de forma alternada, buscando um recobrimento de solo mais rápido e eficiente (Tabela 9.1).

Tabela 9.1 – Croquis de distribuição de mudas no cinturão verde

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -----3m----- | | | | | | | | | | | | |
| x | | x | | x | | x | | x | | x | | ¦ bordadura 2m ¦ |
| | x | | x | | x | | x | | x | | x | |
| x | | x | | x | | x | | x | | x | | |
| | x | | x | | x | | x | | x | | x | |
| x | | x | | x | | x | | x | | x | | |
| | x | | x | | x | | x | | x | | x | bordadura |

Espécies de crescimento rápido e vigoroso da região do empreendimento, especialmente indicadas para locais degradados, como *Ochroma lagopus* (pau-de-balsa), *Jacaranda copaia* (caroba) e *Trema micrantha* (segundo Barbosa et al., 2002), e com alto potencial paisagístico como *Calophyllum spruceanum* (escorrega-macaco), *Pithecolobium racemosum* (angelim-rajado) e *Schizolobium amazonicum* (paricá) estarão entre as mais abundantes no grupo de preenchimento, e serão plantadas principalmente nas linhas de bordadura exterior e interior, dada a rápida formação de copas, proporcionando recobrimento mais rápido do solo.

No segundo ano de implantação, o cinturão será enriquecido com o plantio de mudas de espécies com maior valor ornamental como *Protium hetaphyllum* (breu), *Dialium guianense* (pau-ferro), *Diplotropis purpurea* (sucupira-preta), *Anacardium spruceanum* (cajuí), *Dinizia excelsa* (angelim-pedra), *Pouteria grandiflora* e *Tabebuia serratifolia* (pau d'arco).

As mudas serão produzidas em viveiro localizado no próprio aterro sanitário que iniciará suas atividades priorizando as espécies identificadas na área e que serão utilizadas no cinturão verde. As etapas do plantio da área a ser recuperada deverão se dar, preferencialmente, no início da época das chuvas, com as seguintes operações técnicas:

- combate às formigas (vistoria, combate aos formigueiros com isca formicida);
- alinhamento para marcação de covas;
- coroamento com raio de 0,60m;
- coveamento com dimensões de 0,40 x 0,40 x 0,40m por cova;
- adubação de covas com matéria orgânica (composto de lixo ou esterco e adição de 100 g de formulação NPK 4:14:8, em mistura homogênea com o volume de terra retirado de cada cova);
- plantio das mudas;
- irrigação: operação que deve ser realizada quando, por condições adversas, as mudas aproximarem do ponto de murcha permanente;
- manutenção do cinturão verde: consiste nos tratos pós-plantio, ou sejam, coroamento das mudas, combate às formigas e acompanhamento do andamento do plantio.
- replantios e plantios de enriquecimento, com incorporação de novas espécies.

## 9.10. PROGRAMA DE DESAPROPRIAÇÃO E INDENIZAÇÃO

As indenizações devem garantir aos proprietários valores que possibilitem a aquisição de outro imóvel equivalente.

## 9.11. COMUNICAÇÃO SOCIAL

Esta medida visa evitar transtorno à população e conflitos com o empreendedor, esclarecendo os reais objetivos do empreendimento.

A implantação de empreendimentos de grande porte, freqüentemente, demanda procedimentos especiais no que se refere à comunicação entre empreendedor e sociedade local. Tendo em vista atender a essa

demanda, a Medida de Comunicação Social aqui apresentada foi elaborada em duas fases: a primeira, com o objetivo de prestar esclarecimentos sistemáticos às comunidades locais e criar canais de comunicação entre elas e o empreendedor, e a segunda, direcionada à consolidação de formas adequadas de convivência das comunidades envolvidas com o empreendimento na fase de operação.

Ressalta-se que os resultados advindos do trabalho de campo realizado para a elaboração deste EIA sugerem a necessidade de investimentos no sentido de uma maior divulgação e esclarecimentos às populações que vivem nos povoados existentes nas áreas próximas ao aterro. Esse procedimento contribuirá para evitar a emergência de boatos que possam interferir negativamente no processo de implantação do empreendimento.

A Medida de Comunicação Social tem como objetivo principal repassar informações sobre as mais importantes etapas e ações do empreendimento, nas fases de projeto, construção e operação, estabelecendo uma ligação permanente entre o empreendedor e as comunidades do município impactado pelo empreendimento, visando reduzir ao máximo os conflitos e problemas relacionados à implantação do projeto.

É importante ressaltar que a adoção de medidas de controle ambiental na implantação de um empreendimento deve ser acompanhada por um amplo processo de esclarecimento e educação, na medida em que a sociedade, o pessoal envolvido (funcionários de escritório e de campo) em geral ainda não dispõe da necessária vivência da proteção ambiental.

Deverá ser criado um Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental, funcionando como um canal de comunicação contínuo entre o empreendedor e a sociedade, especialmente a população afetada diretamente pelo empreendimento (moradores vizinho ao empreendimento), de forma a motivar e possibilitar a participação nas diferentes fases do empreendimento.

Para tanto, algumas ações deverão ser tomadas:

- Estabelecer um relacionamento construtivo com as instituições governamentais, em especial a Prefeitura Municipal e Secretarias de Educação e Saúde, com o público interno (empresas contratadas e equipes responsáveis pela execução e supervisão de Programas Ambientais) e, principalmente, com a população local.

- Criação de mecanismos ágeis de comunicação e elaboração de instrumentos de comunicação desenvolvidos com o objetivo de informar os diferentes públicos alvo sobre os diversos aspectos do empreendimento, impactos associados, adoção de medidas mitigadoras e implantação e desenvolvimento de visitas guiadas, e filmes sobre o empreendimento.

- Essa metas deverão contar com a participação das seguintes instituições: Empresas Contratadas para as Obras e Serviços do Projeto; Poder Público Municipal, especialmente a Prefeitura de Manaus; Associações, Entidades Ambientalistas e Organizações da sociedade Civil; Secretarias Estaduais e Municipais de Educação; Instituições envolvidas com Programas Ambientais como FUNAI, fundações e universidades, secretarias de saúde, etc.

- Informar sobre o contingente de mão-de-obra a ser utilizado, de modo a reduzir as expectativas que, freqüentemente, ocorrem quando da instalação de empreendimentos desse tipo.

## 9.12. EDUCAÇÃO AMBIENTAL DOS TRABALHADORES DA COMUNIDADE

A adoção de medidas de controle ambiental na implantação do aterro sanitário deve ser acompanhada Poe um amplo processo de esclarecimentos e educação, na medida em que o pessoal envolvido (funcionários de escritório e de campo) em geral ainda não dispõe da necessária vivência de proteção ambiental. Nessa medida, a conscientização em torno de uma nova

perspectiva sobre as relações entre o homem e a natureza favorecerá a prevenção dos impactos e a correta aplicação das medidas ambientais preconizadas.

Com o objetivo de informar a população sobre as características ambientais e socioeconômicas da região e sobre os benefícios ambientais do projeto, esta medida deverá privilegiar a disseminação de informações sobre as medidas de preservação da qualidade ambiental relacionadas ao empreendimento.

A melhoria da qualidade de vida tornou-se cada vez mais, uma exigência da sociedade atual e essa melhoria está diretamente relacionada com a qualidade dos ambientes, tanto dos naturais como dos produzidos pelo homem.

A Constituição Federal estabelece a "promoção da Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública" reafirmou os princípios fundamentais das Recomendações da Conferência Intergovernamental de Tbilisi sobre Educação Ambiental, patrocinada pela UNESCO e PNUMA em 1977.

Na prática, a implantação de Programa de Educação Ambiental visa criar condições para a participação dos diferentes atores sociais no processo de gestão ambiental e no entendimento de seus papéis como cidadãos e agentes para a melhoria da qualidade de vida individual e coletiva. Este enfoque de participação se constitui em uma conquista da sociedade no sentido da consolidação da democracia e da cidadania, que encontra respaldo nos órgãos financiadores internacionais.

Na elaboração do EPIA/RIMA foram identificados diversos impactos ambientais e sociais decorrentes do empreendimento, definidas diversas medidas e a implantação de Programas Ambientais visando sua prevenção, minimização e compensação, ou maximização, no caso dos impactos positivos.

O Programa de Medidas de Educação Ambiental deverá priorizar sua atuação nos setores sociais diretamente afetados pelo empreendimento, seu planejamento e suas

atividades estarão profundamente articulados com os demais Programas Ambientais, particularmente com o Programa de comunicação Social.

O sistema escolar deve ser o ator das ações sobre o meio ambiente. No entanto se reconhece a necessidade de se dividir esta responsabilidade com os diferentes setores da sociedade. Apesar da escola desenvolver um papel importante, a sociedade é também co-gestora da educação Ambiental.

O programa de Medidas de Educação Ambiental deverá:

- Realizar levantamento e análise dos estudos e programas existentes no município sobre meio ambiente e educação ambiental.

- Estabelecer parcerias com instituições locais ligadas às áreas de educação ambiental e meio ambiente e outros parceiros locais capazes de colaborar com as ações do programa;
- Identificar e caracterizar a população da área de influência do aterro;
- Preparar agentes locais nas práticas de Educação Ambiental;

- Definir diretrizes para a articulação com os demais programas ambientais visando o aproveitamento de suas principais conclusões e recomendações nas ações realizadas junto à sociedade e aos executores da obra;

- Estabelecer mecanismo de monitoramento do programa.

Algumas metas devem ser seguidas na fase de operação do empreendimento:

- Realizar campanhas educativas de conscientização quanto às questões ambientais locais e o novo empreendimento.

- Promover visitas abetas para a comunidade, principalmente escolas, universidades e órgãos ambientais do município.

- Promover oficinas pedagógica ambientais.

- Ministrar palestra junto às escolas com técnicos especializados e contratado pelo empreendedor, voltado para a saúde e os benefícios do empreendimento para a sadia qualidade de vida.

- Envolver a comunidade escolar nas campanhas educativas.

- Sensibilizar a comunidade para as mudanças de atitudes e práticas predadoras.

- Realização de palestras audiovisuais para a orientação para os operários, sobre riscos de acidentes neste tipo de obra.

- Produzir material didático (cartilha, folhetos, slides e vídeos) para palestras sobre educação ambiental.

- Alertar aos envolvidos na construção sobre a importância da manutenção da vida silvestre, ressaltando a ilegalidade da caça e pesca predatória e as penas previstas na lei de crimes ambientais (Lei 9605, de 12/fev./98).

- Realizar seminários e reuniões.

# *Planos de Acompanhamento e Monitoramento dos Impactos*

# 10. PLANOS DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DOS IMPACTOS

## 10.1. MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SUPERFICIAIS

O monitoramento das águas subterrâneas e superficiais existentes na região do aterro sanitário será desenvolvido a partir da coleta de amostras das águas para a realização de análises físico-químicas e microbiológicas, para verificar possíveis contaminações geradas pela operação do aterro.

Em relação às águas subterrâneas, serão realizadas coletas trimestrais em 5 poços de monitoramento localizados a montante e jusante do aterro.

Ressalta-se que o poço a montante será implantado com a finalidade de obtenção de dados reais, onde os parâmetros da água ainda estão inalterados. Torna-se também necessária a implantação de outros 2 poços de monitoramento a jusante do aterro no sentido preferencial do fluxo de escoamento do lençol freático, onde, assim, será possível detectar a influência do sistema de disposição.

Esses poços serão executados em conformidade da NBR 13895/97 (Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem: procedimento).

A NBR 13896/97 (Aterros de resíduos não-perigosos: critérios para projeto, implantação e operação) recomenda que as análises de todos os parâmetros a serem monitorados sejam realizadas pelo menos quatro vezes ao ano, em cada poço, durante o período de vida ativa do sistema.

Quanto ao monitoramento das águas superficiais, deverá ser, inicialmente, realizada mensalmente a coleta da água no Igarapé Leão (localizado a cerca de 200 m da área do aterro). Posteriormente, coletas de amostras

poderão ser feitas trimestralmente, dependendo da avaliação dos resultados.

Este monitoramento se torna, para observar o comportamento do rio tanto a montante quanto a jusante do lançamento de lixiviado tratado na estação de tratamento.

Segundo LINS (2003), a quantidade e a qualidade das águas subterrâneas também podem ser afetadas pela infiltração de água superficial contaminada, uma vez que estes não são, necessariamente, recursos independentes, podendo, em muitos casos, ter ligações entre seus corpos de água.

Os parâmetros a serem analisados para as águas superficiais e subterrâneas serão: Turbidez, Cor, Temperatura, pH, Alcalinidade, Nitrogênio Amoniacal, Fósforo, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos, Sulfatos, Cloretos, Dureza, Coliformes e Metais Pesados (Ferro, Zinco, Manganês, Chumbo, Cromo).

## 10.2. MONITORAMENTO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE LIXIVIADO

O sistema de tratamento de lixiviado será monitorado mensalmente, por meio da coleta de amostras simples e/ou compostas, na entrada e saída de cada etapa do sistema, devendo a técnica de coleta basear-se nas normas da CETESB (1998).

Ressalte-se que a coleta de amostras não se resume a apenas mergulhar uma garrafa na água para retirar uma amostra; torna-se necessário obter uma amostra representativa e estabilizada do corpo de água amostrado e das condições locais que possam interferir nas interpretações dos dados, assim como nas próprias determinações laboratoriais.

O plano de monitoramento proposto consiste na determinação dos parâmetros a serem analisados *in situ* e em laboratório.

Os locais de coleta devem ser fixados e caracterizados usando-se marcos de identificação.

O número de locais de coleta de amostras e a freqüência de amostragem deverão ser fixados em função da finalidade do monitoramento e ser suficiente para permitir um estudo estatístico.

As amostras coletadas deverão ser acondicionadas, transportadas e manipuladas criteriosamente, de modo que não haja alteração de suas características.

Cada amostra deverá ser devidamente identificada e ser coletada em recipiente apropriado.

Os parâmetros a serem analisados são:

- Turbidez
- Temperatura
- pH
- Alcalinidade
- Nitrogênio
- Fósforo
- Oxigênio Dissolvido – OD
- Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO
- Demanda Química de Oxigênio – DQO
- Sólidos
- Sulfatos
- Coliformes Termotolerantes
- Metais Pesados

## 10.3. MONITORAMENTO GEOTÉCNICO

O monitoramento do comportamento geomecânico de um aterro de resíduos sólidos urbanos é efetuado por meio de inspeção visual e da leitura de instrumentos nele instalados, conforme descrito adiante. Para aterros de grandes dimensões em operação, esse monitoramento deverá ser mensal.

Basicamente o estudo de estabilidade geotécnica será executado por meio dos seguintes instrumentos:

- Marcos Superficiais (placas de recalque)
- Piezômetros;
- Sondagens a percussão (SPT)
- Temperatura

O projeto de monitoramento terá como objetivo obter informações de setor (ou camadas de lixo) do aterro sanitário, tanto em sua área quanto em sua profundidade, ao longo do tempo, para acompanhar as mudanças que ocorrerem nas várias fases do processo de decomposição dos resíduos. Para tanto, a instrumentação será distribuída em diferentes cotas (camadas) do aterro sanitário, de forma a abranger toda a sua área.

**a) Recalques**

Os aterros de resíduos sólidos sofrem grandes recalques, podendo chegar à ordem de 30% da altura inicial (Sowers, 1973). No entanto, recalques totais na ordem de 25% a 50% da altura inicial são também citados por Wall e Zeis (1995). Com isto, o seu volume diminui e sua capacidade de armazenamento aumenta, estando aí uma das principais razões de se quantificar os recalques, o tempo em que este ocorrerá e sua velocidade, não apenas para aproveitar sua real capacidade de armazenamento, bem como, para se poder fazer "previsões" na etapa de projeto.

A necessidade de se determinar os recalques remanescentes está no fato de se projetar a utilização do aterro depois de encerrada sua vida útil (Mariano, 1999).

Segundo Green e Jamnejad (1997), a heterogeineidade do material que constitui um aterro de resíduos sólidos e o fato de que uma parcela significativa dos seus recalques serem decorrentes de processos físico-químicos e biológicos, são fatores que acarretam recalques diferenciais de grande magnitude. A importância da previsão dos recalques diferenciais reside em fatos operacionais, como danificação dos sistemas de drenagem de gases e líquidos no interior do aterro.

As principais causas de recalques em aterros de resíduos sólidos urbanos podem ser influenciadas pelos seguintes fatores: compactação, deformação devido ao carregamento estático ou dinâmico, degradação biológica da matéria orgânica, drenagem dos líquidos e gases, além da composição e idade do lixo.

Os principais fatores que influenciam no processo de decomposição da matéria orgânica, são: o teor de umidade, a composição dos resíduos, o teor de sólidos voláteis, a temperatura, o grau de compactação e o oxigênio presente no meio. A biodegradação de um aterro é um processo complexo, onde a partícula sólida biodegradável é solubilizada, por meio de uma seqüência de reações bioquímicas, onde se destaca a metanogênese, e finalmente, convertida em metano e dióxido de carbono.

A hipótese de redução de sólido está diretamente ligada ao aumento da magnitude e velocidade da compressão secundária. Uma vez transformada em líquido, que é o produto intermediário da decomposição, estes, ou são drenados para fora do aterro ou convertidos (por meio da metanogênese) em metano e dióxido de carbono. Sendo, então, a velocidade global do processo de decomposição governada pela metanogênese.

As placas de recalques são instrumentos que são incorporados ao aterro, superficialmente, que têm como função servir como orientadores dos deslocamentos aos quais o aterro está sujeito. São constituídas de uma base quadrada pré-moldada de concreto com dimensões de 37,5 x 37,5 cm, além de um pino de referência para as medições topográficas, recebendo uma placa de identificação para um melhor acompanhamento e registro da movimentação deste local. As mesmas serão distribuídas de forma a caracterizar linhas de estudo, com direções de deslocamento esperados, para possibilitar um monitoramento da evolução da movimentação ao aterro e, portanto, nortear as ações preventivas que se façam necessárias para se manter o controle do maciço.

Para efetuar esse monitoramento, serão implantados, fora da área do aterro, marcos fixos, irremovíveis, de referência de nível e de posição relativa. Baseado nestes, serão observados, por levantamento topográfico, os deslocamentos verticais e as velocidades de recalque de cada célula que compõe o aterro, após o encerramento de sua operação.

O acompanhamento dos recalques superficiais em cada camada de lixo no aterro sanitário será realizado por meio da instalação de 90 placas de recalque. As leituras serão realizadas, mensalmente, por Nivelamento Geométrico de Precisão utilizando-se, basicamente, referência de nível, pontos de passagem e estações de nivelamento. Dentre as 90 placas de recalques, 80 estarão situadas nos taludes do aterro sanitário e 10 na camada final do aterro (Cota 100), que deverão ser instaladas após o encerramento da operação do aterro.

Parâmetros a serem registrados no monitoramento dos recalques:

- **Recalque Total**

Esses deslocamentos baseiam-se na cota de leitura topográfica atual e na cota de leitura topográfica inicial. São observados deste o início da instalação dos instrumentos, servindo como um histórico do mesmo, o que possibilita analisar, em conjunto com o restante do monitoramento das camadas, em que fase de decomposição o aterro se encontra e se estes caminham para uma situação estável ou se possuem movimentos considerados de risco.

- **Recalque Parcial**

Estes deslocamentos baseiam-se na cota de leitura topográfica atual e na cota de leitura topográfica anterior. São observados em períodos menores, semanalmente, o que permite a avaliação dos deslocamentos verticais em situações imediatas às suas ocorrências, permitindo, assim, a definição de ações de caráter emergencial no caso da ocorrência de deslocamentos que se julguem serem anormais para o local.

- **Velocidade de Recalque**

Segundo Palma Gonzalez (1995), a determinação dos valores de recalques em um aterro de resíduos sólidos é realizada a partir de uma data preestabelecida. O recalque medido não corresponde ao valor do recalque

total sofrido pelo aterro, até porque a medição dos recalques durante o período de construção é uma atividade muito difícil e não se deve fixar uma idade única de lixo depositado (já que o recalque é bastante influenciado pelo tempo). Por este motivo, é mais simples analisar a evolução dos recalques em função da velocidade de recalque. A velocidade de recalque é a diferença entre os recalques ocorridos, dividido pelo tempo transcorrido entre as leituras.

**b) Piezômetro**

Para a garantia da estabilidade de um aterro é de fundamental importância que não existam pressões neutras de grande magnitude, pois elas diminuem as tensões efetivas e favorecem os mecanismos de escorregamento.

"O nível de líquido no interior do aterro será acompanhado por meio de 40 piezômetros (PZ-1 ao PZ-40) de 3" diâmetro, em PVC rígido. Este diâmetro permite que a coleta de líquidos da célula seja realizada com um amostrador específico para coleta de lixiviado, e que as leituras do nível do lixiviado não sejam falseadas devido a formação de bolhas de gás.

Para a instalação desses 40 piezômetros, serão executadas sondagens SPT. Vale ressaltar que os piezômetros podem ser instalados durante o alteamento das camadas de lixo; no entanto, sua presença dependerá das condições de operação do aterro, uma vez que podem atrapalhar o tráfego de veículos no descarrego. Caso não seja possível realizar a instalação durante a operação, os piezômetros deverão ser instalados após o encerramento da operação.

O lixiviado coletado no piezômetro deverá ser submetido aos mesmos ensaios físico-químicos citados anteriormente para a estação de tratamento de lixiviado. Tais parâmetros são de grande importância para avaliar as condições de degradação dos resíduos ao longo do tempo.

Na Figura 10.1 mostra-se um exemplo de um poço de monitoramento.

Figura 10.1 – Exemplo de um poço monitoramento.

**c) Sondagens SPT**

Por ser um ensaio de baixo custo, pode ser realizado de maneira periódica, podendo-se avaliar de modo qualitativo a variação da resistência do aterro em relação ao tempo, bem como coletar amostras de solo (abaixo da camada de lixo) e lixo para ensaios de laboratório (umidade, teor de sólidos voláteis e pH). Os furos de sondagens também servirão para a instalação das aranhas magnéticas, de piezômetro, e dos medidores de temperatura.

Os ensaios serão realizados de acordo com as normas NBR-8036, NBR-6484 e NBR-6502 da ABNT – Normas Gerais de Sondagem de Reconhecimento para Fundações de Edifícios, Método de Sondagem e Terminologia de Rochas e Solos respectivamente.

Um total de 40 furos de sondagem SPT será executado até atingir a camada de solo de base do aterro. Nesses furos serão realizados ensaios de perda de água, coleta de amostras de lixo ao longo da profundidade e do solo abaixo da camada de lixo, para realização de ensaios. Vale ressaltar que todos os furos serão aproveitados posteriormente para instalação dos piezômetros.

A Figura 10.2 ilustra a execução do ensaio SPT e a Figura 10.3 a coleta de amostra de lixo.

Fonte: GRS / UFPE, 2008.

Figura 10.2 – Ilustração de um ensaio de SPT.

Fonte: GRS / UFPE, 2008.

Figura 10.3 – Ilustração de uma coleta de amostra de lixo e de lixiviado.

Durante a realização da sondagem SPT, será coletado o solo abaixo da camada de lixo no próprio amostrador do SPT. Nessas amostras serão realizados ensaios microbiológicos, físico-químicos, incluindo ensaios para determinação de metais, com o objetivo de verificar o nível de contaminação provocada pelo lixiviado. Além disto, serão realizados ensaios de solos, como granulometria, grau de compactação e umidade.

**d) Temperatura**

A temperatura tem importante significado no processo de decomposição de resíduos, pois atua na cinética das reações bioquímicas responsáveis pela conversão de resíduos em gases, líquidos e compostos bioestabilizados. Poucos estudos práticos, em condições de campo, foram conduzidos no sentido de uma melhor compreensão, apesar da evidência da importância da temperatura no processo.

O monitoramento da temperatura do interior da massa de lixo será realizado medindo-se a temperatura do líquido (lixiviado) e da massa sólida. A temperatura do líquido será medida coletando-se lixiviado do piezômetro, enquanto que para a medida da temperatura da massa sólida será instalado o equipamento de medição de temperatura (termopares) no furo de sondagem SPT, em profundidades diferentes.

A Figura 10.4 ilustra como são feitas as medições de temperatura em aterros sanitários.

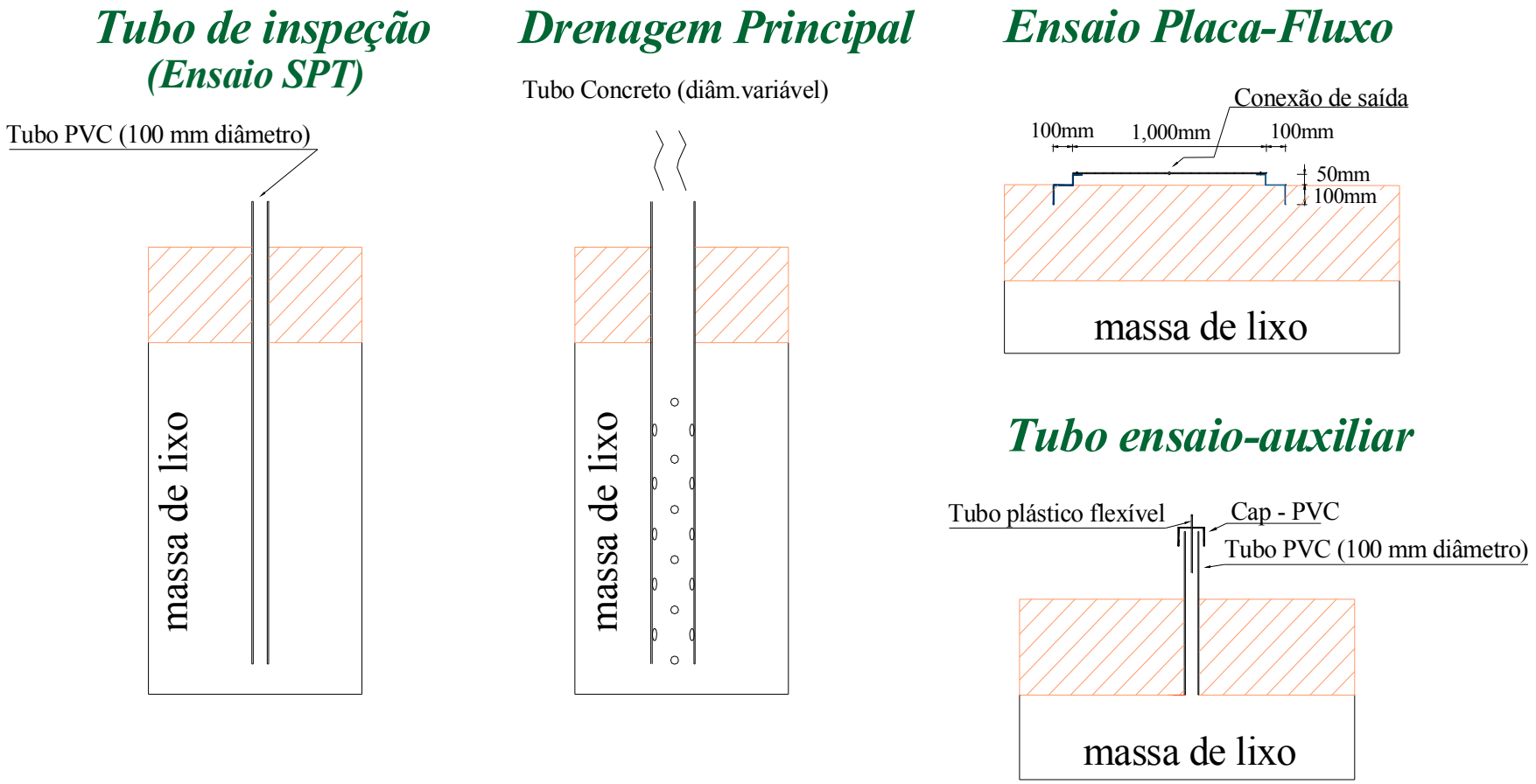
Fonte: GRS / UFPE, 2008.

Figura 10.4 – Ilustração dos fios dos termopares e do medidor de temperatura digital.

## 10.4. MONITORAMENTO DOS GASES

A amostragem de gases permitirá, por meio da medida de sua composição, pressão e temperatura, avaliar o estágio de decomposição dos resíduos no aterro. Dessa maneira, serão feitos ensaios mensais nas saídas dos principais drenos verticais de gases e na camada de cobertura, para analise da fuga de gás. Caso seja concebido um projeto de captura do biogás e interligação dos drenos com uma rede de dutos para canalizar o biogás até um queimador tipo enclausurado ou usina de aproveitamento energético, o monitoramento poderá ser procedido nos principais ramais desse sistema.

É importante que o monitoramento dos gases seja realizado desde início da operação do aterro, haja vista o especial interesse em observar as variações de concentração dos principais gases gerados na decomposição dos resíduos (metano - CH4, dióxido de carbono - $CO^2$ e oxigênio - $O^2$). A Figura 10.5 contém uma representação esquemática das técnicas adotadas para o monitoramento de gases em aterros sanitários.




Fonte: GRS / UFPE, 2008.

Figura 10.5 - Esquema de monitoramento dos gases em aterros sanitários.

Além das análises nos drenos e na camada de cobertura do aterro, os parâmetros de composição, pressão e temperatura dos gases poderão ser analisados sistematicamente nos 40 piezômetros existentes no aterro e também nos poços de águas subterrâneas. Neste último caso, o interesse é verificar a possibilidade de migração do biogás pelo subsolo haja vista que se trata de um aterro concebido numa região em vale.

Na Figura 10.6 são mostrados equipamentos portáteis de análise do biogás.

Além das análises nos drenos e na camada de cobertura do aterro, os parâmetros de composição, pressão e temperatura dos gases poderão ser analisados sistematicamente nos piezômetros instalados no aterro e também nos 5 poços de águas subterrâneas. Neste último caso, o interesse é verificar a possibilidade de migração do biogás pelo subsolo, haja vista que se trata de um aterro concebido numa região em vale.

Fonte: GRS / UFPE, 2008.

Figura 10.6 – Equipamentos portáteis de análise de biogás.

## 10.5. MONITORAMENTO DA FAUNA

Este Programa de Monitoramento da Fauna se destina a orientar as ações que devem ser realizadas para proteger ou atenuar, do ponto de vista ambiental, os efeitos nocivos gerados pela construção do empreendimento. Estes efeitos estão ligados, principalmente, à supressão da vegetação nativa e dos habitats associados, existente na faixa de domínio do projeto.

Este programa deverá conter algumas medidas que deverão ser implementadas durante a fase de construção, e outras durante a fase de operação do empreendimento.

**a) Medidas realizadas – Fase de construção**

A demarcação da área a ser desmatada é importante para evitar o reflorestamento após a construção do empreendimento. A delimitação da faixa de proteção deverá ser feita através de levantamento topográfico, e esta deverá ser sinalizada, ressaltando-se que o cercamento da faixa de preservação do entorno do aterro só poderá ser executado após a limpeza completa da área das células, permitindo a migração dos animais.

**b) Definição dos Corredores de Escape da fauna**

A progressão das frentes de desmatamento na área do aterro deverá ser feita de maneira a permitir a fuga do maior número possível de animais que habitam as áreas a serem desmatadas, para as [áreas contíguas ou para áreas definidas como de refúgio da fauna. Essas áreas incluem a faixa de preservação permanente e, eventualmente, outras áreas conservadas nas proximidades.

Nas áreas a serem desmatadas que fazem limite com a faixa de preservação, o desmatamento deverá iniciar-se nos limites opostos a essa faixa e progredir em direção a ela, para permitir a fuga dos animais, impedindo-os de ficarem encurralados.

Quando os terrenos que serão desmatados estiverem afastados das áreas de preservação, deverão ser formados corredores de escape, constituídos por faixa de vegetação que deverão permanecer temporariamente intocadas. Os corredores deverão interligar a área objeto de desmatamento e as faixas de proteção do aterro, durante o período de desmatamento. A largura desses corredores de escape deverá ser de, no mínimo 20 metros, de modo que os animais de maior porte possam migrar Por eles até as áreas a serem conservadas.

Os trabalhadores envolvidos com a obra, bem como os moradores da região, deverão ser prevenidos no sentido de não adentrarem nos corredores de escape, pois correrão risco de acidentes com os animais acuados.

O desmatamento dos corredores de escape deverá ser feito do interior da área do aterro para a periferia, como forma de induzir os animais remanescentes para as áreas de preservação.

Durante o desmatamento deverá ser feita fiscalização proibindo a caça a animais silvestres.

Durante o desmatamento das células, os trabalhadores envolvidos com a operação ficarão expostos a acidentes com animais peçonhentos. Com a derrubada da vegetação, os moradores da região poderão sofrer agressões por parte dos animais em fuga. Dessa forma, medidas de prevenção e controle deverão ser adotadas antes e durante a execução do desmatamento.

O monitoramento dos atropelamentos de fauna deve ser realizado nos dois primeiros meses da construção do empreendimento, devendo ser capaz de definir quais os trechos das vias de acesso ao empreendimento em que esse impacto é mais intenso, sugerindo métodos capazes de mitigá-lo, seja pela instalação de estruturas de transposição de animais ou pela implantação de mecanismos de redução de velocidade do tráfego para o empreendimento.

O Programa de Proteção da Fauna é de responsabilidade do empreendedor e sua execução deverá ser objeto de subcontratação de empresa ou consultoria especializada em parceria através de convênio com as instituições competentes de fiscalização como o IBAMA e outras.

## 10.6. ACOMPANHAMENTO DA RECOMPOSIÇÃO VEGETAL

A recomposição vegetal deverá ser feita nas áreas atualmente degradadas e que não serão ocupadas pelas células de lixo, incluindo a mata ciliar, as quais integrarão a área de reserva legal, bem como nos terrenos que serão usados como jazidas e locais de bota-fora. Também, compreenderá ações de recomposição paisagística dos taludes e da superfície final do aterro sanitário, após o seu encerramento.

A recomposição vegetal será feita observando as recomendações constantes do item 8.2 (Recuperação de áreas degradadas) e seu acompanhamento se fará durante seguintes atividades:

- Preparação / aquisição de mudas para reflorestamento.
- Plantio de mudas nas áreas a serem recuperadas.
- Acompanhamento do desenvolvimento das plantas.
- Replantio de mudas que não obtiverem bom desenvolvimento.
- Controle de pragas, se necessário.
- Proteção da área contra as ações degradadoras.

## 10.7. ACOMPANHAMENTO DA DESATIVAÇÃO DO ATUAL DEPÓSITO DE RESÍDUOS

O encerramento do atual Lixão de Manaus deverá ser realizado gradualmente e paralelamente ao início de implantação do Aterro Sanitário de Manaus, durante o ano de 2009.

Esse período de transição é necessário para viabilizar a contratação de serviços de terceiros e realizar as etapas iniciais do Aterro Sanitário de Manaus (infra-estrutura, limpeza do terreno, impermeabilização de base e sistema de drenagem e tratamento de lixiviados), sem haver coincidência com o descarrego de lixo no local.

O encerramento do Lixão de Manaus deverá compreender a recuperação ambiental da área por meio de: execução de uma camada adequada de cobertura dos resíduos; tratamento do lixiviado e dos

gases; arborização de toda área do aterro com plantio de gramíneas e espécies de pequeno e médio porte resistentes às condições locais.

Segundo o Projeto Básico do novo aterro, recursos deverão ser aplicados prioritariamente na recuperação do passivo ambiental existente no local, bem como na operação, manutenção e monitoramento do sistema de coleta e queima dos gases.

O Programa de acompanhamento da desativação do atual depósito de resíduos sólidos deverá compreender as seguintes atividades:

- Análises de amostras do lixiviado (chorume + percolado), antes da estação de tratamento.
- Análises de amostras do efluente da estação de tratamento de lixiviados.
- Acompanhamento, por meio de análises de amostras, da qualidade da água do corpo receptor do efluente tratado.
- Monitoramento da qualidade dos gases produzidos no aterro.
- Monitoramento do comportamento geomecânico inspeção visual.
- Acompanhamento das ações de recobrimento total dos resíduos depositados no aterro.
- Acompanhamento das ações de revegetação da área aterrada.
- Análise da viabilidade econômico-financeira do aproveitamento dos gases gerados no aterro.

## 10.8. ACOMPANHAMENTO FOTOGRÁFICO

Deverá ser efetuado o acompanhamento periódico fotográfico do empreendimento, em todas as suas fases, compreendendo:

- Levantamento fotográfico da situação atual da área do empreendimento, que servirá para caracterizar o local antes da execução do aterro sanitário. Este levantamento consta deste documento de Estudo Prévio de Impacto Ambiental e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental.

- Levantamento fotográfico periódico durante a fase de execução das obras, compreendendo todas as unidades: canteiro de obras, edificações, abertura de valas, vias internas, obtenção de material de empréstimo, estação de tratamento de lixiviados, sistema de drenagem de gases, etc.

- Levantamento fotográfico periódico da recuperação e recomposição paisagística de: áreas atualmente degradadas e que serão recuperadas; mata ciliar; áreas de empréstimo e de bota-fora; taludes; faixa verde de isolamento do aterro; terrenos no entorno das edificações e da estação de tratamento de lixiviado.

## 10.9. ACOMPANHAMENTO DOS PROGRAMAS DE DESAPROPRIAÇÃO E REMOÇÃO DA POPULAÇÃO

O ato de retirar uma comunidade, ou parte dela, de seu habitat físico e social pode acarretar aspectos negativos que não têm "solução ótima".

A escolha da área (D) para construção do empreendimento foi de fundamental importância, pois evitou todos os transtornos de um processo de reassentamento. De acordo com as políticas de reassentamento involuntário em grandes projetos o "reassentamento deverá ser evitado, quando possível, ou minimizado explorando-se todos os desenhos de projeto alternativos". [1]

## 10.10. RESPONSABILIDADE PELOS PROGRAMAS DE ACOMPANHAMENTO

Na Tabela 10.1 relacionam-se os programas de acompanhamento e monitoramento a serem desenvolvidos, indicando-se os respectivos responsáveis pela sua execução.

[1] *Políticas Operacional - adotadas pelo Banco Mundial – Natural Habitat (OP 4.04).*

Tabela 10.1 – Responsabilidade pelos programas de acompanhamento e monitoramento.

| PROGRAMA | RESPONSABILIDADE |
|---|---|
| Monitoramento das água subterrâneas e superficiais | Empreendedor com controle da Prefeitura e do IPAAM |
| Monitoramento do sistema de tratamento de lixiviado | Empreendedor com controle da Prefeitura e do IPAAM |
| Monitoramento geotécnico | Empreendedor |
| Monitoramento de gases | Empreendedor com controle da Prefeitura e IPAAM |
| Monitoramento da fauna | Empreendedor com controle do IPAAM |
| Acompanhamento da recomposição vegetal | Empreendedor com controle do IPAAM |
| Acompanhamento da desativação do atual depósito de resíduos | Prefeitura Municipal com controle do IPAAM |
| Acompanhamento fotográfico | Empreendedor com controle da Prefeitura |
| Acompanhamento dos programas de desapropriação e remoção da população | Empreendedor com controle da Prefeitura |

# *Legislação Ambiental Pertinente*

# 11. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE

## 11.1. LEGISLAÇÃO FEDERAL

A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, traz em seu conteúdo os primórdios básicos da preocupação com a questão ambiental, sendo, desde então, sucedida por diversos outros textos legais pertinentes ao assunto, sobretudo visando delimitar, regulamentar e preservar o bem público, protegido jurisdicionalmente, e de soberba importância à vida terrestre.

Tal questão ganhou amplitude legislativa ao serem estabelecidos na Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988, dispositivos específicos, restando clara a intenção e o interesse Público quanto à proteção do meio-ambiente, no interesse da coletividade, devendo ela preservá-lo e defendê-lo, juntamente com o Poder Público.

A definição de meio-ambiente é oportunamente inserida no contexto legal brasileiro, na própria Lei da Política Nacional do Meio-Ambiente, em seu art. 3º:

Art. 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

I - meio-ambiente, "o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas".

No âmbito constitucional, a Carta Magna de 1998, em seu art. 225, § 1º, inciso IV, estabelece :

Art. 225 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se a Poder Público e à coletividade o dever de preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público:
(...)

IV – exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

Desses dispositivos da Constituição podem ser extraídas algumas prescrições que condicionam a ação do Estado na área do meio ambiente. Em primeiro lugar, o que se nota é que existe, expressamente consignado, o dever imposto ao Poder Público de atuar na defesa do meio ambiente, seja no âmbito legislativo, seja no âmbito executivo e até no âmbito jurisdicional. Para tanto, a Constituição atribuiu ao Estado a incumbência de adotar uma série de ações e programas, que, no seu conjunto, constituem a política ambiental do país (artigo 225, § 1º), disciplinada em norma específica, a Lei n.6.938/81 (Lei da Política Nacional do Meio Ambiente).

O legislador constitucional, frente à importância do meio ambiente sadio, vem nesse dispositivo solidificar a importância de sua conservação e combate à degradação, como condição de sobrevivência de todas as espécies animais, minerais e vegetais que se encontram no planeta. Ao ser usado o meio ambiente, seja para qualquer fim, em que haja a realização de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente deverá ser obedecido o procedimento constitucional para sua realização, o que aduz a premissa de importância para toda e qualquer questão que potencialmente venha a causar danos ao meio ambiente.

A implantação do aterro sanitário ocorrerá na zona rural do município de Manaus, Amazonas, no ramal do km 13 da BR174.

Não diferente das demais obras e/ou atividades potencialmente degradadoras do meio-ambiente, é requisito para seu desempenho e aprovação pelos órgãos competentes o Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental, tendo o

assunto tratamento especificado pela legislação, em nível federal, estadual e municipal.

A Lei Federal nº 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), em seu art. 9º, inciso IV estabelece:

Art. 9º - São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente:

IV - o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;

Com isso, tem-se clara a obrigatoriedade de submeter o projeto à aprovação, pelo órgão competente, de forma que o Poder Público possa exercer seu interesse, no que diz respeito à conservação do meio ambiente.

O artigo 10 da mesma lei estabelece:

Art. 10 - A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva ou potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento por órgão estadual competente, integrante do SISNAMA, sem prejuízo de outras licenças exigíveis.

A Resolução nº 001, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, definiu os critérios básicos e as diretrizes gerais para estudo de impacto ambiental. Referida Resolução estabelece, em seu art. 2º, inciso X:

Art. 2º - Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como:

X - aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos.

A Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, dispõe sobre o licenciamento ambiental, definindo, em ser art. 1º:

Licenciamento Ambiental: procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

O licenciamento do Aterro Sanitário de Manaus deverá obedecer aos fundamentos da Resolução nº 237/97, pelo fato do empreendimento enquadrar-se no contido em seu artigo 1º, devendo, da mesma forma, serem observadas as normas específicas para a implantação do projeto.

A Resolução referida delimita a competência para o licenciamento das atividades previstas na própria Resolução 01/86, do Conselho Nacional do Meio-Ambiente, para o ente estadual, integrante do SISNAMA, no caso o IPAAM – Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas.

O artigo 4º da Resolução nº 237/97 do Conama prevê a competência originária ser atribuída ao Ibama, que procederá ao licenciamento do empreendimento após a devida aprovação do órgão estadual, nos casos de impacto regional ou nacional:

"Art. 4º - Compete ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama, órgão executor do Sisnama, o licenciamento ambiental, a que se refere o artigo 10 da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, de empreendimentos e atividades com significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional.

§ 1º - O Ibama fará o licenciamento de que trata este artigo após considerar o exame técnico procedido pelos órgãos ambientais dos Estados e Municípios em que se localizar a atividade ou empreendimento, bem como, quando couber, o parecer dos demais órgãos competentes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios envolvidos no procedimento de licenciamento.

O art. 5º da mesma Resolução é ainda mais específico para a questão do licenciamento ambiental do empreendimento, que, na prática, atenderá a pelo menos dois municípios, como se constata na análise do inciso I:

Art. 5º - Compete ao órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades:

I - localizados ou desenvolvidos em mais de um Município ou em unidades de conservação de domínio estadual ou do Distrito Federal.

Outros dispositivos legais devem ser considerados com relação ao empreendimento, podendo-se enumerar:
Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, alterada pela Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989: institui o Código Florestal.

Lei Federal nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967: dispõe sobre a proteção à fauna.

Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985: disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico e paisagístico.

Lei nº 7.754, de 14 de abril de 1989: estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes de rios.

Lei Federal nº 9.433/97: institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000: institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC.

Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001: estabelece diretrizes gerais da política urbana (Estatuto das Cidades).

Resolução nº 05, de 15 de junho de 1988, do Conselho Nacional do Meio Ambiente: dispõe sobre o licenciamento de obras de saneamento para as quais seja possível identificar modificações ambientais significativas.

Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002: estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

Norma Técnica da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR nº 8419/1984: Regula a apresentação de projetos de aterros sanitários sólidos urbanos.

Norma Técnica da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR nº 11.174/1990: Tratamento, armazenamento e transporte de resíduos.

Norma Técnica da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR nº 13.896/1997: critérios para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos.

Norma Técnica da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR nº 1004/2004: classificação dos resíduos sólidos.

## 11.2. LEGISLAÇÃO ESTADUAL

A Constituição do Estado do Amazonas, promulgada em 05 de outubro de 1989, trata do Meio Ambiente no Capítulo XI, artigos 229 a 242.

A Constituição Estadual estabelece que "para a instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação ambiental, será exigido estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade e, na forma da lei, submetido a audiência pública."

Outros dispositivos legais estaduais devem ser ressaltados:

Lei nº 1.532, de 06 de julho de 1982: institui a Política Ambiental do Estado do Amazonas.

Lei n.º 2.367, de 14 de dezembro de 1995: criação do Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM.

Lei nº 2.407, de 2 de junho de 1996: estabelece o Sistema Estadual de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia.
Lei nº 2.712, de 28 de dezembro de 2001: disciplina a política estadual de recursos hídricos.

Lei nº 2.713, de 28 de dezembro de 2.001: Dispõe sobre a política de proteção à fauna aquática e de desenvolvimento da pesca e aqüicultura sustentável no Estado do Amazonas.

Lei Delegada nº 65, de 09 de março de 2007: dispõe sobre a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

Lei Complementar nº 53, de 05 de junho de 2007: Institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação – SEUC.

Lei nº 3.135, de 05 de junho de 2007: Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas.

Lei nº 3.167, de 27 de agosto de 2.007: reformula as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

De acordo com o art. 16 da Lei nº 3.167, estão sujeitos à outorga pelo Poder Público os seguintes usos dos recursos hídricos:

III – lançamento, em corpo de água, de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

VI – outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

Lei nº 3.344, de 04 de abril de 2.008: dispõe sobre a criação da Unidade Gestora do Centro Estadual de Mudanças Climáticas e do Centro Estadual de Unidades de Conservação – UGMUC.

Decreto nº 10.028, de 04 de fevereiro de 1987: dispõe sobre o Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades

com Potencial de Impacto no Meio Ambiente e aplicação de penalidades.

Decreto n° 16.490, de 02 de abril de 1995: dispõe sobre a Área de Proteção Ambiental (APA) "Margem Esquerda do Rio Negro – Setor Tarumã-Açu e Tarumã-Mirim".

**11.3. LEGISLAÇÃO MUNICIPAL**

A lei maior do município é a Lei Orgânica, promulgada em 05 de abril de 1990. A Lei Orgânica do Município de Manaus trata da Política do Meio Ambiente nos artigos 283 a 301, e da Coleta, Destinação e Tratamento do Lixo nos artigos 302 a 313.

Em nível municipal, também merecem destaque os seguintes dispositivos legais:

Lei n° 605, de 24 de julho de 2001: institui o Código Ambiental do Município de Manaus.

Lei n° 665, de 23 de julho de 2002: regulamenta o parcelamento do solo urbano do Município de Manaus.

Lei n° 671, de 04 de novembro de 2002: regulamento o Plano Diretor Urbano e Ambiental de Manaus.

Lei n° 672, de 04 de novembro de 2002: institui Normas de Uso e Ocupação do Solo no Município de Manaus.

Lei n° 673, de 04 de novembro de 2002: institui o Código de Obras e Edificações do Município de Manaus.

Lei n° 674, de 04 de novembro de 2002: relativa ao licenciamento e fiscalização de atividades em estabelecimentos e logradouros, que integra o Conjunto de Postura do Município de Manaus.

# Considerações Finais

# 12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um aterro sanitário é um equipamento indispensável em qualquer cidade, especialmente em áreas urbanas do porte de Manaus. Mesmo que sejam adotadas medidas visando reduzir a quantidade de resíduos, sempre existirão materiais que deverão ser destinados a um aterro sanitário.

A implantação de um aterro sanitário resulta, sempre, em alterações no ambiente físico, biótico e antrópico de sua área de influência. Essas alterações podem ser de maior ou menor intensidade, dependendo das medidas propostas no projeto executivo do mesmo e dos cuidados adotados durante a sua execução e desativação.

No caso do aterro sanitário de Manaus, 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 Prévio de Impacto Ambiental foram propostas medidas mitigadoras visando minimizar as conseqüências 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 EPIA serão de significativa importância para a execução e operação do Aterro Sanitário de Manaus principalmente se as medidas mitigadoras forem consideradas em toda sua plenitude.

Nenhuma consideração paliativa foi proposta pelo fato de estarmos trabalhando com uma área que já sofreu significativas modificações antrópicas. Todas as considerações foram feitas de maneira a preservar e/ou melhorar as condições hoje encontradas no local de instalação do empreendimento.

Quanto aos recursos hídricos, a existência de um único corpo d'água (com sinal de algumas agressões) fez a equipe levar em conta a ocorrência do mesmo desaguar no Igarapé do Leão (a existência de um balneário público) limite do terreno do empreendimento, o que reforça o rigoroso monitoramento do lixiviado proposto no estudo.

Os impactos sobre o meio físico, biótico e antrópico identificados, são aqueles cuja magnitude dependerão dos cuidados que o empreendedor adote durante a fase de operação e a obra de instalação.

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

# Bibliografia

# 13. BIBLIOGRAFIA


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 843/85.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Resíduos Sólidos – Classificação . NBR 10004/87.

AMARAL, I.L.; MATOS, F.D.A.; LIMA, J. 2000. Composição florística e estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme no Rio Uatumã, Amazônia, Brasil. *Acta Amazonica*, 30:377-392.

ANDERSON, A .B. 1981. White-sand vegetation of Brazilian Amazonia. *Biotropica*, 13(3):199-210.

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.

AYRES, J.M. *As Matas de Várzeas de Mamirauá – Médio Rio Solimões*. CNPq/Sociedade Civil Mamirauá, Brasília (DF). 1993.

AZEVEDO NETTO, J. M. & HESS, M. L. – *Tratamento em lagoas de estabilização*. In: Tratamento de águas residuárias. São Paulo, DAE, 1970.

BARBOSA, R.I.; FERREIRA, C.A.C. *Biomassa acima do solo de um ecossistema de "campina"* em Roraima, norte da Amazônia Brasileira. *Acta Amazonica*, 34(4):577-586. 2004.

BARBOSA, R.I; FEARNSIDE, P.M.. *Área e biomassa dos ecossistemas terrestres da Amazônia Legal Brasileira: estimativas para avaliações da emissão de gases do efeito estufa*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / Núcleo de Pesquisas de Roraima (INPA/NPRR). 30p. (Relatório de Pesquisa — Biblioteca do INPA, Manaus). 2002.

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 – Ria Grande do Norte, 2004.

BONGERS, F.; ENGELEN, D.; KLINGE, H. *Phytomass structure of natural plant communites 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 ecossystems*. *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 Doutoramento. p. 4-174, 1984

CARVALHO, A. S. et. al. A Geologia da Região de Manaus. VIII Simpósio de Geologia da Amazônia. 9 a 13/11/2003, Manaus-AM. 2003.

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.

FERNANDES FILHO, L. A. et al. *Registros Neotectônicos nos Lateritos de Manaus*. Revista de Geociências, UNESP, São Paulo, 1997, 16(1):9-13, 1997.

FERNANDES FILHO, L. A. *Geologia, Mineralogia, Geoquímica dos Lateritos de Manaus-Amazonas*. Dissertação de Mestrado, CG-UFPA, Belém, 96p. 1996.

FERREIRA, C.A.C. *Variação florística e fisionômica da vegetaçã de transição campina,campinarana e floresta de terra firmena Amazônia Central, Manaus (AM)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 112p. 1997.

FRANSCISCO, R.H.P. *De água de Rio a água potável*. Revista eletrônica de ciências, nº12, 2002.

Gerwing, J.J. 2002. Degradation of forests through logging and fire in the eastern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 157:131-141.

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.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; VIEIRA, G.; RIBEIRO, et all. *Plant structural analysis of a pristine tropical moist forest in Cuieiras river basin region, ZF - 2, Manaus - AM, Brazil.* In: Higuchi, N.; Campos, M.A.A.; Sampaio, P.T.B.; Santos, J. (Eds.). Pesquisas florestais para a conservação e reabilitação de áreas degradadas da Amazônia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, p. 53-81. 1998

IBAMA. *Portaria N°37-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.

IGREJA, H.L.S. e FRANZINELLI, E. *Estudos Neotectônicos na Região do Baixo Rio Negro, Centro-Norte do Estado do Amazonas*. Anais do XXXVI Congr. Bras. Geol., Natal, SBG, v.5, p. 2099-2109, 1990.

IMHOFF, K. *Manual de tratamento de águas residuárias.* 21 ed. Editora Edgard Blucher LTDA. Editora da universidade de São Paulo. 1966.

INPE 2002. *Monitoramento da floresta Amazônica brasileira porsatélite 2000-2001*. Ministério da Ciência e Tecnologia/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 21p.

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 FILHO, D.A.; Matos, F.D.A.; Amaral, I.L.; Revilla, J.; et all. *Inventário florístico de floresta ombrófila densa de terra firme, na região do Rio Urucu-Amazonas*, Brasil. *Acta Amazonica*, 2001. 31:565-579.

LIMA, M. C. *Contribuição ao Estudo do Processo Evolutivo de Boçorocas na Área Urbana de Manaus.* Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1999 150p.

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.

LISBOA, P.L. *Observações gerais e revisão bibliográfica sobre as campinas amazônicas de areia branca. Acta Amazonica,* 1975. (3): 211 - 223.

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.

MEDINA, E.; García, V.; Cuevas, E. *Sclerophylly and oligotrophic environments:relationships between leaf structure, mineral nutrient content, and drought resistance intropical rain forests of the upper Río Negro region*. *Biotropica,* 1990. 22(1): 51-64.

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 Stuttagart. Apoio SABESP. 2003.

MMA – Ministério do Meio Ambiente.. *Plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal*. MMA/SBF, Brasília. 2004. 156p.

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

OLIVEIRA, A. A. *Diversidade, estrutura e dinâmica do componente arbóreo de uma floresta de terra-firme de Manaus, AM*. Tese de doutorado. Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, São Paulo. 1997

OLIVEIRA, A.N.; AMARAl, I.L.. *Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil*. *Acta Amazonica*, 2004. 34(1):21-34.

OLIVEIRA, A.N.; AMARAL, I.L.; NOBRE, A.D.; COUTO, L.B.; SADO, R.M. *Composition and floristic diversity in one hectare of a upland forest dense in Central Amazonia, Amazonas, Brazil. Biodiversity and Conservation* (in press). 2003.

PORTO, M.L.; LONGHI, H.M.; CITADINI, V.; RAMOS, R.F.; MARIATH, J.E.A. *Levantamento fitossociológico em área de "mata-debaixio", na estação Experimental de Silvicultura Tropical – INPA - Manaus - Amazonas. Acta Amazonica*, 1976. 6:301-318.

PRANCE, G.T. *Estudos sobre a vegetação das Campinas Amazônicas. I . Introdução a uma série de publicações sobre a vegetação das Campinas Amazônicas*. *Acta Amazônica.* 1975 5(3): 207-209.

PRANCE, G.T.; RODRIGUES, W.A.; SILVA, M.F. *Inventário florístico de um hectare de mata de terra-firme, km 30 da estrada Manaus-Itacoatiara. Acta Amazonica,* 1976 6(1):9-35.

REVILLA, J.; LLERAS, E.; RODRIGUES, W. A. *Levantamento, identificação e cadastramento da flora de Tucuruí.* Relatório técnico, Convênio INPA/ELN, Manaus, AM. 1981. 266p.
RIBEIRO, J.E. et al. *Flora da Reserva Ducke: Um guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central*. INPA/DFID, Manaus, AM. 1999. 816p.

RICHARDS, P. W. *The tropical rainforests: an ecological study*. Cambridge University Press, Cambridge. 1996.

RODRIGUES, W.A. *Estudo preliminar da mata de várzea alta de uma linha do baixo Rio Negro, de solo argiloso e úmido.* INPA Publ. Botânica, 1961. 10:1-28.

ROQUE, W. V. *Mapeamento Geoambiental da Área Urbana de Manaus-AM*. Dissertação de Mestrado, publicação nº G. DM-145/06, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006. 162p.

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.

SILVA, M.F.; LISBÔA, P.L.B.; LISBÔA, R.C.L. *Nomes vulgares de plantas amazônicas*. INPA, Belém. 1977. 222p.

STERNBERG, H. O. R. *Vales tectônicos na planície Amazônica*? Rev. Brás. de Geogr., (1950). 4:3-26.

TELLO, J.C.R. *Aspectos fitossociológicos das comunidadesvegetais de uma toposseqüência da Reserva Florestal Ducke do INPA*. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 1995. 335pp.

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)

## Equipe Técnica

# 14. EQUIPE TÉCNICA

ELABORAÇÃO DO EIA /RIMA

ECOSAM – CONSULTORIA EM SANEAMENTO AMBIENTAL LTDA.

**Cadastro no IPAAM – Nº.**

*Coordenação*: Profa. Marisete Dantas de Aquino

*Equipe*:

Profa. Marisete Dantas de Aquino – Ambientalista.
Prof. Suetônio Bastos Mota – Saúde Ambiental
Solange Bastos Damasceno – Bióloga
Michele Braule Pinto Ramos – Engª. Florestal
Maria Auxiliadora Sales Moreira de Souza – Engª. Florestal
Francisco Humberto de Carvalho Júnior – Eng. Civil
Soraia Tavares de Souza Gradvohl – Engª. Sanitarista.
Antônio Henriques Bento – Geólogo/Eng. Civil.
Carlos Augusto da silva – Arqueólogo.

# Anexo

**ESTUDO ARQUEOLÓGICO DO TERRENO LOCALIZADO NO RAMAL**
**DO ITAÚBA / BR 174 – MANAUS-AM**

## 1. INTRODUÇÃO

O presente diagnóstico faz parte do conjunto de estudos do EIA/RIMA do aterro sanitário de Manaus. Consta, aqui, conforme exige a legislação brasileira, uma avaliação preliminar sobre o ***patrimônio arqueológico*** da área de propriedade da Empresa Marquise S.A., cuja dimensão é de 133,62ha, localizada no Ramal de Itaúba, no km 13 da Rodovia BR/174, próximo à Escola Municipal Padre Calleri, além dos procedimentos, quanto à Legislação Patrimonial, da metodologia e das considerações.

## 2. O QUE DIZ A LEGISLAÇÃO

A Legislação Patrimonial Brasileira, instituída a partir da primeira década de 60 do século passado a (**Lei nº 3924, de 26 de julho de 1961**), demonstra que os vestígios arqueológicos (sítios, restos da cultura material, estruturas de alteração da paisagem que representem testemunhos de culturas passadas do Brasil) são considerados patrimônio, portanto são passíveis de tombamento. Desse modo, consoante defende a legislação, *os monumentos arqueológicos ou pré-históricos de qualquer natureza existentes no território nacional e todos os elementos que nele se encontram ficam sob a guarda e a proteção do Poder Público.*

*A legislação postula que são considerados monumentos arqueológicos os sítios nos quais se encontram vestígios positivos de ocupação pelos paleoameríndios, tais como grutas, lapas e abrigos sob rocha; (...) os sítios identificados como cemitérios, sepulturas ou locais de pouso prolongado ou de aldeamento, "estações" e "cerâmicos", nos quais se encontram vestígios humanos de interesse arqueológico ou paleoetnográfico; (...) as inscrições rupestres ou os locais como sulcos de polimentos de utensílios e de outros vestígios de atividade de paleoameríndios.*

A fomentação da Lei 3924/61 foi uma ação efetivamente do Estado brasileiro no tocante a preservar a história indígena pretérita.

Todavia o processo de avaliação ambiental passa a ser instituído no Brasil a partir da efetivação da Lei 6.938 de

31/08/1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e, por seu turno, estabelece e cria o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). O órgão nasceu com o objetivo de estabelecer normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente impactantes ao ambiente.

O diagnóstico referente aos vestígios arqueológicos e a avaliação ambiental passaram a ser exigidos a partir de Resolução n.º 001 do CONAMA, concebida em 23/02/86; ela estabelece que os sítios arqueológicos devam passar por avaliação e por posterior indicação de medidas mitigadoras e/ou compensatórias dos impactos negativos sobre o patrimônio arqueológico.

A Constituição de 1988 reforça e estabelece, no que toca ao patrimônio cultural, a plena igualdade entre os cidadãos e o direito de cada um de questionar judicialmente no sentido de embargar qualquer ação destrutiva ao patrimônio bem como de atribuir essas obrigações à unidade da federação brasileira que exerça a preservação do ambiente[2] e do patrimônio cultural na área abrangida.

Feitas essas considerações a respeito da Legislação Patrimonial Brasileira, a seguir, discorreremos a respeito dos procedimentos metodológicos.

## 3. OBJETIVOS.

### 3.1. Objetivo Geral

O procedimento para caracterizar vestígios arqueológicos em áreas de floresta requer cuidados especiais, o que não houve na ocorrência em questão. Portanto o nosso objetivo é averiguar as ocorrências e os sítios arqueológicos.

### 3.2. Objetivos Específicos

- Consulta à bibliografia disponível sobre a história do patrimônio natural e cultural na região;

[2] - "O ambiente não é a ecologia, mas sim a complexidade do mundo; é um saber sobre as formas de apropriação do mundo e da natureza por meio das relações de poder que se inscreveram nas formas dominantes de conhecimento. A partir daí, abre-se o caminho para compreender a complexidade ambiental (...)" Enrique Leff (2002). À disposição em: www.submarino.com.br.

- Entrevistas oportunísticas aos moradores da área e do entorno;
- Levantamento de campo.

**4. METODOLOGIA**

Inicialmente realizaremos um levantamento bibliográfico a respeito do Patrimônio Cultural Paleoameríndio, além da operacionalização da observação de campo, sendo desdobrada a partir do objetivo geral, conforme BARBOSA *et alii* (2007).

4.1. Patrimônio Natural e Arqueológico do Amazonas

4.2. Patrimônio Natural

A terra é "patrimônio comum", conforme Barrère (1992). É na terra que estão alocados todos os sistemas de seres vivos, onde o ambiente proporciona a evolução das espécies que estão distribuídas nos biomas, nas palavras de Garnier (2007). Nas últimas décadas do século passado, várias conferências foram criadas no sentido de organizar medidas e leis que contribuíssem para a obtenção de um certo equilíbrio desse patrimônio.

O primeiro evento ocorrido no sentido de reunir e de garantir possibilidades para que todos tenham o ambiente satisfatório foi a "Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente Humano – 1972", segundo Antonio, *et alii* (2005). Essa declaração, no seu contexto, estabelecia 26 (vinte e seis) princípios os quais se fundamentavam no bom equilíbrio entre todos os seres humanos:

> O homem tem o direito fundamental à liberdade, à igualdade e ao desfrute de condições de vida adequadas em um meio ambiente de qualidade tal que lhe permita levar uma vida digna e gozar de bem-estar, tendo a solene obrigação de proteger e de melhorar o meio ambiente para as gerações presentes e para as futuras. A esse respeito, as políticas que promovem ou perpetuam o *apartheid*, a segregação racional, a discriminação, a opressão colonial e outras formas de

> opressão e de dominação estrangeira são condenadas e devem ser eliminadas. ANTÔNIO *et alii*. p. 17.

Então, como salienta o primeiro "princípio da declaração de Estocolmo", todos precisam ter o dever de zelar pelo patrimônio natural, a "TERRA", pois nela estão inclusas outras riquezas, tais como o ar, a água, a flora e a fauna e todos os ecossistemas do planeta. Ainda com o pensamento de declaração do direito de preservar a terra, realizou-se, no Rio de Janeiro, em 1992, a "Carta do Rio sobre o Desenvolvimento e o Meio Ambiente", conforme Antonio *et alii* (2005), cujos fundamentos estabelecidos entre os países que comungam das Nações Unidas era buscar alternativas de "integridade do sistema ambiental". A Carta tem 27 (vinte e sete) princípios, dos quais todos se fundamentam no direito de ter sistemas ecológicos equilibrados. Entre eles, os primeiros citam o seguinte:

> Primeiro princípio: Os seres humanos constituem o centro das preocupações relacionadas com o desenvolvimento sustentável. Têm direito a uma vida saudável e produtiva em harmonia com a natureza. Segundo princípio: De acordo com a Carta das Nações Unidas e com os princípios do direito internacional, os Estados têm o direito soberano de aproveitar seus próprios recursos segundo suas peculiaridades políticas, ambientais e de desenvolvimento e a responsabilidade de zelar para que as atividades realizadas dentro de sua jurisdição, ou sob seu controle, não causem danos ao meio ambiente de outros Estados ou de zonas que estejam fora dos limites da jurisdição nacional... ANTÔNIO *et alii*. p.25 (2005).

Nas últimas décadas, a grande preocupação das Nações Unidas tem sido com as transformações que o homem provocou na Terra. No Brasil, essa inquietação surgiu a partir de 1988, quando a Carta Magna introduziu o ambiente como elemento indispensável à vida humana. O Artigo 225 manifesta que os brasileiros tenham o ambiente ecologicamente equilibrado, como bem comum a todos. Assim, o poder público se incumbe a responsabilidade de:

I – preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e dos ecossistemas;

II – preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e à manipulação de material genético;

II – definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente projetados, sendo a alteração e a supressão permitidas somente por meio de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;

IV – exigir, na forma da lei, para instalação de obras ou atividades potencialmente causadoras de significados de degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

V – controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, de métodos e de substância que ofereçam risco para a vida, para a qualidade de vida e para o meio ambiente;

VI – promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;

VII – proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade... Antonio, *et alii* p. 33 (2005)

Mesmo tendo havido as conferências sobre o seu devido tratamento, a Terra, Patrimônio Natural, é tida como mercado, inclusive no estado brasileiro, apesar do rigor da lei. Mas há ainda muito o que se fazer em termos de proteção ambiental.

Os próximos itens tratam acerca do olhar do homem ocidental sobre as populações que estavam no Rio Solimões nos primeiros séculos de conquista e, na sequência, as pesquisas arqueológicas na Amazônia, que, segundo Neves (1999), estão divididas em duas etapas, as quais, a seguir, serão delineadas.

### 4.3. O Olhar do Homem Ocidental sobre as Populações da Calha do Rio Solimões

Foram feitos levantamentos etno-históricos, descritos nos séculos XVI e XVII pelos primeiros viajantes europeus que passaram pelo rio Amazonas/Solimões. Essas fontes, compiladas por Antonio Porro (Porro, 1996), indicam que a região do rio Solimões, localizada entre as atuais cidades de Tabatinga e Manaus, era povoada por populações indígenas organizadas em grandes aldeias e com um padrão de organização social e política hierarquizado.

O cronista Gaspar de Carvajal, da expedição de Francisco de Orellana, na primeira viagem documentada de um europeu pelo Amazonas, notificou, em 1542, que havia ocorrência, no sentido da foz do rio Purus e da cidade de Coari, de uma aldeia onde se fabricava uma cerâmica de alta qualidade que ele comparou "à melhor louça de Sevilha" (Porro, 1996). Nessa região, foi identificado o sítio arqueológico denominado de "Sítio Arqueológico Lauro Sodré", conforme Silva (2001).

Hoje, o sítio se encontra em processo de destruição pelo fenômeno das terras caídas. Cerca de um século depois, Cristobal D´Acuña, cronista da expedição de Pedro Teixeira, também notou a ocorrência de grandes aldeias no médio e no baixo Solimões. Tais comunidades eram ocupadas pelos índios Yurimaguas, que falavam uma língua desconhecida.

A partir do fim do século XVII, as populações indígenas da região desapareceram, ou ao menos diminuíram muito de

tamanho, devido à expansão de doenças que vieram nas caravelas, ou devido ao processo de escravização, de guerra, etc. Como resultado disso, as populações não dominavam a escrita, então uma das alternativas para (re)ver a história indígena pré-colonial pode ser mediante as pesquisas arqueológicas.

4.4. O Quadro Arqueológico em Manaus

As "Confluências dos Rios Negro e Solimões" vêm sendo pesquisadas por Hilbert, 1968; Simões, 1968/1969; Neves, 1995, entre outros. Durante as pesquisas, foram identificados vários sítios arqueológicos nas áreas urbana e rural do município de Manaus, pertencentes à classificação das "Tradições Ceramistas, atribuídas a Hilbert, Simões (1974). Quanto à tradição ceramista "Paredão", uma de suas características são as urnas funerárias com vasos cujos tamanhos variam de pequeno a grande, utilizados para atividades sociais e também para rituais fúnebres. Entre as dezenas de urnas parcialmente exumadas por Hilbert, (1968); Neves (2000); Silva (2000, 2001, 2003, 2004, 2008), todas apresentavam finíssimo ritual de enterramento.

Figura 1 – Urna paredão tradição Borda incisa.

Os sítios "Paredões" geralmente são encontrados em áreas próximas a fontes d'água, cujos estratos culturais usualmente estão enterrados a partir de 50 a 60cm. Tais ocorrências só são percebidas se houver atividades antrópicas tais como atividades agrícolas, edificação de baixo impacto, aberturas de vicinais, etc. Em Manaus, atualmente, são conhecidas três "Tradições Ceramistas":

- A cerâmica Subtradição Guarita, cujos exemplares são decorados geralmente com engobo branco, e os vasos não são pequenos.

- A cerâmica Paredão simples, Incisa fino, vermelhada pintada, Modelada Dupla e com poucos exemplares da paredão Escovada.
- A cerâmica Manacapuru, cujos artefatos são de fino acabamento, com apliques geralmente zoomórficos.

Os níveis de ocupação estão distribuídos cronologicamente, na Amazônia Central, no trecho compreendido entre a foz do rio Purus e a foz do Trombetas, datados de 300 – 100 a.C., consoante Neves (2006). Esses sítios são unicomponenciais e multicomponenciais. Recentemente, têm-se identificado sítios de caçadores coletores (os pré-cerâmicos), os quais estão em áreas de campinaranas[3]; os seus artefatos encontrados são lâminas de machados, raspadores, pilões, etc. Assim, Manaus foi ocupada, possivelmente, por três levas de indivíduos que deixaram registros encravados de sua história ao ocupar o ambiente, no entanto, sem causar grandes impactos nas terras de baixas florestas equatoriais, conforme a classificação de AB'SÁBER, (p.17, 2003).

Figura 2 – Serviços de afixação das estacas.

## 4.5. Entrevistas Informais com os Moradores da Área e do Entorno

Utilizamos a técnica etnografia, que, segundo Geertz (1973), tem como pano de fundo buscar informações com certa precisão. Desse modo, entrevistamos os moradores, os operários da obra do muro que estava sendo erguido no momento das entrevistas, além das pessoas que utilizam o ramal do Itaúba para realizar trabalhos, dois alunos que

[3] - "No domínio das terras baixas das florestas da Amazônia, encontram-se redutos de cerrados e campestres (*lavrado)*, campinas, campinaranas, campos submersíveis e manguezais frontais costeiros", conforme Ab'sáber (2003).

estavam na área e dois motosserristas que encontramos durante a caminhada.

Apresentamo-nos e, ao mesmo tempo, fizemo-lhes perguntas, indagando-os sobre a existência de vestígios de *cerâmica* e de *terra preta*. "Pedra-de-raio", encontrada em sítios arqueológicos pelos moradores da região, é o termo utilizado pela indústria lítica.

Percorremos toda a extensão do muro, que se entendia tanto para leste quanto para oeste. Todos os furos foram feitos pelos operários com a "cavadeira", instrumento que tem um copo de abertura de 20cm de diâmetro por um 1m de comprimento. Segundo a informação do responsável da obra do muro, os furos atingiram o nível de 60cm. Entre os intervalos das estacas, foram abertas valas para o baldrame.

Figura 3 – Muro sendo construído.

A vistoria não acusou a presença de vestígios arqueológicos, confirmando, assim, as informações das pessoas entrevistas informalmente. Apenas foi observado o solo de cor amarelado arenoso, conforme a figura 3. Paralelos ao muro, vários fragmentos de carvão, segundo a informação de um morador. O carvão era proveniente de "caieiras", atividades das famílias que utilizam a madeira derrubada para a prática de plantação de roças de mandioca ou de abacaxi.

4.6. Levantamento de Campo

O procedimento em campo foi realizado por meio de caminhada pelas vicinais, abertas para extração de areia. Optamos por vistoriar as áreas já impactadas pelas máquinas durante o processo de supressão vegetal e aquelas onde há as erosões provenientes das águas pluviais. Assim, o percurso realizado foi de 950m, paralelo ao muro, no setor (N), e de 1.450m, no sentido (S) até ao limite, onde passa o igarapé do Leão e está a residência do Sr. Afonso. Já aos limites Leste e Oeste, tivemos dificuldade de observação devido ao fato de essas áreas estarem com a cobertura vegetal praticamente inalterada; apenas numa

área identificamos uma roça de abacaxi. Durante a caminhada, identificamos três áreas de extração de areia, que serão pontuadas e vistoriadas, como se vê na figura 4.

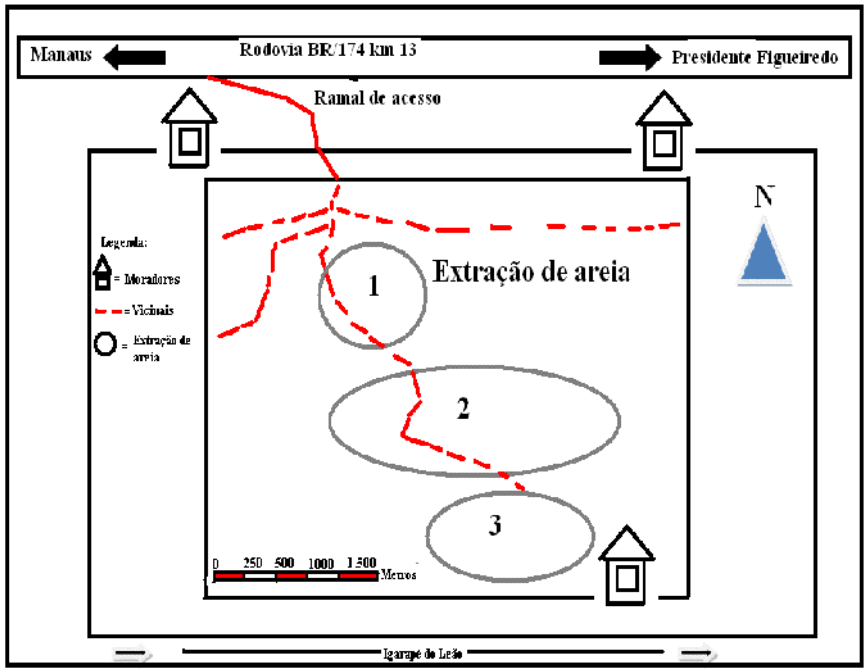



Figura 4 – Área vistoriada.

Conforme a figura 4, dividimos a vistoria em 08 (oito) pontos realizando registros fotográficos, além de obtenção de coordenadas geográficas, como segue:

- Ponto – 1 (um) – Foi realizado na vicinal que corta o terreno no sentido (N-S). Identificamos vários cortes feitos pelas máquinas durante serviço de terraplenagem. O solo encontra-se amarelado arenoso; a coordenada geográfica é S 02°51'53.1" – W 060°00'2.6", com elevação de 74m, sem ocorrência arqueológica, consoante a figura – 5;

Figura 5 – Solo arenoso sem ocorrência de vestígios arqueológicos

- Ponto – 2 (dois) – Está a 250m da entrada do portão de acesso à parte (N) do terreno; a vegetação é de capoeira baixa; havia um perfil feito pelas máquinas, entre os níveis 0-30cm; o solo é de cor amarelado, arenoso, com algumas pelotas de argilas cinzentas, possivelmente trazidas de outros locais pelas máquinas. Também foram identificados alguns fragmentos de tijolos. A coordenada geográfica é S 02°51'53.11" – W 060°00'52.6", com elevação de 74m; há ausência de vestígios arqueológicos, conforme a figura – 6;

Figura - 6. Área de empréstimo.

- Ponto – 3(três) – Identificamos um perfil com 2m de altura; o local foi utilizado para a retirada de areia e de solo. Devido às águas pluviais que desciam de uma pequena ramificação de capoeira, as árvores ficaram com as raízes expostas. Realizamos a vistoria à procura de vestígios em superfícies ou encravados ao perfil, mas, em verdade, nada foi encontrado, conforme a figura – 7; a coordenada é S 02°52'01.8" – W 060°00'40.3", e a elevação é de 63m;

Figura 7 – Perfil com várias raízes, sem ocorrências arqueológicas.

- Ponto – 4(quatro) – Foi escavado pelo processo de retirada de areia, cujo pacote da área foi removido; em algumas partes, chegou-se à rocha, e, nesse local, há também vários perfis de areia. A vistoria foi realizada em toda a extensão, mas não foi observado vestígio. Veja a figura – 8; a coordenada é S 02º52'02.5" – W 060º00'40.3", com elevação de 43m;

Figura 8 – Nesta área, todo o pacote de areia foi retirado até expor a rocha.

- Ponto – 5(cinco) – A vistoria foi realizada sobre um monte de areia que havia sido empurrado pelas máquinas, e, próximo a ele, havia restos de resíduos de construção e pedaços de peças possivelmente das máquinas que estiveram na área retirando areia. Ainda próximo ao local, havia uma árvore que caíra, talvez, pela ação do vento; nos últimos dias, realizamos uma vistoria cuidadosa, pois é comum, quando a árvore cai, se estiver em área de sítio arqueológico, os vestígios ficarem expostos, o que facilita a identificação. Contudo nada foi visto sobre a cultura material. Nesse local, o igarapé do Leão está a cerca de 100m do local vistoriado, consoante a figura 9. A coordenada é S 02º52'02.0" – W 060º00'34.1", com elevação de 45m;

Figura 9 – Área com dispersão de resíduos de construção.

- Os pontos 6 (seis) e 7 (sete) ficam no último trecho, próximo do terreno do Sr. Afonso, na parte Sudeste/Oeste. Nessa área, a retirada de área foi intensa nos últimos anos. A vistoria foi realizada nos amontoados de áreas realizados pelas máquinas e, entre a vegetação, verificamos ausência de vestígios arqueológicos, conforme a figura – 10; a coordenada é S 02º52'10.5" – W 060º00'26.9", e a elevação é de 41m; S 02º52'01.0" W 060º00'10.8", com elevação de 42m;

Figura 10 – Limite do terreno do Sr. Afonso

- O ponto 8(oito) – Fica na parte leste do terreno. Observamos que há uma ocorrência acentuada de erosão, entretanto não foram identificados vestígios arqueológicos. A figura – 11 exibe o grau de erosão; a coordenada é S 02º 51'39.3" – W 060º00'43.3", e a elevação é de 53m.

Figura 11 – Águas pluviais aceleram o processo de erosão

**5. CONSIDERAÇÕES**

Apesar de a área ser de potencial arqueológico, devido às características do terreno, que está em área de campinaranas e próximo do igarapé do Leão, os fortes impactos do processo de retirada de areia o descaracterizaram. Em algumas de suas partes, a retirada do pacote de areia foi total, às vezes chegando à rocha.

Os sítios arqueológicos dos caçadores coletores têm sido identificados nessas áreas, dos quais os cerâmicos também fazem parte. No entanto, como já frisado, em todos os pontos vistoriados, foi observada total ausência de vestígios arqueológicos, o que pôde ser ratificado pelas entrevistas informais com as pessoas que residem no local, as quais foram contundentes ao dizerem que desconhecem tais resquícios.

Nesse sentido, o nosso parecer aponta para o fato de que, dependendo da avaliação do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, no caso a sua Superintendência Regional (IPHAN – 1.° SR/AM/RR), a área vistoriada pode ser **LIBERADA** para atividades afins.

Contudo salientamos que devem ser observados os artigos 18 e 19 da Lei Federal de nº 3924/61. Veja:

Artigo 18º – A descoberta fortuita de quaisquer elementos de interesse arqueológico ou pré-histórico, artístico ou numismático deverá ser, imediatamente, comunicada à Diretoria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional ou aos órgãos oficiais autorizados, pelo autor do achado ou pelo proprietário do local onde tiver ocorrido.

Parágrafo único – O proprietário ou o ocupante do imóvel onde se tiver verificado o achado é responsável pela conservação provisória da coisa descoberta, até o pronunciamento e a deliberação da Diretoria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.

Artigo 19º – A infringência da obrigação imposta no artigo anterior implicará a apreensão sumária do achado, sem prejuízo da responsabilidade do inventor pelos danos que vier a causar ao Patrimônio Nacional, em decorrência da omissão.

Portanto, caso venham ocorrer quaisquer evidências arqueológicas, o empreendedor fica obrigado a comunicá-las, imediatamente, ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional; neste caso, a sua Primeira Superintendência Regional (1.ª SR/AM/RR), sediada, nesta cidade, na Travessa Dr. Vivaldo Lima, n.º 13/17, para que seja viabilizado o **Plano de Intervenção Arqueológica** e, conseqüentemente, o resgate dos achados. É o que temos a informar sobre o levantamento de campo.

**5. REFERÊNCIAS:**


AB' SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas.** São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

BRANCO, S. M. **O desafio Amazônico.** 16.ª. ed. rev. e amp. São Paulo: Moderna, 1995.

BARRÈRE, M. **Terra Patrimônio Comum: a ciências a serviço do meio ambiente e do desenvolvimento.** Tradução: Estela dos Santos Abreu. São Paulo: Nobel, 1992.

CAMPOS, M. do C. da S. ; BARBOSA, I; RODRIGUES, M. A.; MEDEIROS, C. T. M. **Ecologia Humana, Natureza e Meio Ambiente nos povos da Amazônia: Contribuições éticas, morais e culturais para o ensino de ciências.** UEA Editoral/BK: Manaus – AM, 2007.

GEERTZ, C. **A interpretação das culturas.** Editora LTC. Rio de Janeiro: 1973.

GASNEIR, T. R. **Apostilas de Biomas e Ecossistemas da Amazônia**. (s.n). 2007.

Legislação Ambiental Brasileira – **VEMAQA** 6.ª ed. Manaus/AM. Editora e Gráfica Ziló, 2005.

NEVES, E.G. **Arqueologia da Amazônia.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006.

PROUS, A. **O Brasil antes dos brasileiros: A pré-história do nosso país.** Rio de Janeiro: ed. 2006.

NEVES, E. G. **Duas Interpretações para Explicar a Ocupação Pré-Histórica na Amazônia** TENÓRIO. Maria Cristina (org.). *In*: Pré-História da Terra Brasilis. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1999.

PORRO, A. **O povo das águas: ensaios de etno-história amazônica**. RJ: Vozes, 1995.

SIMÕES, M. F. **Contribuição à Arqueologia dos Arredores do Baixo Rio Negro**. *In*: Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas. Resultados Preliminares do 5.º ano, 1969-70. Pub. Avulsas. Museu do Pará. Emílio Goeldi. Belém, 1974, 165 à 186.