

PASTA 01

MTR
BIBTEC - BTR
Reg. 31074
Data: Junho 94

MINERAÇÃO RIO DO NORTE S.A.

ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL

PORTO TROMBETAS - Oriximiná/PA

*População
S. 1980-1990 III*

RE.047/94

Maio/94

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO

I - INTRODUÇÃO	I.1
1 - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	I.2
2 - HISTÓRICO DO PROJETO PORTO TROMBETAS	I.3
3 - POLÍTICA AMBIENTAL DA MINERAÇÃO RIO DO NORTE	I.6
4 - IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA	I.9
II - EMPREENDIMENTO	II.1
1 - INFORMAÇÕES GERAIS	II.2
1.1 - Localização do Empreendimento	II.2
1.2 - Mão-de-Obra e Regime de Trabalho	II.3
1.3 - Investimentos e Cronograma de Implantação	II.3
2 - PESQUISA E RECURSOS MINERAIS	II.7
2.1 - Aspectos Geológicos	II.7
2.2 - Atividades de Pesquisa e Reservas Minerais	II.8
2.2.1 - Platô Saracá	II.8
2.2.2 - Platô Papagaio	II.11
2.3 - Descrição das Jazidas da MRN	II.12
3 - LAVRA	II.17
3.1 - Plano Quinquenal de Operações (1994-1998)	II.17
3.2 - Dados e Parâmetros Básicos	II.21
3.3 - Equipamentos de Mineração	II.24
3.4 - Método de Lavra e Operações	II.26
4 - BENEFICIAMENTO	II.31
4.1 - Arranjo Geral da Área de Beneficiamento	II.31
4.2 - Equipamentos do Beneficiamento	II.31
4.3 - Fluxograma de Processo	II.32
4.4 - Descrição do Processo	II.32
4.5 - Unidades Operacionais do Projeto de Expansão - Fase III - Papagaio/Saracá III	II.40
4.6 - Capacidade Instalada de Produção do Projeto de Expansão - Fase III	II.51
5 - INSUMOS E PRODUTOS	II.54
5.1 - Insumos	II.54
5.2 - Produtos	II.60

BRK

6 - CONTROLE AMBIENTAL	II.62
6.1 - Emissões.....	II.62
6.1.1 - Efluentes Atmosféricos.....	II.62
6.1.2 - Efluentes Líquidos.....	II.62
6.1.3 - Resíduos Sólidos.....	II.63
6.1.4 - Ruído.....	II.64
6.2 - Sistemas de Controle e Tratamento de Emissões/Métodos de Disposição Final.....	II.64
6.2.1 - Efluentes Atmosféricos.....	II.64
6.2.2 - Efluentes Líquidos.....	II.66
6.2.2.1 - Efluentes Industriais.....	II.66
6.2.2.2 - Drenagem Pluvial e Industrial.....	II.70
6.2.2.3 - Esgotos Sanitários.....	II.72
6.2.2.4 - Efluentes Oleosos.....	II.75
6.2.3 - Resíduos Sólidos.....	II.76
7 - CARACTERIZAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA	II.77
7.1 - Núcleo Urbano.....	II.77
7.2 - Unidades Administrativas e de Apoio Operacional.....	II.78
7.3 - Instalações Portuárias.....	II.79
7.4 - Projeto de Expansão - Fase III.....	II.80
7.4.1 - Infra-Estrutura Urbana e Serviços.....	II.80
7.4.2 - Área Industrial do Porto.....	II.80
7.4.3 - Usina de Geração de Energia.....	II.81
7.4.4 - Rodoferrovia.....	II.82
7.4.5 - Estrada Saracá III - Papagaio.....	II.82
III - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	III.1
1 - ÁREA DE INFLUÊNCIA	III.2
2 - MEIO FÍSICO	III.4
2.1 - Clima e Condições Meteorológicas.....	III.4
2.2 - Geologia.....	III.24
2.3 - Geomorfologia.....	III.30
2.4 - Solos.....	III.35
2.5 - Recursos Hídricos.....	III.41
2.5.1 - Hidrologia.....	III.41
2.5.2 - Qualidade da Água.....	III.44
2.5.2.1 - Parâmetros Físico-Químicos.....	III.46
2.5.2.1.1 - Considerações Gerais.....	III.46
2.5.2.1.2 - Metodologia.....	III.47
2.5.2.1.3 - Resultados e Discussão.....	III.48
2.5.2.2 - Análises Bacteriológicas.....	III.68
2.5.2.2.1 - Considerações Gerais.....	III.68
2.5.2.2.2 - Metodologia.....	III.69
2.5.2.2.3 - Resultados e Discussão.....	III.70

3 - MEIO BIOLÓGICO	III.74
3.1 - Ecossistemas Terrestres	III.74
3.1.1 - Vegetação	III.74
3.1.1.1 - Considerações Gerais	III.74
3.1.1.2 - Metodologia.....	III.77
3.1.1.3 - Características Estruturais e Fisionômicas	III.79
3.1.1.3.1 - Floresta de Terra Firme.....	III.85
3.1.1.3.2 - Áreas de Reabilitação	III.100
3.1.1.3.2.1 - Áreas de Plantio	III.100
3.1.1.3.2.2 - Regeneração Natural	III.109
3.1.1.4 - Potencial Econômico.....	III.117
3.1.2 - Fauna.....	III.121
3.1.2.1 - Considerações Gerais	III.121
3.1.2.2 - Metodologia.....	III.122
3.1.2.3 - Características Faunísticas.....	III.123
3.2 - Ecossistemas Aquáticos	III.135
3.2.1 - Comunidade Planctônicas e Zoobentônicas	III.135
3.2.1.1 - Considerações Gerais	III.135
3.2.1.2 - Metodologia.....	III.137
3.2.1.3 - Tratamento Bioestatístico.....	III.138
3.2.1.4 - Resultados e Discussão	III.140
3.2.1.4.1 - Fitoplâncton.....	III.140
3.2.1.4.2 - Zooplâncton	III.155
3.2.1.4.3 - Zoobênton.....	III.168
3.2.2 - Ictiofauna.....	III.190
3.2.2.1 - Caracterização Regional da Ictiofauna.....	III.190
3.2.2.2 - Caracterização Local da Ictiofauna.....	III.192
3.2.2.2.1 - Dados Biológicos das Espécies.....	III.200
3.2.2.2.2 - Discussão	III.203
4 - MEIO ANTRÓPICO	III.204
4.1 - Considerações Gerais.....	III.204
4.2 - Caracterização Geográfica e Histórica.....	III.206
4.3 - Dinâmica Populacional	III.213
4.5 - Uso da Água	III.219
4.6 - Nível de Vida.....	III.220
4.6.1 - Assentamentos Humanos	III.221
4.6.2 - Educação	III.225
4.6.3 - Saúde.....	III.228
4.6.3.1 - Indicadores de Saúde Global	III.228
4.6.3.2 - Recursos Materiais e Humanos.....	III.232
4.7 - Estrutura Produtiva e de Serviço	III.233
4.8 - Organização Social	III.237
4.9 - Patrimônio Cultural e Arqueológico.....	III.239

IV - AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IV.1

1 - IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS IV.2

1.1 - Ações do Empreendimento IV.2

1.2 - Fatores Ambientais IV.6

1.3 - Atributos e Características dos Impactos IV.7

2 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE OS EFEITOS AMBIENTAIS DA MRN. IV.11

3 - EFEITOS SOBRE O MEIO FÍSICO IV.14

3.1 - Relevo IV.14

3.2 - Solos IV.17

3.3 - Recursos Atmosféricos..... IV.19

3.4 - Recursos Hídricos IV.21

4 - EFEITOS SOBRE O MEIO BIOLÓGICO IV.25

4.1 - Ecossistemas Aquáticos IV.25

4.2 - Ecossistemas Terrestres IV.29

5 - EFEITOS SOBRE O MEIO ANTRÓPICO IV.29

V - PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS E COMPESTATÓRIAS V.1

1 - DESCRIÇÃO DAS MEDIDAS MITIGADORAS E COMPESTATÓRIAS..... V.2

2 - REABILITAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS V.12

2.1 - Definição de Uso Futuro V.12

2.2 - Identificação das Áreas Degradadas V.13

2.3 - Processo de Reabilitação V.14

**VI - PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO E MONITORIZAÇÃO
AMBIENTAL..... VI.1**

1 - MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL V1.2

2 - INSTRUMENTAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DE REJEITO..... VI.3

3 - AVALIAÇÃO DAS ÁREAS REFLORESTADAS VI.6

BIBLIOGRAFIA

EQUIPE TÉCNICA

APRESENTAÇÃO

Criada em 1967, a Mineração Rio do Norte está situada na margem direita do rio Trombetas, na localidade denominada Porto Trombetas, município de Oriximiná -PA. As operações de lavra da MRN foram iniciadas em abril de 1979 e em agosto do mesmo ano era embarcado o primeiro navio de bauxita para o Canadá. As atividades operacionais consistem em lavra, beneficiamento, transporte ferroviário e embarque de navios. Atualmente, as atividades minerárias estão concentradas no Platô Saracá, sendo que a produção mineral do empreendimento é de cerca de 8,5 milhões de toneladas.

O presente documento consiste no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Projeto de Expansão - Fase III, elaborado de acordo com as orientações estabelecidas na Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986, com a finalidade de atender às exigências da legislação ambiental para o licenciamento do empreendimento. O Projeto de Expansão - Fase III da MRN contempla o aproveitamento do minério das Minas de Saracá III e Papagaio.

Após uma operação de britagem primária em cada uma das minas, o minério britado será transportado por sistemas independentes de transportadores de correia de longa distância, até o pátio existente na Mina Saracá, onde será estocado e homogeneizado para posterior recuperação e processamento na atual instalação de beneficiamento existente.

As unidades operacionais do Projeto de Expansão - Fase III serão constituídas das unidades necessárias à britagem do "Run-of-Mine" e ao transporte, homogeneização e recuperação de produto britado. A capacidade de produção prevista, em termos de produto final (após o beneficiamento) é de 10 milhões de ton/ano, sendo que cada uma das unidades de britagem primária terá capacidade para produzir minério correspondente ao total de 6 milhões t/ano de produto.

Os levantamentos e estudos realizados, ora consubstanciados neste documento, seguiram as diretrizes da Resolução CONAMA nº 01/86 e abrangeram a descrição detalhada das atividades industriais, de apoio operacional e de controle ambiental do empreendimento, a caracterização do diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, a identificação dos impactos ambientais e a proposição de medidas mitigadoras e a elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento.

I - INTRODUÇÃO

1 - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR**Razão Social :** MINERAÇÃO RIO DO NORTE S.A.**C.G.C.:** 04.932.216/0001-46**Inscrição Estadual :** 16.063.883-3**Diretoria :**

Diretor Presidente - Antônio João Martins Torres

Diretor de Administração e Finanças - Ozair Pereira de Siqueira

Diretor Comercial e de Suprimentos - Camilo Flamarion Ferreira dos Santos

Superintendente Geral de Operações- José Carlos Soares

Assessoria de Segurança, Saúde, Meio Ambiente e Qualidade - Reginaldo Pedreira Lapa

Departamento de Meio Ambiente - João Carlos Coelho Henriques

Endereço : Escritório Central

Porto Trombetas

Município de Oriximiná / PA - 68.275.000

Telex : (91) 54 58

Tel. : (091) 549-1335

Fax. : (091) 549-1482

Escritório Rio de Janeiro

Praia do Flamengo, 200 - 6º andar

Município do Rio de Janeiro/RJ - 22.209.900

Tel. : (021) 205-9112

Fax. : (021) 245-5717

Atividades da Empresa :

A sociedade tem por objetivo a extração de minérios, inclusive pesquisa e lavra; a prestação de serviços técnicos, o transporte, beneficiamento, embarque e comércio de minérios, por conta própria ou de terceiros; a exportação e importação de minérios; a participação societária em outras empresas, como sócia acionista ou cotista; e, empreender programas ou implantar projetos de florestamento ou reflorestamento por conta própria ou de terceiros; e atividades conexas e relativas aos objetos anteriormente listados.

2 - HISTÓRICO DO PROJETO PORTO TROMBETAS

Em 1962, a ALCAN havia terminado trabalhos de pesquisas nas regiões sul e sudeste do país, principalmente concentrados em áreas próximas à fábrica de alumina de Ouro Preto. Foi o geólogo holandês J. A. Staargaard, apoiado pelo então Gerente Geral da Alumínio Minas Gerais S.A., C.C Fletcher, que obteve a autorização da ALCAN no Canadá para estender as pesquisas de bauxita a Amazônia.

Já em 1963, equipes pioneiras da ALCAN descobrem as ocorrências de lateritas aluminosas na região do lago do Faro e de Jacuti - Parintis. Em 1966, através de interpretação de fotografias aéreas, é localizado um grande número de platôs na região, que controlam o sistema de drenagem nos rios Trombetas e Nhamundá. Neste mesmo ano, a ALCAN iniciou o reconhecimento de campo dessa região, localizando nesses platôs bauxita potencialmente econômica, sendo o maior e mais importante o de Saracá, a 30 km do rio Trombetas. No final da década de 60, uma área de cerca de 70.000 ha estava coberta por alvarás de pesquisa ou tinha pedidos de pesquisa com prioridade assegurada.

Confirmadas as grandes reservas de excelente qualidade comercial, são feitos estudos preliminares de engenharia que mostram existir local adequado para instalação de um porto no rio Trombetas, bem como a viabilidade de construção de uma estrada de ferro, ligando o porto à jazida.

Assim, em 1971, a ALCAN deu início a algumas obras referentes ao projeto. Entretanto, em maio de 1972, a empresa foi obrigada a interromper as obras, tendo em vista uma forte retração no mercado mundial do alumínio. Em dezembro de 1972, foi assinado um protocolo de entendimentos entre a ALCAN e a CVRD para a execução em conjunto de um Estudo de Viabilidade do empreendimento.

Em 1973, decidida a implantação do Projeto Bauxita de Trombetas foram contratadas várias companhias nacionais e estrangeiras para participação no consórcio multinacional. Em 11 de junho de 1974, acordo de acionistas constitui a Mineração Rio do Norte, associação de empresas nacionais e estrangeiras, da qual a Vale do Rio Doce Alumínio e a Cia. Brasileira de Alumínio detêm 52,5% das ações ordinárias.

Desde 1974, ocorreram algumas alterações no que se refere aos sócios e suas participações acionárias, resultando hoje, na seguinte composição de capital (ações ordinárias e preferenciais):

ALUVALE	- 40,0% (Brasil)
SHELL/BILLITON	- 14,8% (Holanda)
ALCOA	- 13,2% (U.S.A.)

ALCAN	- 12,0% (Canadá)
C.B.A.	- 10,0% (Brasil)
REYNOLDS	- 5,0% (U.S.A.)
NORSK HYDRO	- 5,0% (Noruega)

Em 17 de outubro de 1974, o projeto apresentado pela Mineração Rio do Norte à Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia SUDAM foi aprovado pelo Conselho Deliberativo, que através da Resolução nº 2030 declarou o mesmo de interesse para o desenvolvimento sócio-econômico da Amazônia, fazendo jus a isenção do imposto de renda pelo prazo de dez anos, bem como outros incentivos concedidos pelo Governo Federal.

O Projeto Trombetas é considerado de elevada prioridade para o Governo Federal e está enquadrado nas diretrizes estabelecidas para a ocupação ordenada e seletiva da Região Amazônica, conforme disposto no Decreto-Lei nº 74607, de 25/10/74, uma vez que se localiza no Polo IV do Polamazônia.

Ao custo aproximado de US\$ 430 milhões, foi iniciada, em 1976, a construção definitiva do projeto. As operações de lavra da MRN foram iniciadas em abril de 1979 e as demais unidades foram entrando em operação até julho; e em agosto do mesmo ano era embarcado o primeiro navio de bauxita brasileira para o Canadá. Até o final de 1993, foram produzidas mais de 75 milhões de toneladas, mantendo o Brasil na posição de 3o. maior produtor mundial de bauxita.

De 1979 a 1989, a MRN fazia a lavagem do minério na área industrial do porto e lançava o rejeito no lago Batata. A partir de 1989, com a conclusão do Projeto de Expansão Fase II, a instalação de beneficiamento foi transferida para a Mina Saracá e o processo de disposição de rejeitos alterado, de modo que o rejeito está sendo colocado no próprio local da lavra, onde será depois feita a revegetação. A capacidade de produção das instalações de beneficiamento da MRN é de 8,5 milhões de toneladas por ano.

As atividades operacionais da MRN consistem em lavra, beneficiamento, transporte ferroviário e embarque de navios. Na mina, o minério encontra-se a uma profundidade média de 8 m, coberto por vegetação densa e uma camada de estéril composta de solo orgânico, argila, cascalho bauxítico em matriz argilosa e laterita ferruginosa. De forma sequencial, são decapeadas faixas regulares na área da mina, sendo que o estéril removido é depositado na faixa adjacente, na qual o minério fora anteriormente lavrado. Após a recomposição topográfica estas áreas são submetidas aos processos de revegetação. Da área de lavra, o minério é transportado em caminhões fora-de-estrada até a instalação de britagem, de onde segue para as instalações de lavagem, cicloneamento e filtragem. Das atividades de beneficiamento, resultam cerca de 23% de massa sólida como rejeito da bauxita, que são atualmente lançados em reservatórios de deposição.

Depois de beneficiado, o minério é transportado da mina até a área industrial do porto, ao longo de uma ferrovia de cerca de 30 km. São 4 trens em operação transportando aproximadamente 1.800 t/trem de 22 vagões. Na área do porto, o minério é estocado para alimentar os fornos secadores ou segue úmido diretamente para os navios. A bauxita da MRN pode ser comercializada tanto úmida quanto seca. O porto tem calado para receber navios com capacidade de até 60.000 toneladas.

Uma das maiores produtoras mundiais de bauxita, a MRN vem operando no limite de sua capacidade nominal, em torno de 8,5 milhões de toneladas de minério, nível considerado bom, tendo em vista a retração do mercado de alumínio. Do total comercializado, cerca de 30% destina-se ao mercado interno e 70% à exportação para os Estados Unidos, Canadá, Venezuela e Ilhas Virgens.

O Plano de Expansão - Fase III da MRN, que contempla a exploração da Mina Saracá III e a abertura da Mina Papagaio, para atingir a capacidade de 10,0 milhões de toneladas anuais, tem como principal objetivo atender a refinaria da ALUNORTE, localizada no Estado do Pará, já a partir de 1995, sem prejuízo dos contratos de longo prazo com os tradicionais consumidores da bauxita de Trombetas.

Os contratos de longo prazo da MRN existentes, excluída a ALUNORTE, constituem cerca de 67% da sua atual capacidade de produção instalada (8,5 milhões de toneladas anuais). Os demais 33% atendem contratos de curto e médio prazos que devem ser mantidos no futuro em boa parte.

Com a inclusão da ALUNORTE na sua relação de clientes firmes, os contratos de longo prazo da MRN passarão a totalizar 84% da sua capacidade expandida de 10,0 milhões de toneladas anuais. Os restantes 16% suprirão os contratos de curto e médio prazos.

A partir do início das operações da ALUNORTE, suprida com bauxita da MRN, o Brasil consolidará sua posição de grande produtor mundial desta matéria prima, tornando-o também independente da importação do óxido de alumínio para suprimento da fábrica de metal da ALBRAS (também localizada em Bacarena no Estado do Pará). Como consequência da expansão da MRN e da operação da ALUNORTE, no final de 1995, haverá incremento do desenvolvimento nacional, em especial no Estado Pará, através da geração de empregos diretos e indiretos e da arrecadação de novos impostos

3. POLÍTICA AMBIENTAL DA MINERAÇÃO RIO DO NORTE

Um dos aspectos mais importantes da política ambiental implementada pela Mineração Rio do Norte refere-se ao comprometimento gerencial da empresa, mediante a atuação de setores especializados em sua estrutura organizacional com a função de preservar e reabilitar os ecossistemas da região e de controlar e minimizar os processos de degradação ambiental na área de influência da MRN. Atualmente, as atividades das áreas de segurança do trabalho, saúde ocupacional, conservação e controle ambiental foram centralizadas em um único órgão.

Ao longo de treze anos de operação, vários programas de preservação e controle ambiental foram desenvolvidos pela empresa, tanto nas áreas das atividades operacionais, quanto nos ecossistemas adjacentes ao empreendimento, através da intervenção direta ou apoiando os órgãos legalmente constituídos.

Com a finalidade de controlar e minimizar o impacto ambiental do Projeto Porto Trombetas, a empresa concentrou seus esforços em cinco pontos principais:

- proibição da caça nas áreas de influência do projeto;
- eliminação do lançamento na atmosfera de material particulado das chaminés dos secadores;
- asfaltamento das ruas e vielas de Porto Trombetas;
- revegetação das áreas desmatadas (mina, ferrovia e porto);
- deposição controlada dos rejeitos gerados no beneficiamento.

Atualmente, uma das atividades prioritárias é a recuperação efetiva do lago Batata, na sua unidade industrial instalada em Porto Trombetas. O projeto foi iniciado em 1987, quando a MRN optou por medidas menos paliativas e mais avançadas do ponto de vista de controle ambiental, com investimentos da ordem de US\$ 80 milhões e modificações de todo o esquema de produção.

Em 1989, foi introduzido um novo sistema de deposição de rejeitos, tendo como característica básica o retorno dos resíduos para os locais onde o minério já foi extraído. Paralelamente à transferência das instalações de beneficiamento, a MRN passou a desenvolver, através de convênio com cientistas da UFRJ, uma série de pesquisas buscando a definição de modelos adequados para o estabelecimento de um novo equilíbrio ecológico nas áreas assoreadas do lago Batata.

Consciente da sua responsabilidade quanto à preservação dos ecossistemas regionais, a MRN optou por revegetar as áreas de lavra, utilizando espécies nativas, o que, em grande escala, foi uma experiência pioneira na Amazônia. Os modelos estabelecidos para produção e plantio de mudas foram aperfeiçoados ao longo do tempo e os resultados obtidos, até o momento, são plenamente positivos, tanto na recuperação da flora quanto na reocupação pela fauna.

Além da revegetação das áreas lavradas, a MRN mantém, desde 1990, convênio com o IBAMA para a preservação das áreas das Reservas Biológicas do Rio Trombetas (355.000 ha) e da Floresta Nacional do Saracá - Taquera (429.600 ha). O convênio visa a colaboração mútua de apoio técnico-científico e financeiro da MRN para o desenvolvimento de ações para manter a integridade e perpetuação do patrimônio natural da região do rio Trombetas.

Desde o início da sua operação, a MRN já solucionou problemas de grande importância na área de meio ambiente. Objetivando a definição de diretrizes básicas para sua política ambiental, a empresa desenvolveu um plano diretor que está sendo implantado e gradativamente atualizado, à medida em que são identificadas soluções adequadas para os problemas existentes.

Recentemente, a MRN iniciou a execução do Plano de Monitoramento Ambiental na sua área de influência para o controle das atividades potencialmente poluidoras e/ou degradadoras do meio ambiente, a partir de um trabalho sistemático de acompanhamento das condições hídricas, atmosféricas e sonoras em Porto Trombetas.

A seguir, a Tabela I.3.1 apresenta os investimentos da MRN na área de meio ambiente para 1994, totalizando US\$4.540.000,00, podendo-se destacar especialmente os investimentos previstos para a implantação dos sistemas de coleta e recuperação de finos na área industrial do porto e embarque, de drenagem e coleta de finos no pátio de estocagem e de recuperação da água de drenagem na unidade de carregamento de vagões, além dos trabalhos de recuperação das áreas degradadas pelas atividades minerárias.

TABELA I.3.1

Investimentos na Área Ambiental - 1994

Atividade	US\$'000
- Plano de monitorização ambiental	140
- Projeto Novas Minas/Estudos Ambientais	100
- Sistema de coleta e recuperação de finos na área industrial do porto e embarque	1.980
- Sistema de drenagem e coleta de finos no pátio de estocagem	460
- Ampliação do separador de água/óleo na usina de geração de energia	60
- Sistema de tratamento de efluentes do laboratório químico	22
- Melhoria no separador água/óleo na área da Mina	15
- Sistema de recuperação da água de drenagem na unidade de carregamento de vagões	300
- Projeto de controle de erosão	240
- Sistema de disposição de esgoto na área de empreiteiras/Mina	40
- Convênio MRN/IBAMA	300
- Recuperação Lago Batata	215
- Recuperação de áreas através de hidrossemeadura	180
- Paisagismo	75
- Horto Botânico	54
- Recuperação de áreas degradadas através de reflorestamento	280
- Apoio a pesquisa nas áreas reflorestadas	79

4. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA

Razão Social : CEMA - Consultoria e Engenharia de Meio Ambiente Ltda.

C.G.C. : 23.970.726/0001.52

Inscrição Estadual : Isenta

Diretores : Ildeu Laborne Alves de Sousa

José Henrique Porto Silveira

Marco Antônio Pereira Pessoa

Endereço : Avenida Prudente de Moraes, 901 - Sobre-loja 02

Bairro Cidade Jardim

30.380-000 - Belo Horizonte - MG

Telefone: (031) 344.9424

II - EMPREENDIMENTO

1 - INFORMAÇÕES GERAIS

1.1. Localização do Empreendimento

A Mineração Rio do Norte está localizada no município de Oriximiná, na localidade denominada Porto Trombetas, à margem direita do rio Trombetas, afluente da margem esquerda do rio Amazonas. O Desenho QD2-MRN-01-25-002 apresenta o mapa de localização da área do Projeto Trombetas.

O distrito de Porto Trombetas, situado na longitude 56° 22' 48" W e latitude 1° 27' 31" N, está localizado a oeste do Estado do Pará, cerca de 80 km a oeste da confluência do rio Trombetas com o Amazonas. Em linha reta, Porto Trombetas dista 400 km a leste de Manaus, a 800 km a oeste de Belém e a 240 km a norte de Santarém.

Na medida em que a região não dispõe de infra-estrutura rodoviária, o empreendimento conta com um porto para receber navios de até 60.000 t e um aeroporto com pista asfaltada de 2.200 m. O transporte fluvial é o de maior uso em Porto Trombetas. O rio, como uma opção regional, é a via mais intensamente utilizada, tanto nos casos de abastecimento da vila e do Complexo Industrial, como para atender ao fluxo de passageiros no local. É através da via fluvial que Porto Trombetas mantém ligações diárias com Oriximiná e Santarém. Por sua vez, o transporte aéreo é o meio mais eficiente e factível para atingir as cidades de Belém e Manaus e, mesmo, Santarém, que se constituem nas ligações mais importantes para Porto Trombetas, especialmente do ponto de vista comercial.

Atualmente as atividades minerárias são desenvolvidas no Platô Saracá, distante cerca de 30 km de Porto Trombetas e ligado ao Complexo Urbano-Industrial por uma rodoferrovia. O Projeto de Ampliação das Instalações de Bauxita irá contemplar o aproveitamento do minério das Minas de Saracá III e Papagaio que serão exploradas concomitante às atividades da Mina Saracá II.

1.2 - Mão-de-Obra e Regime de Trabalho

A MRN emprega atualmente cerca de 1.050 funcionários, incluindo Porto Trombetas e os escritórios do Rio de Janeiro e de Belém. O número de funcionários com nível técnico ou superior é de 257 pessoas e o número de funcionários não especializados é de 797 pessoas. A seguir, a Tabela II.1.1 apresenta os dados relativos a mão-de-obra empregada na MRN.

TABELA II.1.1 - Mão-de-Obra

Local		Operação	Administração
Porto Trombetas	Mina	240	-
	Beneficiamento	249	-
	Porto	330	-
	Escritório	-	191
Rio de Janeiro		-	42
Belém		-	2
Total		819	235

A jornada de trabalho na MRN para os setores técnicos e administrativos é de 44 horas/semana, o que corresponde a aproximadamente 8,8 h/dia de trabalho, exceto para o escritório do Rio de Janeiro (40 h/semana). A jornada das atividades operacionais (mina, beneficiamento e porto) é de 24 horas/dia, em regime de 3 turnos/dia (o pessoal trabalha 6 dias por semana em turnos de 8 horas e folga 48 horas).

Além dos funcionários da MRN, trabalham em Porto Trombetas cerca de 1500 contratados de outras empresas prestadoras de serviços. Para a execução das atividades de desmatamento e decapeamento e de serviços de hotelaria, manutenção da vila, limpeza urbana, cozinha industrial, hospital e saneamento básico são contratadas empreiteiras

A implantação do Projeto de Expansão - Fase III não prevê o aumento significativo do quadro fixo de funcionários, devendo ocorrer um crescimento muito reduzido; contudo, haverá um incremento da contratação de mão-de-obra terceirizada.

1.3 - Investimentos e Cronograma de Implantação

A consolidação das estimativas de investimentos para o projeto de ampliação das instalações de bauxita no período 1994-1998, foi baseada nos seguintes pontos principais:

- plano de reposição e reforma de equipamentos e instalações;
- necessidade da abertura da segunda mina em Papagaio, compensada pela melhoria da qualidade da bauxita, a partir de 1997;

- implantação do sistema de britagem primária em Saracá III, compensada pela redução na distância do transporte na lavra;
- implantação do pátio de homogeneização de minério na Área Industrial de Saracá;
- implantação de mais um conjunto moto-gerador de 4,2 Mw na Usina de Geração de Energia;
- construção do refeitório definitivo da Mina;
- pavimentação asfáltica da estrada Porto-Mina e das ruas da Área Industrial da Mina;
- gastos com Pesquisa Geológica e Geometalúrgica;
- complementação do sistema de coleta e concentração da bauxita carregada pelas águas drenadas das instalações e das pilhas da Área Industrial do Porto;
- housekeeping anual (outros projetos) equivalente a US\$ 0.50 por tonelada de produção final.

Na Tabela II.1.2 a seguir, estão discriminados os valores previstos com os gastos de capital no período 1994-1998.

TABELA II.1.2 - INVESTIMENTOS (US\$ '000)

A - INVESTIMENTOS CORRENTES						
	1994	1995	1996	1997	1998	Total
. MINA						
Reformas						
"dragline"	1000	-	-	1000	-	2000
Substituições						
Escavadeiras	-	-	-	2450	4900	7350
Pás carregadeiras	1200	1200	2400	-	-	4800
Caminhões	-	-	-	-	4250	4250
Tratores	3320	3735	1660	-	-	8715
. BENEFICIAMENTO						
Rejeito	-	-	700	-	-	700
Melhorias Operacionais	200	200	200	200	200	1000
. PORTO						
Câmara de Combustão B	100	1000	-	-	-	1100
Melhorias Operacionais	200	200	200	200	200	1000
. GERAL						
Pesquisa Geológica	300	300	300	300	300	1500
. OUTROS-HOUSEKEEPING						
	3750	3750	4250	4250	4250	20250
TOTAL (1)	10070	10385	9710	8400	14100	52655

continua...

...continuação - TABELA II.1.2

B - OUTROS INVESTIMENTOS						
. MINA						
Nova Britagem Primária	1200	1900	1200	-	-	4300
Extensão da Correia (cerca de 3 Km)	2500	5100	4900	-	-	12500
Acréscimo de Frota Caminhões 85 t	-	850	2550	-	-	3400
. BENEFICIAMENTO						
Automação	400	800	400	-	-	1600
. PORTO						
Coleta de Lama	2000	1600	-	-	-	3600
2a. L.T. 69 Kv	1190	1190	-	-	-	2380
Automação	400	800	400	-	-	1600
. GERAL						
Pavimentação Asfáltica	9450	-	-	-	-	9450
Refeitório da Mina	700	500	-	-	-	1200
TOTAL (2)	17840	12740	9450	-	-	40030
SUBTOTAL (1) + (2)	27910	23125	19160	8400	14100	92695
C - ABERTURA DA SEGUNDA MINA						
	1994	1995	1996	1997	1998	Total
. MINA						
"dragline" 26 j3	1650	8230	6580	-	-	16460
Equip. Auxiliares	-	-	3000	-	-	3000
. BENEFICIAMENTO						
Britagem Primária	1200	1900	1200	-	-	4300
Correia Transportadora (8 km)	6630	10620	8780	-	-	26030
Obras Cíveis (correias)	850	1350	840	-	-	3040
Pilhas Homogeneização	1380	2500	1380	-	-	5260
. PORTO						
Grupo Gerador 4.2 Mw	500	2000	2500	-	-	5000
. GERAL						
Via de Acesso	800	400	-	-	-	1200
Sistema Elétrico	860	4210	3600	-	-	8670
Meio Ambiente	200	-	-	-	-	200
Alojamentos	500	500	-	-	-	1000
Utilidades	-	400	400	-	-	800
TOTAL (3)	14570	32110	28280	-	-	74960
TOTAL (1) + (2) + (3)	42480	55235	47440	8400	14100	167655

O cronograma básico para desenvolvimento da engenharia e implantação dos projetos relativos a abertura da segunda mina em Papagaio e construção/montagem da britagem primária de Saracá III, teve início em 1993 e terá término dos testes finais, para entrega das novas instalações à operação, em outubro de 1996.

O sumário do cronograma básico para implantação dos projetos está apresentado na Tabela II.1.3, a seguir.

TABELA II.1.3

Cronograma Básico do Projeto de Expansão - Fase III

FASES	1993	1994	1995	1996
ENGENHARIA				
. Conceitual	---			
. Basica	-----			
. Detalhada		-----		
SUPRIMENTO				
. Serviços		-----		
. Equipamentos e Materiais		-----		
CONSTRUÇÃO				
. Civil			-----	
. Eletromecânica			-----	
. Comissionamento				-----

2 - PESQUISA E RESERVAS MINERAIS

2.1 - Aspectos Geológicos

O horizonte principal de bauxita é confinado ao intervalo estratigráfico Terciário-Quaternário, Série Barreiras ou Formação Alter-do-Chão.

Formando o flanco Norte da Bacia Amazônica, rochas pré-Cambrianas do Escudo das Guianas ocorrem 70 km ao Norte do jazida. As mesmas se encontram cobertas discordantemente por uma fina sucessão de sedimentos Paleozóicos (Siluriano, Devoniano e Carbonífero) com mergulho 2 - 45.

Localmente, a Série Barreiras, conforme sondagens realizadas no leito do Rio Trombetas, é constituída por siltito cinzento com fissuras preenchidas por material calcário. Neste siltito, ocorrem intercalações de arenito arcoseano, de granulação fina, constituído de Quartzo (maior percentagem), Feldspato Potássico, Montmorilonita e Sericita. Segue-se uma sequência de mais de 100 m de espessura de sedimentos inconsolidados, caracterizados pela existência de areia argilosa e argila arenosa com lentes de arenito, silte e areia.

O arenito aflora nas margens do rio Trombetas, igarapés e lagoas. Possui granulação média, sua coloração varia de branco a rosa em decorrência da grande quantidade de manchas vermelhas. O cimento e a matriz são constituídos por caolinita.

Os horizontes de bauxita estão localizados no topo desta sequência e são normalmente cobertos por argila amarela. (Belterra Clay). O Quaternário é representado por areia e lama, evidenciados nas áreas de planície de inundação do rio Trombetas.

A gênese da bauxita encontrada na região de Trombetas envolve complexas reações físico-químicas entre a rocha fonte e o meio ambiente. A bauxita forma-se pela decomposição de rochas aluminosas, extensas coberturas sedimentares argilosas e arenosas, em regiões de clima tropical ou sub-tropical onde o fator de decomposição é intenso.

A primeira etapa de formação da bauxita consistiu na degradação dos silicatos de alumínio e consequente transformação em óxidos de alumínio. A sílica é lixiviada junto com outros elementos mais solúveis, resultando na concentração dos elementos residuais, principalmente de óxidos hidratados de alumínio e óxidos de ferro.

As áreas de ocorrência da bauxita constituem-se nos platôs, formando camadas de grandes extensões, praticamente horizontais. Os platôs do vale do rio Trombetas possuem superfícies tabulares aplainadas, com variações não superiores a 10,0 m. Se apresentam destacados no relevo e bastante

recortados, evidenciando um estágio geomorfologicamente avançado. Além disso, são geralmente limitados por escarpas acentuadas e possuem um desnível de aproximadamente 200 m em relação às áreas subjacentes.

Nos platôs mineralizados é característico uma escarpa abrupta de aproximadamente 10,0/15,0 m de altura, abaixo do qual se observa um declive mais suave, até uma altura de 100/120m, caracterizando um nível intermediário de erosão, observado com clareza ao longo da rodoferrovia.

2.2 - Atividades de Pesquisa e Reservas Minerais

No distrito de Trombetas foram pesquisados pela MRN aproximadamente 38 platôs, dentre os quais se destaca o platô Saracá, atualmente em exploração. A seguir, serão apresentados de forma resumida, os principais trabalhos de pesquisa realizados nos Platôs Saracá (III e V) e Papagaio (áreas de futuras explorações) e, principalmente os trabalhos de reavaliação de reservas por processos geoestatísticos (krigagem) para bauxita maciça e os volumes das camadas de estéril "A" e "B" dos platôs mencionados.

2.2.1 - Platô Saracá

Considerações Gerais

Os dados utilizados na reavaliação das reservas são provenientes da pesquisa pioneira executada pela ALCAN em poços com 0,8 m de diâmetro, escavados manualmente, e furos de sondagem rotativa de 6" diâmetro, executados pela MRN no "Pilot Exploration Program" (PEP) e no programa de pesquisa da empresa.

O critério de seleção de amostras adotado na reavaliação, para a geração de amostras compostas de cada poço ou furo, foi o mesmo critério adotado pela ALCAN, cujos parâmetros de seleção são os seguintes:

- Al_2O_3 total $\geq 50\%$
- SiO_2 total $\leq 10\%$
- recuperação $\geq 30\%$

Para a amostra composta foi adotado como fator de corte a espessura mínima de 1,0 metro. Além disso, foram estimadas as tonelagens de bauxita maciça para cada área individualmente, assim como os teores de alumina aproveitável, sílica reativa, ferro e recuperação nas seguintes frações granulométricas:

- fração 4 (+ 20 #)
- fração 5 (- 20 + 150 #)
- fração 6 (- 150 # + 400#)

Trabalhos Executados

O programa de pesquisa realizado em 1988 executou sondagens somente na área Saracá V e em parte do Saracá III, com a perfuração de 40 furos para redução da malha de 800 metros (malha diamante) para 400 metros (malha quadrada). Nas áreas Saracá I e Saracá III foram executadas duas pequenas malhas de sondagem pelo programa PEP ("Pilot Exploration Program") em áreas localizadas, abrangendo cada uma 40.000 m², com 25 furos em cada malha. Além desses, através do PEP foram executados mais 51 furos na área Saracá IV distribuídos em malhas, cruces geoestatísticas e furos isolados. Anteriormente a estes dois trabalhos só haviam os poços de pesquisa da ALCAN.

A área em estudo teve duas malhas de blocos de diferentes espaçamentos. Malha de 200 x 200 metros abrangendo o Saracá I, II e parte (30%) do Saracá III; e malha de 400 x 400 metros abrangendo o restante do Saracá III (70%) e o Saracá V. Em função disso, a área total (Saracá I a V) foi subdividida em duas áreas para facilitar o trabalho, que foram denominadas Área I (malha 200 x 200 m) e Área 2 (malha 400 x 400 m).

Considerando que nos trabalhos da pesquisa pioneira da ALCAN não foram tratadas e analisadas as frações finas (- 20 # + 150 # e - 150 # + 400 #) e, sim a fração + 20 #, e que, além disso, foram detectados alguns erros na composição de amostras anteriormente realizadas pela ALCAN, houve a necessidade de se obter os valores de sílica reativa e alumina aproveitável da fração + 20 #, assim como os valores de recuperação, Fe₂O₃, SiO₂ reativa e Al₂O₃ aproveitável para as frações finas (- 20 # + 150 # e - 150 # 400 #) através de regressões matemáticas.

Para tanto, foram utilizados os 101 furos de sondagem do PEP (Saracá IV, I e III), além dos furos do programa de pesquisa referente a 1988 (parte de Saracá III e Saracá V).

A partir dos dados das amostras compostas das frações 4, 5 e 6 de todos os furos de sonda e poços, foram feitas os variogramas de espessuras, acumulações de ferro, sílica reativa e alumina aproveitável (acumulação = espessura x recuperação x teor).

Estes dados foram utilizados na avaliação das reservas pelo método de krigagem, com blocos avaliados com dimensões de 200 x 200 m, para a área 1, e 400 x 400m, para a área 2. As totalizações dos resultados da krigagem foram feitas individualmente, por decretos de lavra, sendo para os platôs Saracá III e V encontram-se apresentadas nas Tabelas II.2.1 e II.2.2, a seguir.

TABELA II.2.1
Resultados da Krigagem - Bauxita Maciça
Platô Saracá III

FRAÇÃO	TEORES (%)			
	Fe2O3	SiO2	Al2O3	Recup.
4 (+ 20#)	10.77	3.39	49.44	57.87
5 (- 20# + 150#)	11.04	3.54	48.74	9.67
6 (- 150# + 400#)	15.14	2.63	47.54	2.85
9 (+ 400#)	10.89	3.38	49.27	70.39

Espessura média de minério	:	4.89 (m)
Área do platô	:	9.646.200 m ²
Volume de minério	:	47.144.940 m ³
Tonelagem bruta minério	:	80.146.401 t
Tonelagem fração 4	:	46.380.722 t
Tonelagem fração 5	:	7.750.157 t
Tonelagem fração 6	:	2.284.172 t
Tonelagem fração 9	:	56.415.051 t
Densidade utilizada:	:	1.7

TABELA II.2.2
Resultados da Krigagem - Bauxita Maciça
Platô Saracá V

FRAÇÃO	TEORES (%)			
	Fe2O3	SiO2	Al2O3	Recup.
4 (+ 20#)	9.61	4.47	48.09	57.38
5 (- 20# + 150#)	9.60	4.60	47.52	8.04
6 (- 150# + 400#)	13.99	3.257	46.41	1.93
9 (+ 400#)	9.73	4.45	47.97	67.35

Espessura média de minério	:	3.43 m
Área do platô	:	6.100.800 m ²
Volume de minério	:	20.938.480 m ³
Tonelagem bruta minério	:	35.595.417 t
Tonelagem fração 4	:	20.424.650 t
Tonelagem fração 5	:	2.861.872 t
Tonelagem fração 6	:	686.992 t
Tonelagem fração 9	:	23.973.514 t
Densidade utilizada	:	1.7

2.2.2 - Platô Papagaio

Considerações Gerais

Os dados utilizados na reavaliação das reservas do Platô Papagaio são também provenientes da pesquisa pioneira executada pela ALCAN em 33 poços com 0,8 m de diâmetro, escavados manualmente, e 150 furos de sondagem rotativa de 6" de diâmetro executados pela MRN durante o programa de pesquisa.

O critério de seleção de amostras adotado na reavaliação, para a geração de amostras compostas de cada poço ou furo, foi o mesmo adotado pela ALCAN para o Platô Saracá. As estimativas das toneladas de bauxita, assim como os teores de alumina aproveitável, sílica reativa, ferro e recuperação foram feitas adotando-se também os mesmos critérios do Platô Saracá.

Trabalhos Executados

Os trabalhos de sondagem no Platô Papagaio foram executados em duas fases. A primeira fase, com a execução de 24 furos, e a segunda, com a execução de 126, totalizando 150 furos de sondagem. Inicialmente, o platô foi pesquisado através da execução de 33 poços da ALCAN, principalmente na malha de 800 metros (malha diamante, com algumas irregularidades nas bordas). A primeira fase de sondagem com 24 furos foi executada para reduzir a malha para 400 metros (malha quadrada) e para que se pudesse melhor planejar e dimensionar a segunda fase, após a obtenção dos resultados da primeira. Na segunda fase de sondagem foram realizados 126 furos, reduzindo-se a malha de 400 metros para 200 metros.

Para o Platô Papagaio, as equações de regressão matemáticas foram obtidas nos 150 furos de sondagem e aplicadas aos 33 poços da pesquisa original.

A partir dos dados das amostras compostas nas frações 4, 5 e 6, para todos os furos de sonda e poços, foram feitos os variogramas de espessuras, acumulações de ferro, sílica reativa, alumina aproveitável e recuperação, por variável e fração granulométrica.

Estes dados foram utilizados na reavaliação das reservas pelo método de krigagem, sendo os blocos avaliados com dimensões de 200 x 200 m, coincidente com a malha final da pesquisa. As totalizações foram feitas para toda a área pesquisada, independentemente das divisões dos decretos de lavra e encontram-se apresentadas na Tabela II.2.3, a seguir.

TABELA II.2.3
Resultados da Krigagem - Bauxita Maciça
Platô Papagaio

FRAÇÃO	TEORES (%)			
	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Recup.
4 (+ 20#)	9.27	2.04	53.27	55.53
5 (- 20# + 150#)	7.46	2.22	53.57	16.55
6 (- 150# + 400#)	9.09	1.53	53.58	1.92
9 (+ 400#)	8.86	2.07	53.35	74.00

Espessura média de minério	:	2.40 m
Área do platô	:	3.934.800 m ²
Volume de minério	:	9.456.956 m ³
Tonelagem bruta minério	:	16.076.826 t
Tonelagem fração 4	:	8.927.461 t
Tonelagem fração 5	:	2.660.715 t
Tonelagem fração 6	:	308.675 t
Tonelagem fração 9	:	11.896.851 t
Densidade utilizada:	:	1.7

Verifica-se através da Tabela II.2.3 que a recuperação do produto fino (-20 # + 150#) é bastante alta (16,55%), representando quase o dobro da média observada no Platô Saracá. Como a recuperação desta fração na Planta Industrial é cerca de 33% mais alta do que recuperação obtida em laboratório, teríamos para este produto uma recuperação industrial na faixa de 21,5% com teor médio em torno de 53,57% para Al₂O₃ aproveitável e 2,22% para SiO₂ reativa, teores que podem ser considerados excelentes.

2.3 - Descrição das Jazidas da MRN

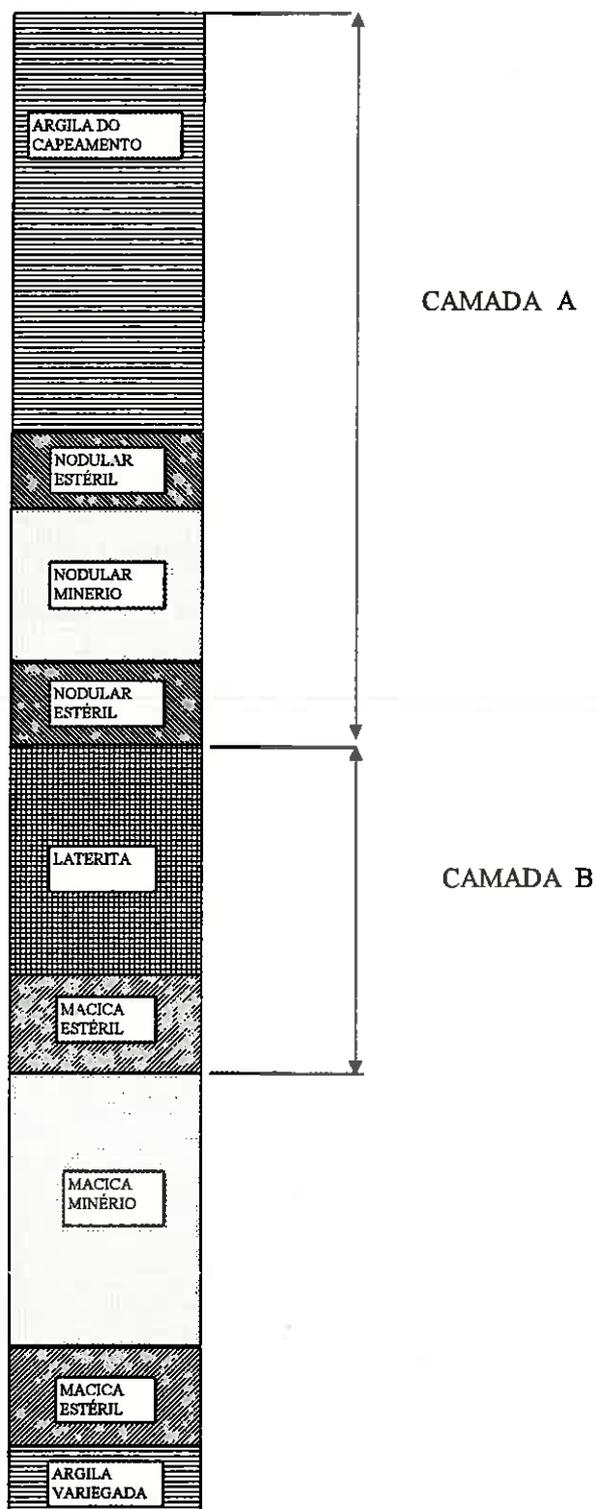
Considerações Gerais

A bauxita de Porto Trombetas ocorre em platôs de grande extensão, conforme já mencionado, com altitude variando até 210 metros em relação ao nível do mar. Uma seção típica de platô nas áreas mineralizadas apresenta a seguinte sequência (do topo a base), de acordo com a Figura II.2.1 a seguir:

- Cobertura Vegetal
- Capeamento
- Bauxita Nodular
- Laterita Ferruginosa
- Bauxita Maciça (Gibbsítica)
- Argila Variegada

FIGURA II.2.1

PERFIL ESQUEMÁTICO - CAMADAS A e B



Tal sequência pode ser dividida em três zonas distintas: argila belterra, zona de laterita concrecionária e a zona saprolítica. Deste modo, o capeamento corresponde à argila belterra; a laterita ferruginosa, bauxita nodular e maciça correspondem à zona de laterita concrecionária e a argila variegada à zona saprolítica.

Baseado em informações acumuladas ao longo dos anos é apresentada a seguir a descrição do quadro geológico do platô Saracá, que segundo os dados de pesquisa não diferem significativamente dos demais platôs.

Cobertura Vegetal e Argila Belterra

O perfil típico, de acordo com a Figura II.2.1, apresenta uma cobertura densa de mata tipicamente de floresta tropical superpondo-se a uma camada de solo vegetal com espessura de 0 a 50 cm.

Abaixo do solo vegetal ocorre uma argila caulínica amarela que caracteriza o capeamento do platô bastante uniforme e permeável. A textura é finamente porosa, podendo conter pequenos nódulos gibsíticos e ferruginosos. A proporção de gibsita aumenta na direção do contato com o horizonte concrecionário subjacente. A argila possui espessura máxima de cerca de 14 metros no centro dos platôs mais largos diminuindo progressivamente em direção aos bordos, chegando a se ausentar nas partes mais intensamente erodidas. A espessura média é de 7 a 10 metros.

Sua conotação genética, vem sendo ao longo dos anos, alvo de diversas discussões, podendo ser apresentadas nas seguintes interpretações:

- deposição de sedimentos lacustres (Sombroek, 1966);
- deposição pela ação de fluxos de lama (Troddenbrodt, W; Kotschoubey, B, 1981);
- solo "in situ" gerado a partir da sequência bauxítica sotoposta, após a bauxitização (Wolf e Silva, 1981);
- solo residual "in situ" formado contemporaneamente com as bauxitas (Aleva, 1981).

Na verdade, ainda continuam sendo efetuados estudos para que se possa realmente definir a origem deste material que, como se pode observar, para alguns autores é uma formação mais recente que as lateritas e para outros é uma parte integral do perfil de alteração.

Bauxita Nodular

Este horizonte é caracterizado pela presença de nódulos arredondados de gibsita finamente cristalina, englobando pisólitos ferruginosos, distribuídos numa matriz argilosa, caulínica, de aparência similar

a argila do capeamento. A bauxita nodular tem uma espessura média de 1,3 m, podendo variar até 2,5m , e representa aproximadamente 20% da reserva total.

Os pisólitos ferruginosos são constituídos de uma mistura de goethita-limonita, hematita e caulinita (este último muito disseminado). Possuem caráter textural cripto a micro-cristalino, englobando "amígdalas" de gibsita pura. A textura da gibsita também é cripto a microcristalina.

O contato deste horizonte com a argila do capeamento é gradacional; evidenciado pela diminuição dos nódulos de bauxita à medida que se aproxima do mesmo. Em relação ao horizonte subjacente, ou seja, no contato com a laterita ferruginosa, há um aumento da percentagem dos nódulos e uma diminuição de argila na matriz em direção a base da camada.

A análise química deste material bruto mostra teores de Al_2O_3 total em torno de 50.3% e SiO_2 total em torno de 15.5%. Já a análise realizada no material lavado mostra uma média de 47.2% e 6.8% para Al_2O_3 ap. e SiO_2 reat., respectivamente.

Devido ao baixo teor de alumina aproveitável e alto teor de sílica reativa, essa ocorrência é hoje tratada como estéril, assim como a argila amarela. Existem estudos e pesquisas objetivando viabilizar o aproveitamento econômico dessa bauxita, porém, ainda não são conclusivos.

Laterita Ferruginosa

Na laterita, o horizonte ferruginoso é visivelmente distinto da nodular devido a tonalidade vermelho escura resultante do aumento de conteúdo de Fe_2O_3 . Esta zona de laterita é muito rica em óxido e hidróxido de ferro, podendo conter, localmente, alta percentagem de alumina. Neste caso, tem denominação de bauxita ferruginosa. A espessura da camada de laterita ferruginosa varia em torno de 1,2 m. Existem variações significativas no que diz respeito aos aspectos de composição e textura deste horizonte.

Próximo ao contato com a bauxita nodular ocorre um material com aspecto conglomerático, de dureza elevada à medida que aumenta a profundidade. Nesta zona há presença de grandes blocos compactos, fragmentados de laterita muito ferruginosa, onde frequentemente evidencia-se preenchimentos de cavidades por argila amarelo-claro. Em alguns locais, ocorre laterita com o aspecto de um arenito, onde são preservados os grãos de quartzo, bastante corroídos, cimentados por óxidos de coloração escura. É sempre caracterizado o aspecto poroso deste material.

A matriz é constituída por material ferruginoso ou gibsítico, podendo conter fragmentos ferruginosos e grãos de gibsita o que por sua vez indica uma laterização posterior. A gibsita também ocorre preenchendo cavidades e fraturas. A composição mineralógica, em ordem decrescente de

porcentagem, é a gibsita, goethita, anatásio, sericita, caulinita, boehmita e quartzo. Acima deste nível, frequentemente ocorre uma bauxita branca, de dureza elevada, gradando para laterita em porções descontínuas e com aspecto coloidal. Tal fato se evidencia principalmente próximo às bordas do platô.

Bauxita Maciça

Com o aumento da profundidade, há uma gradação da laterita ferruginosa para a bauxita maciça. Tal fato caracteriza-se pela substituição gradativa do ferro pela sílica. O horizonte mineralizado varia de 1,0 a 7,0 m, com média de 4,5 m. A bauxita é essencialmente gibsítica (tri-hidratada), com menos de 1% de boehmita (mono-hidratada). Os principais constituintes mineralógicos são: gibsita (4,5 - 83,6%); caulinita + haloixita (7,2 - 4,0%); como minerais secundários tem-se (em ordem decrescente): boehmita, quartzo, anatásio, rutilo, turmalina e zircão.

Neste horizonte, podem ser definidas algumas zonas, ou seja, a camada de bauxita propriamente dita pode ser subdividida em algumas partes de acordo com o variado comportamento que a mesma apresenta. Assim, a parte superior é formada por uma camada dura de bauxita ferruginosa e quartzosa (ainda remanescente do horizonte anterior), de densidade elevada, podendo chegar até 2 m de espessura. Com uma variação lateral e vertical, a parte intermediária da camada é caracterizada por uma bauxita de aspecto textural bastante diversificado, dentre os quais se englobam, texturas do tipo: sacaróide, porosa, granular e predominantemente celular.

Na bauxita celular os septos são geralmente de gibsita cristalizada, com as células vazias ou preenchidas por gibsita, que com a proximidade do horizonte inferior é substituída por argila caulinitica, caracterizando assim um contato gradativo com este horizonte subjacente. Bolsões de argila amarela caulinitica, principalmente no sentido vertical, com pequenos blocos de bauxita de diversos tipos de textura, ocorrem em toda a jazida. A passagem da bauxita para o horizonte saprolítico é gradual.

Argila Variegada

Trata-se de uma argila de cor clara, caulinitica. No contato, ou dentro da argila variegada, ocorrem pequenos blocos de bauxita com textura granular, de coloração rosada. O contrário também ocorre, com frequentes evidências deste material "invadindo" o horizonte sobrejacente. Assim, os contatos entre as diferentes camadas na prática não são tão evidentes como pode parecer quando se observa o perfil litológico da jazida. Existe uma transição gradacional entre as camadas subjacentes e, conforme já mencionado, bolsões de uma camada superior interpenetrando na camada imediatamente inferior.

3 - LAVRA

3.1 - Plano Quinquenal de Operações (1994-1998)

a - Aspectos Gerais

A queda da qualidade da bauxita e o aumento da distância média de transporte do minério na lavra do platô Saracá, acarretarão alterações significativas nas atividades operacionais da MRN nos próximos cinco anos. Para compensar a queda da qualidade de Saracá, a partir de 1997, será aberta uma segunda mina no platô Papagaio e, para reduzir a distância e o custo do transporte na lavra, será instalado um novo sistema de britagem primária em Saracá III, até o final de 1996.

A segunda mina, o novo sistema de britagem de Saracá, os sistemas de correias e o pátio de homogeneização, que será implantado na área industrial de Saracá, devem estar em operação plena a partir de janeiro de 1997.

Essas novas instalações trarão, a princípio, um aumento na demanda máxima de energia elétrica da ordem de 4.0 Mw, requerendo, assim, a implantação de mais um módulo de 4.2 Mw na Usina de Geração, até julho de 1996. Estudos de viabilidade técnica e econômica definirão o tipo de "dragline" mais adequado para a segunda mina. Só após a conclusão desses estudos, é que o arranjo definitivo do Sistema de Geração de Energia será consolidado.

O programa de vendas previsto para o período, foi estabelecido com base nas melhores estimativas dos sócios da MRN, manifestadas na reunião do Comitê Comercial de março de 1993. Para o biênio 1994-1995 estão previstas vendas de 7,5 milhões de toneladas anuais e a partir de 1996 de 8,5 milhões. Cenários mais otimistas apontam para vendas em torno de 9,0 milhões de toneladas anuais em 1994 e 1995, e 11,5 milhões a partir de 1996.

Os custos operacionais, a partir da abertura de Papagaio em 1997, tendem a aumentar devido ao crescimento da relação estéril/minério, ao maior consumo específico de energia elétrica e ao aumento da distância de transporte por correia. O aumento desses custos será compensado pelo benefício da redução na distância de transporte da lavra em Saracá, pela renovação da frota de equipamentos móveis e pela melhoria da eficiência operacional da MRN, através do desenvolvimento do Programa de Qualidade. A qualidade média da bauxita, vale ressaltar, será no período pouco superior aos 50% de alumina aproveitável e inferior aos 3,5% de sílica reativa.

A engenharia básica dos projetos, relacionados com a abertura de Papagaio, foi desenvolvida a partir do segundo semestre de 1993. O prazo final para implantação desses projetos está previsto para outubro de 1996. Os investimentos previstos para o período totalizam US\$ 166,5 milhões, distribuídos

em: US\$ 51,5 milhões para "housekeeping", US\$ 40,0 milhões para novos projetos e US\$ 75,5 milhões para abertura da segunda mina em Papagaio.

O sumário do programa de produção e vendas da previsão de qualidade da bauxita e investimentos para o período 1994-1998 é apresentado na Tabela II.3.1

TABELA II.3.1

Sumário do Programa de Produção/Venda - Previsão de Qualidade e Investimentos

ANO	1994	1995	1996	1997	1998
Produção/Vendas (t'000)	7500	7500	8500	8500	8500
Qualidade (%) Al ₂ O ₃ Ap	50.26	50.26	49.88	50.37	49.79
SiO ₂ Re	3.24	3.32	3.73	2.90	3.11
Investimentos (US\$ milhões)	42.5	55.2	47.4	8.4	14.1

b - Operações de Lavra

As atividades de lavra no período 1994-1996 serão desenvolvidas exclusivamente no platô Saracá. A partir de 1997, o platô Papagaio passa a contribuir para o programa anual de produção com 3,0 milhões de toneladas, base produto final, enquanto Saracá III, em operação simultânea, contribuirá com 5,5 milhões de toneladas. A Figura II.3.1 apresenta o fluxograma simplificado de lavra. Os Desenhos n°s QB1-MRN-38-21-020 e QD2-MRN-40-23-831, apresentam os Planos de Desmatamento, e os Desenhos n°s QB1-MRN-38-21-021 e QD2-MRN-40-23-380 apresentam os Planos de Lavra das minas Saracá e Papagaio, respectivamente, até o ano 2000.

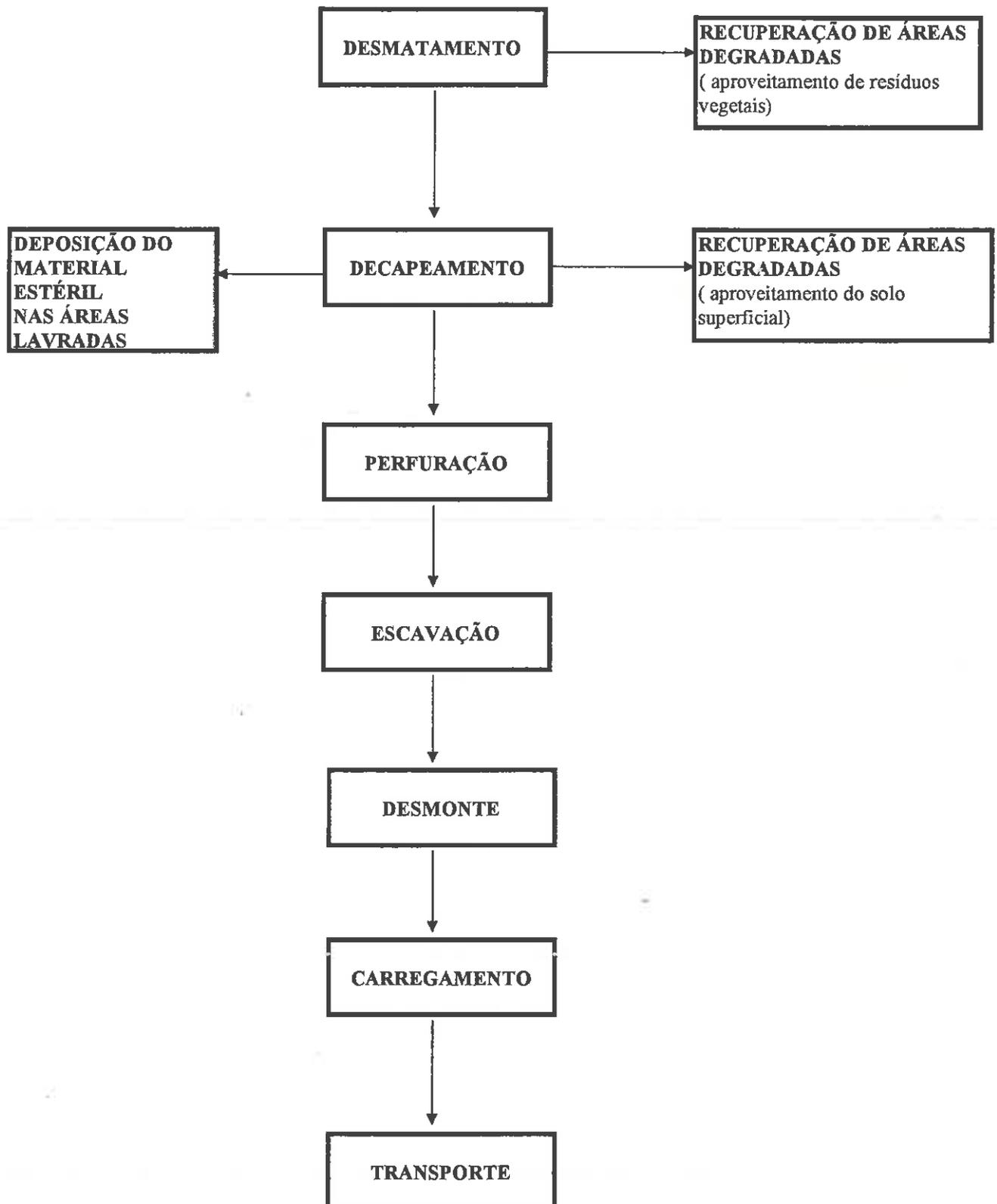
A distância média de transporte no platô Saracá será reduzida de 4.100 para 1.200 metros, a partir de 1997, com a instalação de um novo sistema de britagem primária em Saracá III, que será interligado ao novo pátio de blendagem na área industrial de Saracá, por uma correia transportadora de aproximadamente 3 km de comprimento.

A recuperação da lavra foi prevista como 100% da reserva definida pela pesquisa geológica e a bauxita nodular considerada como estéril.

Para a produção de 3,0 milhões de toneladas anuais, base produto final em Papagaio, a partir de 1997, não será necessária a transferência de uma "dragline" 480 W de Saracá para a nova mina. Esta alteração em relação ao plano anterior, justifica-se com a mudança do regime de trabalho de 300 para 365 dias por ano e de 22 para 24 horas programadas por dia.

FIGURA II.3.1

FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DE LAVRA



A remoção de estéril com "motoscrapers" ao longo do horizonte deste plano totaliza aproximadamente 6.0 milhões de metros cúbicos, incluindo cerca de 2,4 milhões para abertura do "box-cut" de Saracá III, no período 1994-1996.

Os trabalhos de desmatamento, remoção de "top soil", manutenção de estradas, perfuração e desmonte, foram previstos através da contratação de terceiros.

O plano de desmatamento para os próximos cinco anos ainda não contempla as áreas onde serão instaladas as correias transportadoras e as vias de acesso ao platô Papagaio. Essas áreas serão definidas ao longo do desenvolvimento da engenharia básica para abertura da segunda mina.

Na fase de decapeamento a programação de trabalho das "draglines" está prevista para regime de 7 dias por semana, 24 horas por dia em 1993 e 1996, no platô Saracá. Em Papagaio, a partir de 1997, a nova "dragline" de 26 j³ está programada para trabalho em regime de 7 dias por semana. As fases de escavação e transporte poderão operar em regime de 6 dias semana ao longo dos próximos cinco anos.

c - Qualidade

A qualidade prevista para a bauxita da MRN no período 1994-1998 está dentro dos padrões produzidos no biênio 1992-1993, com exceção de 1996, quando a sílica reativa no platô Saracá ficará em torno dos 3.7%. Com o início das operações de Papagaio, a partir de 1997, o teor médio de sílica retiva retorna ao patamar dos 3.0%.

Além da queda no teor, a bauxita do Platô Saracá sofrerá queda significativa da recuperação no beneficiamento, acarretando a necessidade de aumento gradativo na produção de R.O.M. e remoção de estéril ao longo do tempo. Em Papagaio os teores e as recuperações são significativamente melhores que em Saracá III.

Os teores e recuperações previstos neste plano foram definidos a partir de ajustes dos resultados da pesquisa geológica com os resultados obtidos na planta de beneficiamento nos últimos anos.

A MRN planeja para os próximos cinco anos continuar os trabalhos de reavaliação das reservas e pesquisas geometalúrgicas nas áreas Saracá, Teófilo, Aramã, Bela Cruz e Aviso I e II, principalmente para reavaliar os teores de sílica reativa.

3.2 - Dados e Parâmetros Básicos

Os dados e parâmetros básicos relativos às operações no Platô Saracá, no período de 1994/1998, são apresentados a seguir, na Tabela II.3.2 Para o Platô Papagaio os dados e parâmetros básicos são apresentados na Tabela II.3.3. Na Tabela II.3.4 é apresentado o sumário geral dos dados e parâmetros básicos de Saracá e Papagaio.

TABELA II.3.2

**Plano de Lavra
Produção e Qualidade
Sumário Saracá**

	1994	1995	1996	1997	1998
DESMATAMENTO (ha)	147	109	83	100	84
REFLORESTAMENTO (ha)	48	15	15	15	15
DECAPEAMENTO (M3 '000)	15140	13520	15746	9465	8996
R.O.M. (t '000)	11161	11133	12749	8416	8505
ESTERIL/MINEIRO (M3/t)					
* R.O.M.	1.27	1.29	1.26	1.13	1.09
* PRODUTO FINAL	1.89	1.91	1.89	1.73	1.69
D.M.T. (M)	3209	3695	4159	1252	1341
ALUMINA APROVEITAVEL (%)					
* PESQUISA	50.73	50.76	50.34	49.34	47.68
* TEOR ESPERADO	50.26	50.29	49.88	48.89	47.24
SÍLICA REATIVA (%)					
* PESQUISA	2.99	3.07	3.45	3.12	3.16
* TEOR ESPERADO	3.24	3.32	3.73	3.37	3.41
RECUPERAÇÃO UMIDA (%)	70.3	70.5	69.7	67.8	66.7
RECUPERAÇÃO FINAL (%)	67.2	67.4	66.7	65.4	64.7
PRODUTO FINAL (t '000)	7500	7500	8500	5500	5500

TABELA II.3.3

**Plano de Lavra
Produção e Qualidade
Sumário Papagaio**

	1994	1995	1996	1997	1998
DESMATAMENTO (ha)	-	12	101	95	89
REFLORESTAMENTO (ha)	-	-	-	-	90
DECAPEAMENTO (M3 '000)	-	-	634	6865	7574
R.O.M. (t '000)	-	-	-	4591	4381
ESTERIL/MINEIRO (M3/t)					
* R.O.M.	-	-	-	1.35	1.85
* PRODUTO FINAL	-	-	-	2.07	2.70
D.M.T. (M)	-	-	-	737	1188
ALUMINA APROVEITAVEL (%)					
* PESQUISA	-	-	-	53.58	54.98
* TEOR ESPERADO	-	-	-	53.09	54.47
SILICA REATIVA (%)					
* PESQUISA	-	-	-	1.76	2.20
* TEOR ESPERADO	-	-	-	1.90	2.38
RECUPERAÇÃO UMIDA (%)	-	-	-	69.4	72.7
RECUPERAÇÃO FINAL (%)	-	-	-	65.3	68.5
PRODUTO FINAL (t '000)	-	-	-	3000	3000

TABELA II.3.4

**Produção e Qualidade
(Sumário Geral)**

	1994	1995	1996	1997	1998
DESMATAMENTO (ha)	147	121	184	195	173
REFLORESTAMENTO (ha)	48	15	15	15	105
DECAPEAMENTO (M3 '000)	15140	13520	16380	16330	16570
R.O.M. (t '000)	11161	11133	12749	13007	12886
ESTERIL/MINEIRO (M3/t)					
* R.O.M.	1.27	1.29	1.26	1.46	1.66
* PRODUTO FINAL	1.89	1.91	1.89	2.23	2.52
D.M.T. (M)	3209	3695	4159	1070	1289
ALUMINA APROVEITAVEL (%)					
* PESQUISA	50.73	50.76	50.34	50.84	50.25
* TEOR ESPERADO	50.26	50.29	49.88	50.37	49.79
SILICA REATIVA (%)					
* PESQUISA	2.99	3.07	3.45	2.69	2.88
* TEOR ESPERADO	3.24	3.32	3.73	2.90	3.11
RECUPERAÇÃO UMIDA (%)	70.3	70.5	69.7	68.4	68.9
RECUPERAÇÃO FINAL (%)	67.2	67.4	66.7	65.3	66.0
PRODUTO FINAL (t '000)	7500	7500	8500	8500	8500

3.3 - Equipamentos de Mineração

A seguir, a Tabela II.3.5 apresenta a lista dos equipamentos utilizados atualmente nas operações de lavra da Mina de Saracá II.

TABELA II.3.5 - Lista dos Equipamentos

MINA DE SARACÁ II	
EQUIPAMENTOS	CARACTERÍSTICAS
(2) "draglines"	Bucyrus - 480w, 17 j3
(1) "dragline"	Bucyrus - 680 w
(4) motoscrapers	Terex - S 24, 24 m3
(1) retroescavadeiras	LIEBHERR - 991. 8,5 M3
(2) retroescavadeiras	LIEBHERR - R-994
(6) pás carregadeiras	CAT - 988B, 7 J3
(4) caminhões fora de estrada	CAT - 768
(5) caminhões fora-de-estrada	CAT - 777B de 85 t
(13) trator de esteiras	CAT - D8L
(1) trator de pneus	CAT - 824 B
(2) perfuratrizes	tipo "Auger Drill"

Em função das diversas alterações operacionais das atividades minerárias previstas com a implementação do Projeto de Expansão - Fase III, haverá significativas mudanças nas frotas de equipamentos móveis de mineração. Na Tabela II.3.6, a seguir, são apresentadas as substituições e acréscimos de unidades das frotas de equipamentos móveis, previstos para os próximos quatro anos.

Estão previstas duas grandes reformas de "draglines"; da "dragline" 680W, em 1994, e de uma 480E (1402), em 1997. A última retroescavadeira Liebherr R991 deve ser substituída por outra de maior capacidade em 1997, enquanto que as duas R994, adquiridas em 1991, devem ser substituídas em 1998. As pás carregadeiras CAT 988 B (6) devem ser substituídas progressivamente em 1994, 1995 e 1996, por máquinas (3) de maior capacidade, compatíveis com os caminhões de 85 t.

A frota de caminhões CAT 768 (10) será desmobilizada, sem reposição, no início de 1997. A substituição deixa de ser necessária em função da redução significativa da distância de transporte, depois da abertura da segunda mina em Papagaio, e da instalação da nova britagem primária em Saracá III. Os primeiros caminhões CAT 777 B (5), de 85 t, adquiridos em 1991, devem ser substituídos em 1998. A frota de tratores CAT D8L (13) será também substituída progressivamente ao longo de 1994, 1995 e 1996. Essas máquinas devem ser substituídas por máquinas maiores, resultando na redução de três unidades da frota ao final das substituições. Os acréscimos nas frotas estão

relacionados com o aumento na distância do transporte na lavra em Saracá e com a abertura da segunda mina em Papagaio. Em Saracá serão necessários quatro caminhões de 85 t, sendo um em 1995 e três em 1996. Em Papagaio serão necessários equipamentos auxiliares e uma "dragline" de 26 J3, que devem estar disponíveis para operação no final de 1996.

Cabe mencionar, que este programa de reformas, substituições e acréscimos nas frotas de equipamentos móveis é estimativo, podendo ser avaliado técnica e economicamente ao final de cada ano para efeito da elaboração do orçamento de capital da MRN.

TABELA II.3.6

Mineração Rio do Norte S.A
Equipamentos e Instalações - 1994 - 1998

PLANO DE SUBSTITUIÇÃO E REFORMA DE EQUIPAMENTOS					
EQUIPAMENTOS	1994	1995	1996	1997	1998
"Dragline" 1401					
"Dragline" 1402				1.000	
"Dragline" 1501	1.000				
Liebherr R991 04				2.450 (1)	
Liebherr R994 01					2.450 (1)
Liebherr R994 02					2.450 (1)
Fel CAT 992 C 01			1.200 (2)		
Fel CAT 988 B 01	(*)				
Fel CAT 988 B 02	1.200 (2)				
Fel CAT 988 C 03		(*)			
Fel CAT 988 C 04		1.200 (2)			
Fel CAT 988 C 05			(*)		
Fel CAT 988 C 06			1.200 (2)		
Truck CAT 768 C 01 a 10				(*)	
Truck 777 B 01					850
Truck 777 B 02					850
Truck 777 B 03					850
Truck 777 B 04					850
Truck 777 B 05					850
Dozer Cat D-8-L 01	(*)				
Dozer Cat D-8-L 02	830 (3)				
Dozer Cat D-8-L 03	830 (3)				
Dozer Cat D-8-L 04	830 (3)				
Dozer Cat D-8-L 05	830 (3)				
Dozer Cat D-8-L 06		(*)			
Dozer Cat D-8-L 07		830 (3)			
Dozer Cat D-8-L 08		830 (3)			
Dozer Cat D-8-L 09		830 (3)			
Dozer Cat D-8-L 10		830 (3)			
Dozer Cat D-8-L 11			(*)		
Dozer Cat D-8-L 12			830 (*)		
Dozer Cat D-8-L 13			830 (3)		
Wheel Dozer 824 B 01		415			
"Dragline" 1401			1645		
Truck 85 st		850			
Truck 85 st			850		
Truck 85 st			850		
Eg. Aux. Papagaio			3.000		
Total	5.520	5.785	26.060	3.450	9.150

(1) Escavadeira de 14 m³

(3) Trator de Esteira de 700 HP

(2) Pá-Carregadeira de 12 cy

(*) Desmobilizador sem reposição

3.4 - Método de Lavra e Operações

O método de lavra utilizado na MRN é a céu aberto. A geologia do depósito, o tipo de jazimento, a topografia local e as características físicas e químicas do material aliados aos volumes de escavação, escala de produção e à economicidade do sistema, definiram como viável a adoção de método de lavra em tiras ou faixas, também denominado "Strip Mining".

O método adotado consiste basicamente na remoção do capeamento em faixas longitudinais de 30 m de largura, promovendo o descobrimento da camada de bauxita. O material estéril é retirado e depositado, por "draglines" e por "scrapers", em pilhas formadas a partir do fundo do "pit" na faixa anteriormente lavrada. Estas máquinas executam, simultaneamente, o trabalho de escavação e carregamento deste material. A remoção do minério é feita pelo sistema convencional, utilizando escavadeiras e caminhões "fora-de-estrada".

A mina está dividida em três grandes blocos principais de trabalho que definem áreas distintas de operação dos equipamentos de decapeamento. Esses são divididos em faixas com largura de 30 m e comprimentos variáveis.

As operações de lavra nas minas de bauxita da MRN são compostas das seguintes etapas: desmatamento, decapeamento, perfuração, desmonte, escavação, carregamento, transporte e recuperação das áreas mineradas.

a - Desmatamento

A operação de desmatamento é realizada através da derrubada direta da mata por tratores. Antes da operação de desmatamento, toda madeira aproveitável é marcada por pessoal especializado, para posterior aproveitamento, e a derrubada é feita após limpeza do terreno ao redor. Essa metodologia tem por objetivo facilitar o manuseio, carregamento e transporte das toras. Para essa operação são usados os tratores de esteira (derrubada) e motosserras (desgalhamento). No caso de árvores mais finas, a derrubada pode ser efetuada também por motosserras. A derrubada é feita direcionando-se a copa das árvores no sentido oposto ao do acesso. O arraste consiste no transporte das árvores derrubadas e aparadas do seu local de origem até os pátios laterais já limpos.

Após a conclusão da retirada das toras finas e grossas, são retirados os resíduos do desmatamento, ou seja, a retirada de madeira aproveitável das copas das árvores. Essas são preparadas com motosserras de forma a não dificultar o arraste. Durante essa atividade, já está sendo feita a seleção da madeira para aproveitamento comercial e para fornecimento de lenha ou então para ser incorporada ao solo orgânico que será utilizado no reflorestamento.

A frente de desmatamento apresenta um avanço médio de um ano em relação ao decapeamento. Esta operação é realizada, normalmente, durante meses secos (verão amazônico), que se estende de junho a novembro.

b - Decapeamento

A operação de decapeamento consiste na remoção do solo vegetal, argila amarela, bauxita nodular e laterita. Atualmente são adotados dois sistemas de remoção de decapeamento. O primeiro emprega "walking draglines" e o segundo "motoscrapers".

b.1 - Decapeamento com "draglines"

Após a remoção da camada de solo orgânico de aproximadamente 25 cm, por tratores de esteiras, e seu empilhamento realizado também por tratores para posteriormente ser utilizado na recuperação das áreas mineradas, a argila e a bauxita nodular são diretamente escavadas pela "dragline" e empilhadas lateralmente formando pilhas a partir do fundo do corte na faixa anterior, já lavrada. Uma vez removida a argila e a bauxita, a laterita sofre escarificação com trator, é empurrada para o pé do corte e removida pela própria "dragline". Parte desse material é removido para a pilha de estéril e parte é depositado no mesmo nível do piso da máquina, na próxima faixa a ser decapeada. Esta laterita é posteriormente espalhada por trator, formando um piso de aproximadamente 20 cm de espessura, que servirá de suporte para a "dragline" quando ela estiver decapeando a faixa seguinte, mantendo-a nivelada e estável. As "draglines" são responsáveis por 80 - 85% do decapeamento do minério.

b.2 - Decapeamento com "Motoscraper"

Neste caso o solo vegetal é removido pela própria frota e depositado nas áreas já lavradas e aterradas. A argila amarela e a bauxita nodular são removidas pelos "motoscrapers", auxiliados por um trator de esteiras fazendo "pusher" e depositadas nas áreas já lavradas ou nas bordas do platô. A laterita é escarificada e empilhada por trator e sua remoção é feita carregando-a diretamente em caminhões por pás carregadeiras ou empurrada pelo trator para a face livre do minério exposto, e transportada pela própria pá carregadeira até a área de deposição.

A utilização de pá carregadeira ou caminhões para remoção da laterita é função da distância de transporte, da disponibilidade de equipamento e da necessidade de revestimento de estradas, uma vez que este material é largamente utilizado para este fim.

O decapeamento com motoscraper é adotado nas áreas onde a relação estéril/minério é baixa, usualmente nas bordas do platô.

A seguir, é apresentada na Tabela II.3.7 a projeção para o período 1994-1998 das projeção dos equipamentos utilizados no decapeamento.

TABELA II.3.7
PLANO QUINQUENAL DE OPERAÇÕES - 1994 - 1998 (DECAPEAMENTO)

EQUIPAMENTO	1994	1995	1996	1997	1998
"DRAGLINE" 480W (1401)					
Produção (Mm ³)	3.55	3.03	3.55	0.43	0.00
Bauxita Exposta (Mt)	2.57	1.99	3.14	0.39	0.00
"DRAGLINE" 480w (1402)					
Produção (Mm ³)	3.55	3.03	3.55	2.65	2.54
Bauxita Exposta (Mt)	2.75	2.13	2.55	2.21	2.82
"DRAGLINE" 680w (1501)					
Produção (Mm ³)	6.58	6.13	7.17	6.13	6.13
Bauxita Exposta (Mt)	4.97	4.49	5.49	5.44	4.97
"DRAGLINE" 26 jc (Nova)					
Produção (Mm ³)	0.00	0.00	0.00	6.57	7.17
Bauxita Exposta (Mt)	0.00	0.00	0.00	4.33	3.31
"MOTOSCRAPER" (CONTRATO)					
Produção (Mm ³)	1.46	1.32	2.11	0.54	0.73
Bauxita Exposta (Mt)	1.82	1.55	2.00	0.76	1.24
TOTAL					
Produção (Mm ³)	15.14	13.52	16.38	16.33	16.57
Bauxita Exposta (Mt)	12.11	10.60	13.17	13.13	13.35
Reserva Inicial	0.53	1.48	0.95	1.37	1.49
Lavra	11.16	11.13	12.75	13.01	12.89
Reserva Final	1.48	0,95	1.37	1.49	0.96

OBS: Mm³ - Milhões de metros cúbicos de argila + nodular + laterita

Mt - Milhões toneladas bauxita bruta

c - Perfuração e Desmonte

Para o bom desempenho e facilidade da escavação, é necessário o desmonte por explosivo da camada mineralizada que faz contato com a laterita, correspondendo aproximadamente aos dois primeiros metros de camada. A perfuração é realizada por duas perfuratrizes do tipo " Auger Drill", montadas sobre chassis de caminhão Mercedes Benz modelo 2213.

Os explosivos utilizados são o nitrato de amônia misturado ao óleo queimado e a lama explosiva encartuchada, aplicados, respectivamente, em furos com ausência e presença de água. Como iniciadores são utilizados a própria lama para iniciação de fogos com a lama. Utiliza-se ainda como acessórios de detonação o estopim comum, espoleta comum e retardos de 50 metros.

Como a MRN trabalha com dois sistemas de escavação, usando retroescavadeiras hidráulicas e pás carregadeiras, foram otimizados dois planos básicos de fogo, cujos parâmetros principais são mostrados a seguir:

	Retroescavadeira	Pá Carregadeira
Malha de furação (m x m)	3 x 4	3 x 4,5
Diâmetro de furo (pol)	6	6
Profundidade média (m)	2,5	2,0
Carga de nitrato por furo seco (Kg)	16,0	11,0
Carga de lama por furo c/água (Kg)	8,8	5,3
Iniciador (kg lama)	1,6	0,7
Razão de carregamento (g/t)	180	109

d - Escavação e Carregamento

As operações de escavação e carregamento do minério são feitas por dois sistemas. O primeiro utiliza retroescavadeiras hidráulicas posicionadas no topo da camada, fazendo o carregamento em caminhões que se posicionam paralelos à máquina e no mesmo nível de trabalho. Este sistema permite grande seletividade no contato entre o minério e a argila variegada do piso e facilidade à drenagem das frentes de escavação, garantindo boa operabilidade no período chuvoso.

O segundo sistema combina a operação de um trator de esteira dotado de "ripper" que promove a escarificação e o empilhamento para a pá carregadeira fazer o carregamento em caminhões. Neste caso, o equipamento de carregamento trabalha no piso do minério sobre a argila variegada. Este sistema permite pequena seletividade no contato entre a argila variegada e o minério. Utiliza-se este sistema, preferencialmente nas áreas decapeadas pelos motoscrapers, sendo limitado seu uso nos períodos chuvosos, principalmente no interior do platô.

e - Transporte

O sistema de transporte interno é constituído por uma estrada principal que dá acesso ao britador, posicionada longitudinalmente às faixas de operação e uma malha de estradas perpendiculares à direção das faixas de operação, distribuídas entre blocos e espaçadas entre si de modo a garantir o acesso fácil às frentes de lavras e à estrada principal. Todas as estradas possuem seu piso na cota do minério, com exceção daquelas que dão acesso às frentes, cuja lavra é feita com pá carregadeira, onde o acesso é em rampa. A estrada principal tem largura de 30 m e as estradas de acesso às frentes de lavra 25 m.

f - Recuperação da Área Minerada

As áreas lavradas, onde foram depositados os materiais estéreis sob a forma de pilhas, são regularizadas com tratores, procurando-se recompor a topografia original. Uma vez regularizadas, o

solo vegetal que foi previamente separado é transportado, descarregado nestas áreas e espalhados, formando uma camada de aproximadamente 25 cm de espessura. Em seguida, este terreno é escarificado para aeração da camada de solo orgânico, ficando, assim, pronta para ser revegetada. As operações de recuperação destas áreas normalmente se concentram nos meses secos (junho a novembro) e o plantio nos meses chuvosos (dezembro a maio).

Neste plano, foi prevista para os próximos cinco anos apenas a revegetação das áreas de bordo do platô Saracá. Em Papagaio está previsto, a partir de 1998, a aplicação do mesmo modelo de revegetação implantado em Saracá até 1988.

Testes de revegetação que estão sendo realizados nas áreas de deposição de rejeito no platô Saracá, trarão os subsídios necessários para desenvolvimento do "Plano de Revegetação dos Rejeitos do Beneficiamento da Bauxita".

Na revegetação são utilizadas essências nativas cujas sementes e mudas são obtidas na própria floresta natural. Para isto, a MRN conta com um viveiro com capacidade para 300.000 mudas por ano, de 98 espécies florestais, que são utilizadas na revegetação das áreas mineradas.

4 - BENEFICIAMENTO

4.1- Arranjo Geral da Área de Beneficiamento

A seguir, são apresentados os desenhos referentes ao "lay-out" da área industrial de beneficiamento no platô Saracá:

QD2-IES-09-33-001 - Planta de Situação

QB2-IES-09-75-001 - Arranjo Geral das Instalações Industriais

QB2-IES-09-75-004 - Arranjo Geral do Beneficiamento - Equipamentos de Pátio

QB2-IES-09-75-028 - Arranjo Geral de Manuseio de ROM - Planta de Britagem e CT-220-01

QB2-IES-09-75-030 - Arranjo Geral da Pilha de Granulados - Pilha, Berma e Equipamentos de Pátio

4.2 - Equipamentos do Beneficiamento

A seguir, a Tabela II.4.1 apresenta a lista dos principais equipamentos utilizados no beneficiamento na área industrial de Saracá.

TABELA II.4.1
Lista de Equipamentos

EQUIPAMENTOS	CARACTERÍSTICAS
(1) classificador-alimentador de rolos	"Wobbler Feeder", velocidade variável e capacidade de 2250 t/h
(1) britador de martelos	450 t/h de capacidade, 3 eixos de martelos com 5 unidades cada um
(5) peneiras rotativas	11 m de comprimento, 3 m de diâmetro externo, giro de 16 rpm e inclinação de 5°
(15) hidrociclones	26" de diâmetro
(11) baterias de hidrociclones	4" de diâmetro
(3) filtros	horizontais, de 16 m ²
(3) filtros	verticais, com 10 discos de 6' de diâmetro
(2) secadores rotativos	27 metros de comprimento, 4 m de diâmetro e giro de 4,4 rpm.
(1) recuperadora de roda de caçamba	1800 t/h de capacidade
(1) carregador de vagões	1800 t/h de capacidade
(1) carregador de navios ("Ship-loader")	tipo lança linear deslizante, capacidade de 6.000 t/h.

4.3 - Fluxograma de Processo

A seguir, são apresentados os desenhos referentes aos fluxogramas de processo e engenharia e balanço de materiais do beneficiamento da bauxita nas instalações industriais da MRN:

QB2-IES-09-75-007 - Beneficiamento de Bauxita - Balanço de Materiais

QB2-IES-09-75-023 - Fluxograma de Processo - Manuseio de Materiais Sólidos

QB2-IES-09-75-027 - Fluxograma de Processo de Polpa - Lavagem, Recuperação de Finos e Superfinos

QB2-IES-09-75-031 - Fluxograma de Processo e Engenharia - Água de Processo

QB2-IES-09-75-032 - Fluxograma de Processo e Engenharia - Água de Processo

QB2-IES-09-75-033 - Fluxograma de Processo e Engenharia - Água de Processo

QB2-IES-09-75-034 - Fluxograma de Engenharia de Polpa - Lavagem, Ciclonação, Filtragem

QB2-IES-09-75-035 - Fluxograma de Engenharia - Recuperação de Superfinos

QB2-IES-09-75-036 - Fluxograma de Processo e Engenharia - Planta de Recuperação de Superfinos

QB2-MEL-00-71-101 - Fluxograma de Processo - Britagem Papagaio/Saracá

4.4 - Descrição do Processo

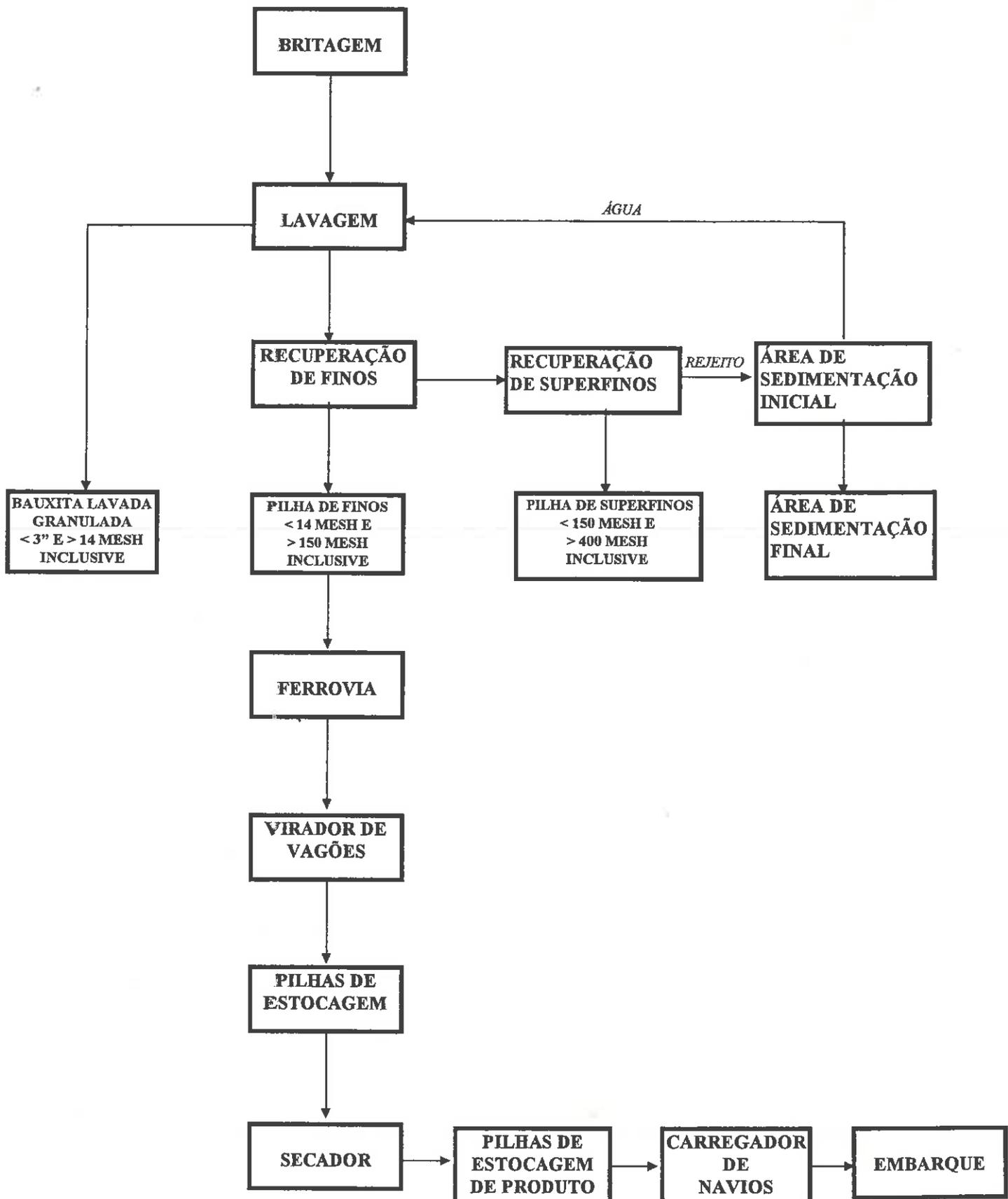
A presença de bolsões de argila caulínica na camada de bauxita e o contato irregular com a argila da base, que dificulta o corte preciso das escavadeiras, são as principais fontes de contaminação do minério. Além disso, o processo erosivo mais acentuado ocorrido nas bordas do platô compromete também a qualidade do minério daquelas áreas. Assim, a maior ou menor presença de argila no minério reflete diretamente nos teores de sílica reativa e alumina aproveitável.

Deste modo, o processo de beneficiamento mineral consiste basicamente de redução granulométrica, lavagem e classificação que contribuem para diminuir o teor de sílica reativa e aumentar o teor de alumina aproveitável dos produtos através da retirada da argila. Além disso, o produto granulado é submetido, ainda, a um processo de secagem. A Figura II.4.1 apresenta o fluxograma simplificado do processo de beneficiamento de bauxita da MRN.

Atualmente a MRN comercializa 2 produtos básicos: o produto seco, com umidade média de 5 % composto basicamente de granulado seco e o produto úmido, com umidade média de 12%, composto da blendagem de granulado, fino e superfino.

FIGURA II.4.1

FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DE BENEFICIAMENTO



- **Britagem**

A britagem primária do minério é realizada na própria mina, através de um britador de martelos. O "Run of Mine", transportado por caminhões de 65 st, é descarregado em uma moega provida de um classificador-alimentador de rolos (Wobbler Feeder) com velocidade variável, cujos rolos são espaçados de 3". O minério não passante é alimentado até um britador de martelos com capacidade média de 450 t/h que possui 3 eixos de martelos com 05 unidades cada um, dispostos em 120° entre si. A abertura deste britador, medida pelo distanciamento entre a placa de fratura e os martelos é de 3", fornecendo um produto com cerca de 95% abaixo de 3".

O minério passante no classificador-alimentador e o produto do britador, são descarregados num mesmo sistema de correias transportadoras, que vai da estação de beneficiamento, com derivação para uma pilha de estocagem.

- **Lavagem**

A alimentação da Planta de Lavagem é feita a uma taxa média horária de 2.250 t, cujo controle é feito pela velocidade do alimentador de placas e por uma balança instalada na entrada da planta. O minério com cerca de 15% de umidade recebe uma adição de água sendo diluído para 60 a 70% de sólidos. A polpa de minério é distribuída por divisores de fluxo em 5 peneiras rotativas onde o minério sofre escrubagem, classificação e lavagem, simultaneamente.

Cada uma destas peneiras tem 11 m de comprimento, 3 m de diâmetro externo, são inclinadas de 5° e giram a 16 rpm. Os primeiros 5 m destas peneiras são providos de aletas revolventes e direcionais que provocam a atrição do material durante a sua passagem por esta secção. Em seguida, este material atinge a outra parte da peneira onde é classificado e lavado. Esta parte funciona como um trommel e possui um deck dividido em 03 secções com aberturas de 1,3 e 4 polegadas, respectivamente.

A polpa de minério abaixo de 1", proveniente das peneiras rotativas, é distribuída para duas baterias de peneiras vibratórias de dois decks, de 8" e 14". Estas peneiras servem para desagregar mais a argila e classificar o minério, pois são equipadas com chuveiros de água em forma de leque, com pressão de 5 kg/m².

A fração acima de 8 # proveniente da primeira bateria de peneiras e a maior que 14# proveniente da 2ª bateria de peneiras se juntam num mesmo sistema de correias transportadoras constituindo um único produto que pode ser conduzido diretamente para a secagem dando origem ao produto seco ou à pilha de estocagem de minério lavado constituindo o produto granulado úmido. A polpa do minério com granulometria abaixo de 14#, proveniente da segunda bateria de peneiras vibratórias, é transferida por bombeamento até as instalações de recuperação de finos.

- **Recuperação de Finos**

As instalações de recuperação dos finos, provenientes da planta de lavagem, constam de duas baterias de ciclonagem primária composta por 6 ciclones de 26" cada uma e três filtros horizontais de 16 m². A polpa proveniente da lavagem com a fração abaixo de 14# alimenta dois tanques de onde é bombeada para a alimentação dos ciclones primários. O "underflow" dos ciclones é direcionado para outro tanque onde há adição de água para diluir a polpa para 30% em peso, sendo posteriormente bombeado para a ciclonagem secundária. O "underflow" da ciclonagem secundária alimenta os filtros horizontais de 16 m² (um para cada ciclone) onde é realizado o desaguamento final. Cerca de 14% do produto, que fica retido nos filtros, compõe-se do fino, recuperado com granulometria entre 14# e 150#. É estocado em pilha ou misturado ao produto dos secadores.

O "overflow" dos ciclones secundários juntamente com a fração passante nos filtros horizontais, constituem o rejeito do beneficiamento que é conduzido à bacia de deposição.

- **Recuperação dos Superfinos**

O "overflow" da ciclonagem primária das instalações de recuperação dos finos constitui o sistema de alimentação que visa à recuperação dos superfinos, com granulometria entre 150 e 400#, possível graças ao desenvolvimento da planta de superfinos, a partir de 1985, evitando-se que este material fosse descartado como rejeito.

As instalações de recuperação do superfino são constituídas de 3 estágios de ciclonagem. O primeiro estágio contém 9 baterias de ciclones de 4" com 34 ciclones cada. O segundo estágio contém 3 baterias de ciclones de 4" e ambas com 34 ciclones cada. E, finalmente, o terceiro estágio que é provido de 3 baterias com o mesmo número de ciclones das baterias anteriores. Além dos três estágios de ciclonagem as instalações contêm 3 filtros verticais com 10 discos de 2,5 m de diâmetro.

A polpa é alimentada nos ciclones primários. O "underflow" destes ciclones é descarregado num tanque onde há adição de água para diluição da polpa. A partir deste tanque a polpa diluída é bombeada para a ciclonagem secundária. O "underflow" da ciclonagem secundária alimenta a ciclonagem terciária. O "underflow" da ciclonagem terciária alimenta os filtros verticais onde é feito o desaguamento final.

O produto filtrado, denominado superfino, é então estocado em pilhas. O "overflow" dos ciclones primários, secundários e terciários constituem o rejeito que é bombeado para o sistema de deposição.

- **Carregamento de Vagões**

O carregador de vagões é do tipo móvel com passagem automática de um vagão para outro. A composição é movimentada pela própria locomotiva. Na ausência de trens para carregar, o minério proveniente da planta de beneficiamento é descarregado numa pilha de emergência próxima à estação de carregamento e, na ocorrência de qualquer parada momentânea da planta de beneficiamento, esta pilha é retomada por pás carregadeiras que fazem o carregamento direto dos vagões.

Os vagões são tipo gôndola com capacidade de 78 t e o conjunto de 22 vagões formam uma composição que é tracionada por locomotivas diesel GM 12 de 1300 HP.

A composição, uma vez carregada, faz um percurso de 28 Km, em linha férrea de bitola 1,0 m, destino à área do Porto.

- **Virador de vagões**

Os vagões carregados provenientes da mina são descarregados por um virador de vagões com plataforma única e capacidade para 2770 t/h.

O minério é descarregado diretamente numa moega dotada de um alimentador de placas de velocidade variável, que alimenta um sistema de correias transportadoras, que descarrega para pilha de alimentação da secagem (pilha de estocagem de bauxita úmida), onde a retomada é realizada com carregadeira, ou diretamente para navios, e/ou (futuramente) por empilhadeira recuperadora com capacidade de 1.800 t/h.

- **Secagem**

O minério lavado e classificado acima de 14# (produto granulado) é estocado em pilha para ser retomado alimentando a secagem, tornando-se posteriormente o produto granulado seco.

A secagem utiliza dois secadores rotativos com 27 m de comprimento e 4 m de diâmetro, girando a 4,4 rpm. Internamente, a parte rotativa é revestida de aletas revolvedoras que provocam um regime de cascata no minério durante a sua permanência no interior da câmara, facilitando a troca de calor com os gases e a rápida eliminação da água de superfície do material.

A redução da umidade do minério é feita de 12% para 4,5% em média utilizando-se, como combustível nos queimadores, óleo tipo "A" (BPF). Em 1985, a MRN adquiriu e instalou um reator para queima de cavacos em leito fluidizado para secagem de bauxita, em substituição à queima do

óleo combustível. Este sistema, atualmente, devido ao alto custo do processamento da madeira e à redução de custo do petróleo e seus derivados, após 1988, foi desativado, estando, hoje, operando novamente apenas com óleo BPF.

O material particulado gerado na secagem é coletado através de um conjunto de multiciclones, passando em seguida por um sistema de lavagem de gases. Estes equipamentos foram instalados para compor o sistema de tratamento de efluentes atmosféricos adotado pela MRN.

- **Estocagem**

Além das pilhas de estocagem de minério granulado úmido (-3" + 14#), minério fino (-14# + 150#) e minério superfino (-150# + 400#), existe também na área do porto, um galpão coberto para armazenagem do minério que passa pelos secadores e do "blending" entre o granulado seco e os produtos finos e superfinos. Este galpão, denominado de "Bauxitão", tem capacidade para 180.000 toneladas de minério.

O minério estocado no "Bauxitão" é retomado por sistema de alimentadores vibratórios existentes abaixo do piso do galpão, que descarregam em correias transportadoras e, através de túneis, transportam o minério até as correias de carregamento de navios (SHIP-LOADER).

O minério pode ser carregado "on-line" e/ou com a ajuda de pás carregadeiras, retomando as pilhas e alimentando as correias através de moegas.

A capacidade das pilhas de estocagem dos produtos úmidos são:

- minério granulado úmido : 130.000 t
- minério fino : 100.000 t
- minério superfino : 100.000 t

- **Carregamento de Navios (SHIP-LOADER)**

O minério retomado das pilhas de estoque e do "Bauxitão", são enviados para carregamento através de correias transportadoras até atingir o ship-loader, que faz o carregamento propriamente dito nos navios atracados.

O controle de qualidade do minério embarcado é feito por uma torre de amostragem especial, mecanizada, onde são coletadas amostras representativas do minério embarcado em intervalos regulares de 1.000 toneladas. Nesta amostragem é controlada a umidade e a qualidade (teores de SiO₂ reativa e Al₂O₃ aproveitável) do minério que está sendo embarcado, para garantir as especificações contratuais para cada comprador.

O carregador de navios (ship-loader) é do tipo lança linear deslizante com movimento em todas as direções. A capacidade nominal de carregamento do ship-loader é de 6.000 toneladas/hora, porém a taxa média tem sido de 2.200 toneladas/horas.

O porto é um cais do tipo "off-shore", construído sobre estacas, permitindo a atracação de navios graneleiros de até 245 metros de comprimento e 40 metros de largura. O máximo calado permitido para navegação no rio Trombetas é de 37 pés na época da cheia. A área do porto não apresenta problemas de manobrabilidade para os navios, pois o leito do rio neste ponto possui largura de 700 metros.

Porto Trombetas pode receber simultaneamente 3 navios, sendo 1 atracado no cais e 2 nas bóias de espera. A carga média por navio é de 38.000 toneladas, porém já ocorreu o embarque de navio até com 60.000 toneladas de minério.

A MRN sinalizou o canal do rio Trombetas, desde a sua confluência com o Amazonas até Porto Trombetas, permitindo assim a navegação tanto diurna quanto noturna para os navios graneleiros. A sinalização obedece aos padrões e normas internacionais para navegação noturna.

As fiscalizações relativas à chegada e saída de navios, atracação e desatracação, problemas legais alfandegários, medições de calado, etc, são feitas pela MRN, Agência DOCENAVE, Agência da Capitania dos Portos, Agência da Polícia Federal e Agência da Receita Federal. A DOCENAVE mantém em Porto Trombetas um rebocador e uma lancha para executar a atracação, desatracação e manobras dos navios.

- **Controle de Qualidade**

O controle de qualidade da bauxita consiste basicamente no acompanhamento das granulometrias, teores (%) de Al_2O_3 aproveitável, SiO_2 reativa, Fe_2O_3 e umidade, os quais são quantificados e permanentemente controlados desde a mina até o embarque nos navios.

O controle de qualidade na mina é feito por amostragem nas frentes de lavras utilizando-se o método de amostragem por canaletas. Estas canaletas são feitas manualmente, ao longo do perfil descoberto da camada de minério. Possuem largura de 10 cm, profundidade de 15 cm e espaçamento de 25 metros entre elas. As amostras são coletadas, preparadas convenientemente, enviadas ao laboratório e analisados seus componentes controlados.

Em média são amostradas e analisadas 1.500 a 2.000 amostras/mês, provenientes das canaletas da mina. Cada amostra representa 0,5 m da canaleta, ou seja, 0,5 m do perfil do minério a ser lavrado, mais uma amostra composta representativa de todo o perfil.

Na usina de beneficiamento, o controle é feito também por amostragem manual, com frequência pré-definida nos pontos previamente determinados de modo a fornecer todos os elementos que permitam a avaliação dos parâmetros operacionais dos diversos equipamentos envolvidos no processo produtivo. São coletadas em média 15 amostras/dia provenientes de 9 pontos de amostragens diferentes na usina, dando, em média, 450 amostras/mês.

Também no embarque do minério para os porões dos navios é feito um controle de qualidade do minério embarcado. Neste caso, a amostragem é feita automaticamente numa torre de amostragem especialmente construída para este fim. O corte do fluxo do minério na torre, é feito a cada 1.000 toneladas embarcadas, e controlado por balança eletrônica.

As amostras representativas de cada 1.000 toneladas são preparadas e retiradas alíquotas, que no final do embarque são agrupadas formando uma só amostra representativa de todo aquele embarque. As amostras representativas de cada 10.000 toneladas embarcadas são analisadas individualmente. Para estas amostras são analisados: (%) de umidade, teores de sílica total, sílica reativa, alumina aproveitável, ferro, titânio e perda por calcinação (PPC).

Este rígido controle da qualidade do minério, efetuado desde as frentes de lavra até o embarque, se faz necessário, porque os contratos de venda requerem o fornecimento do minério com determinadas especificações, sendo previstas multas e prêmios para teores abaixo ou acima destas.

As especificações estabelecidas são as seguintes:

- 50,00 % de Al_2O_3 aproveitável;
- 4,00 % de Si reativa;
- 5,00 % de umidade para bauxita seca;
- 12,00 % de umidade para bauxita úmida.

4.5 - Unidades Operacionais do Projeto de Expansão - Fase III - Papagaio/Saracá III

O Projeto de Expansão - Fase III contempla o aproveitamento do minério das Minas de Saracá III e Papagaio. Após a operação de britagem localizada em cada uma das minas, o minério britado será transportado por sistemas independentes de transportadores de correia de longa distância (CTLD), até a área industrial de Saracá onde será estocado e homogeneizado para posterior recuperação e processamento na instalação existente. O pátio existente será devidamente adequado à nova situação em termos de capacidade, estocagem e recuperação.

As novas unidades operacionais que serão implantadas no Projeto de Expansão são constituídas das instalações necessárias à britagem do ROM e ao transporte, homogeneização e recuperação do produto britado. As seguintes unidades deverão ser contempladas:

- Britagem primária relocável - Mina de Saracá
- Britagem primária relocável - Mina de Papagaio
- Transportador de longa distância (CTLD) - Mina de Saracá
- Transportador de longa distância (CTLD) - Mina de Papagaio
- Pátio de homogeneização e recuperação do minério britado.

A capacidade de produção máxima prevista, em termos de produto final (após o beneficiamento) é de 10.000.000 t/ano, sendo que cada uma das unidades de britagem deverá ser dimensionada para produzir minério correspondente ao total de 6.000.000 t/ano de produto final. Com base nesta produção, as condições operacionais, por unidade do projeto, serão descritas a seguir.

a - Sistema de Britagem Primária - Saracá III e Papagaio

A distância média de transporte na lavra ao final de 1996 ultrapassará os 4 km, atingindo o limite econômico para relocação do posicionamento da britagem primária de Saracá e coincidindo com o fim da vida útil dos caminhões CAT 768 C (10), que serão simplesmente desmobilizados.

Os estudos desenvolvidos pela RHEINBRAUN ENGINEERING indicaram que a melhor alternativa técnica e econômica para MRN, seria a instalação de um novo sistema de britagem primária, semi-móvel, semelhante ao sistema que será instalado em Papagaio e com a mesma capacidade.

Este novo sistema de britagem foi desenvolvido a nível de engenharia básica no primeiro semestre de 1994, para implantação no biênio 1995-1996 e início de testes no final de 1996, tanto em Saracá, quanto em Papagaio.

A capacidade de produção das novas unidades de britagem será da ordem de 6,0 milhões de toneladas anuais de R.O.M., em regime de operação de 6 dias semanais, 24 horas por dia. Esta capacidade está

relacionada com a demanda de bauxita de Saracá III a partir de 1997 e com o aproveitamento futuro dos sistemas de britagens em outras minas.

O conceito proposto para os novos sistemas de britagem objetiva uma primeira redução para 10" nas minas e rebritagem para 4" antes da alimentação da lavagem. O dimensionamento das britagens primárias será feito considerando as características dos minérios ROM, bem como as especificações requeridas para o produto britado. Para tanto, será considerada basicamente a utilização de britadores de martelos ou de rolos contando com o suporte de toda a experiência adquirida pela MRN com estes equipamentos.

As britagens primárias serão localizadas próximas ao pit da mina. A quantidade de pontos de alimentação necessária será definida em função do tamanho dos caminhões de transporte do ROM e da taxa de alimentação da britagem.

Para possibilitar uma fácil e rápida relocação da britagem, os seus equipamentos serão dispostos em módulos estruturais metálicos independentes, assentados sobre fundações de concreto. Os módulos deverão ter rigidez suficiente para não serem afetados pelas operações de transporte e de remontagem.

Deverão ser estudados diversos tipos de arranjo das instalações de modo a minimizar a altura requerida para assentamento dos equipamentos. Esses arranjos serão elaborados utilizando-se tipos diferentes de britadores e de alimentadores de minério. Assim, serão estudadas a aplicação de britadores de martelos, britadores de rolos, alimentadores tipo Wobbler e/ou Sapatas e também a utilização de grelhas vibratórias.

Está sendo considerado que o sistema atual de britagem primária em Saracá será utilizado como britagem secundária depois da implantação dos novos sistemas de britagem semi-móvel.

Os Desenhos n^{os} QB3-MEL-22-70-101 e QB4-MEL-22-70-101 apresentam, respectivamente, a planta geral da britagem primária de Papagaio e Saracá III.

As condições operacionais da britagem primária são as seguintes:

- Produto Final: 6.000.000 t/ano
- Recuperação no Beneficiamento: 62%
- Alimentação do ROM: 9.670.000 t/ano
- Regime de Trabalho:
 - o Dias por semana: 6
 - o Dias por ano: 300
 - o Horas por dia: 24
 - o Horas programada por ano: 7.200

- Horas Efetivas de Trabalho:
 - Disponibilidade física: 90%
 - Fator de utilização: 83%
 - Rendimento total: 75%
 - Horas efetivas por ano: 5.400
- Capacidade Horária Nominal: 3.000 t/h
- Fatores de Multiplicação da Capacidade Nominal:
 - Fator de chuva: 10%
 - Fator de projeto: 20%
 - Fator de multiplicação total: 30%
- Capacidade Horária de Projeto: 3.900 t/h

b - Pátio de Homogeneização e Recuperação

A partir da entrada em operação de Papagaio em 1997, o desvio padrão da média dos teores de alumina aproveitável e sílica reativa, resultante da operação simultânea de duas minas, crescerá significativamente em relação às variações encontradas nos anos anteriores.

A blendagem nas operações de lavra, para alimentação das instalações de beneficiamento, sempre foi feita através da distribuição da frota de caminhões pelas diversas frentes de lavra. Os melhores teores detectados do platô Saracá possibilitaram esta sistemática operacional.

Com a abertura de uma nova mina e com a queda progressiva da qualidade da bauxita no platô Saracá, está sendo prevista a implantação de um pátio de homogeneização e recuperação com capacidade de estocagem de cerca de 350 mil toneladas, antes da britagem secundária, onde o minério de Saracá e Papagaio será empilhado e recuperado por Bucket Wheel Reclaimer numa capacidade compatível com a alimentação da lavagem.

Além da homogeneização do minério vindo de duas minas, o novo pátio de estocagem atenderá as seguintes necessidades:

- eventuais paradas das minas, das britagens primárias e das correias transportadoras não comprometerão a sequência das operações do beneficiamento;
- eventuais paradas da britagem secundária ou do beneficiamento não comprometerão as operações das minas;
- a britagem secundária trabalhará "on line" com o beneficiamento mantendo alimentação constante nos períodos secos e chuvosos;
- suprir o beneficiamento de minério durante os períodos de relocações dos britadores primários e das correias transportadoras.

Na área do pátio de homogeneização, o projeto deverá contemplar não só a drenagem das águas pluviais, mas também a drenagem da própria pilha de minério, sob a ação de chuva. A movimentação de terra relativa ao pátio de homogeneização, caracteriza-se em sua maioria por um aterro. O pátio deverá ser implantando na elevação 197.000, sendo que o terreno natural encontra-se em uma elevação variável, entre 194.000 e 197.000. A área destinada ao pátio é de aproximadamente 82.500 m² (150 m x 550 m).

O arranjo e dimensionamento das pilhas serão elaborados dentro dos seguintes critérios:

- capacidade efetiva de estocagem de 336.000 t;
- previsão de duas pilhas, sendo uma em formação e outra em recuperação;
- previsão e/ou manutenção do "by-pass" do pátio através da própria empilhadeira;
- utilização do sistema de empilhamento tipo "Chevron" para facilitar os trabalhos de homogeneização do minério;
- de modo a viabilizar a definição do pátio, estudos de alternativas deverão ser realizados para se chegar a uma melhor solução dos pontos de vista operacional e de custo.

A empilhadeira a ser utilizada deverá ser de lança fixa basculável e dimensionada para a capacidade máxima de projeto de 3900 t/h. A recuperadora a ser empregada será de roda de caçambas do tipo lança (Bucket Wheel Reclaimer) com capacidade nominal de 2700 t/h e capacidade de projeto de 3780 t/h (fator de projeto de 40%).

O projeto será desenvolvido prevendo-se a utilização, se possível, da empilhadeira existente, caso ela possa ser adaptada às novas condições operacionais. No caso da recuperadora será utilizada uma nova máquina procurando manter, na medida do possível, uma certa similaridade com a existente.

O Desenho nº QB2-MEL-20-70-101 apresenta o arranjo geral do pátio de homogeneização e recuperação.

As condições operacionais do pátio de homogeneização e recuperação são as seguintes:

- Empilhamento
 - Produto Final: 10.000.000 t/ano
 - Recuperação no Beneficiamento: 62%
 - Capacidade de minério Britado: 16.200.00 t/ano
 - Regime de Trabalho:
 - Dias por semana: 6
 - Dias por ano: 300
 - Horas por dia: 24

- Horas programadas por ano: 7.200
- Horas Efetivas de Trabalho:
 - Disponibilidade física: 90%
 - Fator de utilização: 83%
 - Rendimento total: 75%
 - Horas efetivas por ano: 5.400
- Capacidade Horária Nominal : 3.000 t/h
- Fatores de Multiplicação da Capacidade Nominal
 - Fator de chuva: 10%
 - Fator de projeto: 20%
 - Fator de multiplicação Total: 30%
- Capacidade Horária de Projetos: 3.900 t/ano

- Retomada

- Produto Final: 10.000.000 t/ano
- Recuperação no Beneficiamento: 62%
- Capacidade de minério Britado: 16.200.000 t/ano
- Regime de Trabalho
 - Dias por semana: 6
 - Dias por ano: 300
 - Horas por dia: 24
 - Horas programadas por ano: 7.200
- Horas Efetivas de Trabalho:
 - Disponibilidade física: 90%
 - Fator de utilização: 83%
 - Rendimento total: 75%
 - Horas efetivas por ano: 5.400
- Capacidade Horária Nominal: 3.000 t/ano
- Fator de projeto: 40%
- Capacidade Horária de Projeto: 4.200 t/h

c- Transportadores de Correia

No Projeto de Expansão - Fase III está prevista a implantação de correias transportadoras de longa distância (CTLD) interligando as britagens primárias de Saracá III e Papagaio ao pátio de homogeneização na área industrial do platô Saracá. O Desenho QB2-MEL-00-70-101 apresenta o Plano Diretor do conjunto de correias transportadoras de longa distância. Os Desenhos n°s QB2-MEL-20-70-112-FD e QB2-MEL-20-70-113-FD apresentam as especificações técnicas de todos os transportadores de correia, abrangendo características mecânicas, elétricas e operacionais.

As estruturas dos transportadores serão do tipo cavalete, ponte ou galeria, dependendo do vão e da altura do suporte. Os transportadores, quando aplicável, terão coberturas em chapa de fácil remoção ao longo de todo o seu comprimento. Serão utilizadas chapas de ferro nos locais de esticamento por gravidade, estendendo-se no mínimo 3 m para cada linha de centro do esticamento, e ao longo de todos os trechos sobre estradas ou áreas de passagem. O Desenho nº QB2-MEL-00-70-102 apresenta as seções típicas das correias transportadoras.

Para permitir a passagem de veículos ou equipamentos sob os transportadores que cruzam estradas de acesso serão adotados os seguintes gabaritos:

- estradas externas à instalação - 7,0 m
- estradas internas à instalação - 5,5 m

Para os transportadores de até 30 m de comprimento serão utilizados os esticamentos por parafuso e para os maiores, esticamentos por gravidade (tipo vertical ou horizontal). Preferencialmente, sempre que possível será evitada a colocação do contrapeso do transportador sob a sua estrutura, para facilitar os serviços de manutenção.

Será evitada a utilização de "Stone Box" nos "shuts" a fim de facilitar a transferência do material e impedir o seu entupimento. Os "shuts" de transferências terão um revestimento com chapas de desgaste.

Serão utilizados viradores de correia nos transportadores de longa distância e para limpeza das correias serão utilizados raspadores tipo Martin. Está prevista uma área ao longo dos transportadores para a vulcanização de emendas das correias com todas as utilidades necessárias ao serviço.

Como dispositivo de segurança está prevista a utilização de proteção para as partes girantes do transportador, tais como tambores de retorno, acoplamento, etc. As torres de esticamento de transportadores deverão ser devidamente protegidas ao nível do solo para se evitar a entrada de pessoal no local. Os transportadores sobre estradas ou áreas de passagem frequente de pessoal terão proteção adequada para se evitar a queda de material nesses locais. Serão implantadas, ao longo de todos os transportadores, chaves de emergência que permitam a sua parada rapidamente (nas CTLD's estão previstas chaves de emergência somente nas extremidades).

Os Desenhos nºs QB2-MEL-20-70-103/107/110/113/116/117/118/119 apresentam as dimensões, localização, seção tipo e o perfil, respectivamente, das correias transportadoras CT-220-06/07/08/09/10/11/12/13.

A seguir, são apresentadas os dados técnicos básicos de cada correia transportadora de longa distância.

CT-220-06

largura da correia	42"	
capacidade nominal	1790	t/h
capacidade de projeto	2330	t/h
material a transportar	bauxita	
peso específico do material	1.3 a 1.4	t/m ³
granulometria do material	0 - 5"	pol.
regime de trabalho	24	h/dia
ângulo de acomodação do material	15°	
velocidade da correia	4.25	m/s
tipo da correia e cobertura	flexsteel 2250 cob. stacker sup. 3/8" e inf. 1/4"	
Potência de acionamento	2 x 350	kw

CT-220-07

largura da correia	42"	
capacidade nominal	1790	t/h
capacidade de projeto	2330	t/h
material a transportar	bauxita	
peso específico do material	1.3 a 1.4	t/m ³
granulometria do material	0 - 5"	pol.
regime de trabalho	24	h/dia
ângulo de acomodação do material	15°	
velocidade da correia	4.25	m/s
tipo da correia e cobertura	flexsteel 2250 stacker sup. 3/8" e inf. 1/4"	
Potência de acionamento	5 x 350	kw

CT-220-08

largura da correia	42"	
capacidade nominal	1790	t/h
capacidade de projeto	2330	t/h
material a transportar	bauxita	
peso específico do material	1.3 a 1.4	t/m ³

granulometria do material	0 - 5"	pol.
regime de trabalho	24	h/dia
ângulo de acomodação do material	15°	
velocidade da correia	4.25	m/s
tipo da correia e cobertura	flexsteel 2250 cob. stacker-sup. 3/8" e inf. 1/4"	
Potência de acionamento	2 x 350	kw

CT-220-09

largura da correia	42"	
capacidade nominal	1790	t/h
capacidade de projeto	2330	t/h
material a transportar	bauxita	
peso específico do material	1.3 a 1.4	t/m ³
granulometria do material	0 - 5"	pol.
regime de trabalho	24	h/dia
ângulo de acomodação do material	15°	
velocidade da correia	4.25	m/s
tipo da correia e cobertura	flexsteel 1600 cob. stacker-sup. 3/8" e inf. 1/4"	
Potência de acionamento	3 x 350	kw

CT-220-10

largura da correia	72"	
capacidade nominal	3000	t/h
capacidade de projeto	3900	t/h
material a transportar	bauxita	
peso específico do material	1.3 a 1.4	t/m ³
granulometria do material	0 - 3"	pol.
regime de trabalho	24	h/dia
ângulo de acomodação do material	20°	
velocidade da correia	2.24	m/s
tipo da correia e cobertura	EP-320/4 cob. stacker-sup. 3/8" e inf. 1/8"	
Potência de acionamento	185	kw

CT-220-11

largura da correia	74"	
capacidade nominal	3000	t/h
capacidade de projeto	3900	t/h
material a transportar	bauxita	
peso específico do material	1.3 a 1.4	t/m ³
granulometria do material	0 - 3"	pol.
regime de trabalho	24	h/dia
ângulo de acomodação do material	20°	
velocidade da correia	4.15	m/s
tipo da correia e cobertura	EP - 420/4 cob.stacker-sup. 3/8" e inf. 1/8"	
Potência de acionamento	185	kw

CT-220-12

largura da correia	54"	
capacidade nominal	3000	t/h
capacidade de projeto	3900	t/h
material a transportar	bauxita	
peso específico do material	1.3 a 1.4	t/m ³
granulometria do material	0 - 3"	pol.
regime de trabalho	24	h/dia
ângulo de acomodação do material	20°	
velocidade da correia	4.15	m/s
tipo da correia e cobertura	EP - 420/4 cob. stacker-sup. 3/8" e inf. 1/8"	
Potência de acionamento	2 x 185	kw

CT-220-13

largura da correia	54"	
capacidade nominal	3000	t/h
capacidade de projeto	4200	t/h
material a transportar	bauxita	
peso específico do material	1.3 a 1.4	t/m ³
granulometria do material	0 - 3"	pol.

regime de trabalho	24	h/dia
ângulo de acomodação do material	20°	
velocidade da correia	4.15	m/s
tipo da correia e cobertura	EP - 420/4 cob. stacker-sup. 3/8" e inf. 1/4"	
Potência de acionamento	2 x 125	kw

d - Lavagem, Finos e Superfinos

Com a implantação do pátio de homogeneização em Saracá, a capacidade de produção da lavagem tende a crescer em função da maior regularização do fluxo de alimentação da planta, principalmente nos períodos chuvosos.

A queda na recuperação indicada pela pesquisa geológica interferirá negativamente no beneficiamento. Os resultados dos trabalhos de caracterização geometalúrgica, subsidiarão ajustes nos parâmetros de processo e na automação das instalações.

Além desses ajustes será investigada, no horizonte deste plano, a viabilidade técnica e econômica para implantação das seguintes melhorias operacionais:

- ampliação do pátio de estocagem dos produtos finos e granulado da área industrial da mina, objetivando redução dos tempos de paradas da lavagem por estoque cheio e redução da umidade do produto granulado;
- adição de um filtro horizontal e de um ciclone de 26", objetivando aumentar a recuperação, reduzir a umidade e melhorar a qualidade do produto fino;
- ajuste da capacidade das ciclonagens primária e secundária do superfino, objetivando aumentar a recuperação em massa;
- substituição dos filtros de disco por filtros de esteira, objetivando a redução da umidade do produto superfino;
- repotenciamento das correias de fino e superfino, objetivando adequar a capacidade do sistema à maior produção de finos.

No triênio 1996-1998, apesar da entrada em operação da Mina de Papagaio em 1997, a recuperação média no beneficiamento ainda será de 69%. O regime de trabalho necessário neste período no beneficiamento, para produção de 8,5 MTA, será o de 7 dias por semana, 24 horas por dia.

e - Transporte Ferroviário

No horizonte deste plano, a Estrada de Ferro Trombetas não terá restrições que possam comprometer as metas de produção.

A princípio, não existe previsão para reposição das locomotivas. Apesar da idade avançada das cinco máquinas, as operações da ferrovia têm mostrado estabilidade nos custos e confiabilidade operacional.

Está prevista para 1994 a aquisição de uma nova máquina de soca, nivelamento e alinhamento da via permanente.

f - Secagem

A capacidade de produção dos dois fornos secadores será suficiente para atender ao programa de vendas de bauxita seca e para blendagem da bauxita úmida de forma que as especificações de venda sejam obtidas.

No horizonte deste plano, está previsto o desenvolvimento do projeto e a substituição da câmara de combustão do secador B, que entrou em operação em 1986, para queima de cavacos de madeira. Estão previstas também substituições, nos dois fornos, das seções onde são fixadas as pistas de rolamento. Até que essas reformas sejam efetivadas, a carga máxima de trabalho será fixada em 380 toneladas por hora.

A grande estrutura em concreto refratário da câmara de combustão do secador B acarreta perdas energéticas significativas nas operações de secagem. O consumo específico de óleo combustível neste secador é 8% superior ao consumo no secador A. Além do consumo de combustível, as manutenções dos refratários são demoradas e onerosas.

No período chuvoso de 1994, será avaliada a viabilidade de estocagem de bauxita seca fora do estoque coberto. Estes testes objetivam eliminar as paradas dos secadores motivadas por estoque cheio, aumentando conseqüentemente a capacidade de produção na secagem.

Na Interalumina (Venezuela) existe estoque de bauxita seca descoberto. Segundo seus técnicos, mesmo no período chuvoso, semelhante ao de Trombetas, o minério não ganha umidade excessiva quando estocado de forma cônica. Apenas uma camada de cobertura da pilha, de aproximadamente 15 cm, absorve a água de chuva.

g - Stacker-Reclaimer/Ship-Loader/Sinalização Náutica

A partir do período chuvoso de 1994, com o "stacker-reclaimer" em operação espera-se as seguintes melhorias operacionais:

- aumento na taxa efetiva de carregamento dos navios;
- redução da umidade do produto recuperado da pilha de bauxita úmida;

- redução dos custos operacionais, em função da menor utilização de equipamentos móveis no manuseio e retomada para embarque de navios.

No horizonte deste plano, não estão previstas intervenções significativas nas instalações de carregamento de navios. Depois do acidente ocorrido em julho de 1992, o equipamento sofreu uma completa revisão estando pronto para atingir as metas de venda.

O sistema de sinalização do Rio Trombetas está em pleno funcionamento, com navios navegando e manobrando em períodos noturnos, não existindo indicações de que possa haver comprometimento do programa de vendas da MRN nos próximos cinco anos.

4.6 - Capacidade Instalada de Produção do Projeto de Expansão - Fase III

Na Tabela II.4.2, a seguir, são mostradas as capacidades de produção de todas as fases operacionais da MRN para o período 1994-1998, considerando regimes de trabalho de 6 (311 dias/ano) e 7 (365 dias/ano) dias por semana, 24 horas por dia.

A definição dessas capacidades levou em consideração a previsão das seguintes variáveis ao longo do tempo:

- disponibilidade física dos equipamentos móveis e instalações, em função das idades, dos planos de substituição e reformas;
- variação da relação estéril/minério com o avanço da lavra;
- entrada em operação de novos equipamentos e instalações;
- variação da recuperação no processo de beneficiamento, indicada pela pesquisa geológica.

Ressalta-se que as capacidades apresentadas no momento não são fixas e se ajustam periodicamente em função dos resultados obtidos e das características físicas do segmento da jazida que será lavrado no futuro.

A Tabela II.4.2 mostra ser possível atender ao programa de produção de 8,5 MTA a partir de 1996, operando 311 dias/ano (6 dias/semana), 24 horas programadas por dia, nas seguintes fases:

- escavação;
- transporte;
- recuperação dos estoques (*);
- carregamento de vagões (*);
- car dumper.

(*) Nestas fases operacionais o fator "utilização" terá que ser no mínimo de 83%, para evitar a mobilização da quarta turma ou trabalho extraordinário ao longo do ano durante 12 domingos.

Na britagem secundária e na lavagem, para produção ao nível de 8,5 MTA, será necessário mobilizar a quarta turma para trabalho em regime de 7 dias/semana, a partir de 1996.

Em 1996, a alimentação da britagem (e da lavagem "on line") terá que ser feita, no sétimo dia da semana, por pás carregadeiras e caminhões recuperando o estoque de R.O.M. A partir de 1997, esta alimentação passa a ser feita através da recuperadora de roda caçamba do pátio de homogeneização.

Caso a operação do sistema "recuperação dos estoques/carregamento de vagões", possa ser realizada em regime de 6 dias/semana, a partir de 1996, o produto lavado no sétimo dia da semana será estocado para recuperação e carregamento de vagões posteriores. Em caso contrário, a programação de trabalho destas fases sofrerá os ajustes necessários.

No decapeamento em 1998, operação em regime de 365 dias/ano, a capacidade de produção das "draglines" será complementada pela reserva exposta ao final do ano anterior.

TABELA II.4.2

MINERAÇÃO RIO DO NORTE S.A. CAPACIDADE DE PRODUÇÃO 1994 - 1998	365 DIAS POR ANO					311 DIAS POR ANO					
	FASE	1994	1995	1996	1997	1998	1994	1995	1996	1997	1998
t '000											
Mina											
Decapamento (Mm ²)	14.1 (7.5)	14.1 (7.4)	14.1 (7.5)	18.6 (8.3)	18.6 (7.4)	12.0 (6.4)	12.0 (6.3)	12.0 (6.4)	15.8 (7.1)	15.8 (6.3)	
Escavação	14.3 (9.6)	13.9 (9.4)	13.6 (9.1)	16.3 (10.7)	17.3 (11.4)	12.2 (8.2)	11.9 (8.0)	12.8 (8.5)	15.8 (10.3)	16.4 (10.8)	
Transporte	14.6 (9.8)	14.1 (9.5)	15.5 (10.4)	16.4 (10.7)	16.4 (10.8)	12.4 (8.3)	12.0 (8.1)	13.2 (8.8)	14.0 (9.1)	14.0 (9.2)	
Beneficiamento											
Britagem Primária	13.5 (9.1)	13.5 (9.1)	13.5 (9.0)	17.7 (11.6)	17.7 (11.7)	11.5 (7.7)	11.5 (7.7)	15.1 (7.7)	15.1 (9.9)	15.1 (10.0)	
Britagem Secundária				13.5 (8.8)	13.5 (8.9)				11.5 (7.5)	11.5 (7.6)	
Lavagem	13.1 (8.8)	13.1 (8.8)	13.1 (8.8)	13.1 (8.6)	13.1 (8.7)	11.2 (7.5)	11.2 (7.5)	11.2 (7.5)	11.2 (7.3)	11.2 (7.4)	
Finos	1.6 (10.3)	1.6 (10.3)	1.6 (10.2)	1.6 (10.0)	1.6 (10.1)	1.4 (8.8)	1.4 (8.8)	1.4 (8.7)	1.4 (8.5)	1.4 (8.6)	
Super Finos	0.9 (10.2)	0.9 (10.2)	0.9 (10.1)	0.9 (9.9)	0.9 (10.0)	0.8 (8.7)	0.8 (8.7)	0.8 (8.6)	0.8 (8.4)	0.8 (8.5)	
Recuperadora Mina	10.1 (9.6)	10.1 (9.6)	10.1 (9.6)	10.1 (9.6)	10.1 (9.6)	8.6 (8.2)	8.6 (8.2)	8.6 (8.2)	8.6 (8.2)	8.6 (8.2)	
Correias	10.1 (9.6)	10.1 (9.6)	10.1 (9.6)	10.1 (9.6)	10.1 (9.6)	8.6 (8.2)	8.6 (8.2)	8.6 (8.2)	8.6 (8.2)	8.6 (8.2)	
Car-loader	10.1 (9.6)	10.1 (9.6)	10.1 (9.6)	10.1 (9.6)	10.1 (9.6)	8.6 (8.2)	8.6 (8.2)	8.6 (8.2)	8.6 (8.2)	8.6 (8.2)	
Ferrovia/Porto											
Ferrovia	10.7 (10.2)	10.7 (10.2)	10.7 (10.2)	10.7 (10.2)	10.7 (10.2)	9.1 (8.7)	9.1 (8.7)	9.1 (8.7)	9.1 (8.7)	9.1 (8.7)	
Car-Dumper	15.1 (14.5)	15.1 (14.5)	15.1 (14.5)	15.1 (14.5)	15.1 (14.5)	12.9 (12.3)	12.9 (12.3)	12.9 (12.3)	12.9 (12.3)	12.9 (12.3)	
Correias	11.4 (10.9)	11.4 (10.9)	11.4 (10.9)	11.4 (10.9)	11.4 (10.9)	9.7 (9.2)	9.7 (9.2)	9.7 (9.2)	9.7 (9.2)	9.7 (9.2)	
Recuperadora Porto	6.3 (6.3)	6.3 (6.3)	6.3 (6.3)	6.3 (6.3)	6.3 (6.3)						
Secagem	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7						
Shiploader	(12.0)	(12.0)	(12.0)	(12.0)	(12.0)						

(9.6) Produto Final Equivalente

5 - INSUMOS E PRODUTOS

5.1 - Insumos

Os principais insumos relativos aos processos produtivos e às atividades de apoio operacional, com suas características e utilizações, bem como as formas de armazenamento e estocagem, são listados a seguir:

a - Explosivos e Acessórios

- utilização: são utilizados para desmonte da camada mineralizada os explosivos ANFO e dinamite. O ANFO constitui-se na mistura de nitrato de amônia com 3% de óleo diesel ou óleo queimado e a dinamite utilizada é a TOVEX-220 da Britamite (3" x 12"). Como acessórios são utilizados cordéis detonantes NP5 e NP10, espoletopim (espoleta amolgada de fábrica em estopim) e espoleta de retardo/tempo de espera de 50 m.
- transporte: o transporte externo/interno dos explosivos é o seguinte:
 - nitrato de amônia: transportado desde o Paraná até Belém por carretas. Em Belém, a carreta passa para a balsa até Porto Trombetas e daí, até o paiol da mina, novamente por carreta.
 - dinamite/acessórios : transporte de Fortaleza a Belém por carreta e daí, através de balsa, até Porto Trombetas. As espoletas são transportadas separadamente. De Porto Trombetas até os paióis na mina o transporte também é realizado por carretas.
- consumo: - nitrato de amônia : 90.000 a 110.000 kg/mês
 - dinamite : 7.500 a 9.500 kg/mês
 - cordel detonante : 40.000 a 60.000 m/mês
 - retardo : 450 a 550 m/mês
 - espoletopim : 50 a 100 m /mês
- armazenamento e estocagem : os explosivos e acessórios são devidamente armazenados em três paióis de alvenaria, com paredes duplas, entrincheiras, cercados, com distâncias regulamentadas de acordo com o SFIDT do Ministério do Exército. As capacidades de armazenamento são as seguintes:
 - 195.500 kg de nitrato de amônia
 - 75.500 kg de dinamite
 - 300 unidades de espoletas
 - 300 m de estopim
 - 286.000 m de cordel detonante

b - Água

A mina é abastecida com água captada no Igarapé do Saracá, sendo aduzida por uma linha de ferro fundido com 18" de diâmetro, até a área da Mina - Transferência de Lavagem. A capacidade de captação é de 2.000 m³/h. Nesta adutora são feitas duas derivações para o abastecimento

Primeiramente, parte desta água bruta é destinada às unidades de processo na área da Mina - Transferência de Lavagem e parte vai para a Estação de Tratamento de Água - ETA. Antes de chegar à ETA, a água bruta é recebida em dois reservatórios e daí, bombeada para um reservatório elevado 16 metros, com 35 m³ de capacidade que alimenta a ETA.

A água tratada na ETA é armazenada em dois reservatórios enterrados e posteriormente é bombeada para um reservatório elevado e daí distribuída para os diversos pontos de consumo, quais sejam, as instalações prediais da área da mina e da estação de carregamento de vagões, as torres de resfriamento de ar condicionado da administração/posto médico e da oficina/ almoxarifado.

A estação de tratamento de água, dimensionada para garantir a vazão de 40 m³/h, é do tipo compacta, horizontal, fabricada em chapa de aço carbono protegida contra erosão. Compartimentada internamente em câmaras com dispositivos destinados a promover as fases previstas para o tratamento e obedecer às exigências da NBR-6587 - Água Tratada ou não para Consumo Humano - Condições de Potabilidade.

A água bruta do rio Saracá é submetida a tratamento para potabilizá-la, compreendendo as seguintes fases:

- .adição de coagulante químico;
- .mistura rápida;
- .floculante;
- .decantação;
- .filtração;
- .desinfecção e correção de pH.

São utilizadas eletrobombas dosadoras de reagentes (coagulantes, alcalinizante e hipoclorito), instaladas na Casa de Química da ETA. Também são utilizados câmara de mistura rápida, na qual os produtos químicos necessários à coagulação são adicionados sofrendo rápida dispersão e misturadores elétricos instalados nos três tanques de preparo das soluções químicas que serão adicionados à água bruta.

Na área do Porto existe uma captação de água no rio Trombetas, que alimenta um reservatório de 9.000 m³ e daí faz-se um rebombeamento para a área industrial e para a Estação de Tratamento de Água, com capacidade de 160 m³/h. A água tratada é distribuída para toda a vila.

A água nova necessária para as Minas do Papagaio e Saracá III também será captada no Igarapé Saracá. A captação será feita em estrutura fixa de tomada e poço de sucção, utilizando bombas verticais e de recalque intermediário.

Utilização

A água nova será utilizada para a demanda de água potável, selagem, resfriamento dos equipamentos e reposição nos circuitos de recirculação. A demanda de água nova do pátio de estocagem e manuseio será suprida pelo sistema da Usina de Lavagem da Mina do Saracá.

Reservatórios

A água nova aduzida para as minas será reservada em tanque de concreto com capacidade para 3 horas de autonomia na demanda. Em cada mina haverá um reservatório de água recuperada com autonomia também de 3 horas para alimentação.

Distribuição

A distribuição dos diversos tipos de água será de acordo com as características requeridas em cada um dos sistemas de utilidades através de bombeamento dos reservatórios de cada mina.

- Água Recuperada

Os rejeitos gerados pela limpeza das unidades de britagem e dos transportadores de correia serão encaminhados para bacias de contenção e clarificação, para posterior recuperação de água para recirculação.

Os rejeitos gerados no pátio de homogeneização e recuperação serão encaminhados para a bacia de adensamento existente na Usina de Lavagem da Mina Saracá. As demandas de água recuperada do pátio serão supridas por uma derivação no sistema existente

- Água de Selagem

Na selagem das gaxetas dos equipamentos de transferência dos produtos será utilizada água nova.

Para o projeto básico será adotada a vazão de acordo com os prováveis tipos de bombas de polpa, conforme a construção das caixas de gaxeta. A pressão de serviço será igual a 0,5 Kgf/cm² superior à pressão de descarga das bombas cujas gaxetas estão sendo seladas.

Estão previstas selagens das bombas de polpa de condução dos rejeitos da lavagem das correias para as bacias de decantação.

- Água de Limpeza e de Serviços

Analogamente ao item anterior será utilizada água nova ou recuperada observando-se as condições de incrustações nos tubos.

Para o consumo por ponto de serviço será adotado o valor de 8,2 m³/h e pressão mínima de 3Kgf/cm². Serão adotadas mangueiras de 15 m de comprimento e diâmetro de 1 1/2" , com conexões de engate rápido e com controle por válvula esfera acionada manualmente.

Os locais previstos para instalação de pontos de água de serviço são os seguintes:.

Transportadores de Correia:

- 1 ponto a cada 30 m ao longo do transportador;
- 1 ponto junto ao tambor da cabeça;
- 1 ponto junto ao tambor de retorno;

Casa de transferência: 1 ponto em cada plataforma

Área de vulcanização: 1 ponto

Britagens Primárias: pontos para atendimento c/mangueiras de 15m.

Posto de Serviço: 3 pontos.

Oficina: 4 pontos

Central de Ar Comprimido: 1 ponto

Para os "sprays" de lavagem das correias transportadoras (42") adotar-se-á as seguintes características:

- vazão nominal: 18,9m³/h
- pressão mínima: 6 Kgf/cm²
- utilização: 1,0

- Sistema de Hidrantes para Incêndio

Será prevista água de reserva de incêndio, água de serviço e demais utilidades utilizando-se água nova ou recuperada dentro das condições de incrustações admissíveis. Será garantida continuamente essa reserva através de escalonamento dos níveis de tomada de água.

A rede de hidrantes será mantida constantemente pressurizada por uma bomba tipo "jockey" com uma reserva instalada. A descarga de recirculação será feita para o reservatório de água bruta. O volume de reserva para incêndio será definido a partir dos critérios de segurança a ser estabelecido pela MRN. Em princípio serão estendidas redes de hidrantes ao longo das correias transportadoras e junto às unidades de britagem das minas.

No pátio de homogeneização e recuperação serão previstos hidrantes ao longo das correias transportadas. As redes serão dimensionadas para a condição de operação simultânea de 3 hidrantes, com esguichos de diâmetro do bocal de 16 mm e pressão mínima de 1Kg/cm². As bombas de incêndio que alimentarão as redes de hidrantes serão acionadas por motores elétricos alimentados por circuitos independentes diretamente das subestações elétricas (SE's). As unidades de reserva serão acionadas por motores de combustão a diesel com partida elétrica e comando automático, entrando em operação caso haja problemas na unidade titular. Os comandos para cada unidade serão escalonados utilizando-se temporizadores regulados para retardo de 1 minuto entre as solicitações.

c - Óleo Combustível

utilização: o óleo diesel e o óleo BPF são utilizados na geração de energia, nos secadores rotativos e em equipamentos de mineração. As características principais dos óleos combustíveis são as seguintes:

- Óleo BPF

Características	Especificações (1)	Métodos
Água e sedimentos, % vol.	2,0 máx. (2)	
água por destilação	-	MB-37
sedimentos por extração	-	MB-294
Enxofre, % peso	5,0 máx.	MB-106
Ponto de fluidez superior, °C	24-27 máx.	P-MB-820
Ponto de fulgor, °C	66 mín.	MB-48
Viscosidade cinemática		
a 60 °C, cSt	620 máx.	MB-293
OU		
Viscosidade Saybolt Furol		
a 50 °C, s	600 máx.	MB-326

(1) De acordo com o Regulamento Técnico CNP-09/82-Rev. 1, de 18/02/86

(2) A quantidade de água por destilação mais a de sedimentos por extração não deverá exceder 2,0% em vol. Uma dedução na quantidade deverá ser feita para toda água e sedimentos em excesso de 1,0%

- Óleo Diesel

Características	Especificações (1)	Métodos
Água e sedimentos, % vol.	0,10 máx. (2)	MB-38
Cinza, % peso	0,02 máx.	MB-47
Cor ASTM	3,0 máx.	MB-351
Corrosividade ao cobre (3 h a 50 °C)	2 máx.	MB-287
Destilação, 85% evaporados, °C	370 máx.	MB-45
Enxofre, % peso	1,3 máx.	MB-106
Índice de cetano calculado	45 mín.	D 976
Ponto de fulgor, °C	(3)	MB-48
Resíduo de carbono Ramsbottom, % peso	0,30 máx. (5)	MB-290
Viscosidade cinemática a 37,8 °C, cSt	1,6 a 6,0	MB-293

(1) De acordo como o Regulamento Técnico CNP-01/80, de 22/01/80

(2) O produto deve ser límpido à temperatura ambiente e livre de acidez mineral e de matérias estranhas sólidas.

(3) Somente especificado para óleo diesel a ser usado em motores marítimos, sendo 60 o valor mínimo especificado.

- transporte: No porto existe uma base de combustível da Petrobrás, que consta de um terminal hidroviário e uma tancagem de óleo BPF, gasolina, óleo diesel e álcool. O combustível é bombeado dos navios e balsas para a tancagem da Petrobrás e desta para a tancagem da MRN.
- consumo: o consumo de óleo BPF na unidade de secagem corresponde a 6 Kg/t, o que equivale a aproximadamente 28.000 t de óleo/ano. Na geração de energia são consumidos cerca de 28.400.000 t/ano de óleo BPF e 6.000.000 l/ano de óleo diesel.
- armazenamento e estocagem: os tanques de armazenamento da Petrobrás, localizados no Porto, possuem as seguintes capacidades:
 - tanque de óleo diesel: 1.000.000 l
 - tanque de óleo BPF: 4.000.000 l

Na área de armazenamento de combustível da MRN, existem três tanques de estocagem, com as seguintes capacidades:

tanque de óleo diesel: 400.000 l

tanque de óleo BPF: 1.000.000 l

tanque de óleo misturado: 700.000 l (diesel + BPF)

Na unidade de secagem existem dois tanques de armazenamento: um de 87.000 l de óleo BPF e outro de 13.000 l de óleo diesel.

Na usina termoeletrica (UTE) existem os seguintes tanques de armazenamento:

2 tanques de óleo diesel: 13.000 l cada

1 tanque de óleo BPF: 17.000 l

2 tanques de óleo misturado: 13.000 l cada

d - Energia Elétrica

A energia elétrica produzida em Porto Trombetas é gerada através de uma usina termoeletrica (UTE) e por um conjunto de 12 geradores instalados na área industrial do Porto, assim divididos: 6 motogeradores consumindo óleo misturado (80% BPF + 20% diesel), 5 motogeradores consumindo óleo diesel e um turbogerador alimentado por uma caldeira de alta pressão consumindo óleo BPF. A capacidade instalada é de 38,2 mW. A distribuição para área industrial é feita em linha de 13,8 kv e para a mina através de uma linha de 69kv. Prevê-se, neste ano, a geração de 112.272.600 kwh.

A usina termoeletrica (UTE) é composta de uma caldeira de alta pressão e de um turbo-gerador com turbina de múltiplo estágio de condensação com dupla extração intermediária. O circuito de água de refrigeração de condensado é fechado, e resfriado através de torres de refrigeração.

A UTE, por ser o grupo instalado de maior porte e, por ser capaz de responder mais rapidamente às oscilações de carga do sistema, trabalha normalmente na faixa de 80 a 100% de sua potência nominal. Assim os demais grupos geradores operam em complemento à demanda total de energia. No caso de uma eventual parada da UTE, os grupos geradores assumem a demanda.

5.2 - Produtos

Os produtos gerados na MRN apresentam as seguintes características:

- **Granulado Seco**

- composição química:

 - Al₂O₃ : 50,23%

 - SiO₂ : 3,06%

 - Fe₂O₃ : 12,35%

- umidade : 5,0 a 6,0 %

- granulometria : - 3" + 14#

- produção : 4.900.000 t/ano

- Fino

- composição química:

- Al₂O₃ : 49,89%

- SiO₂ : 2,65%

- Fe₂O₃ : 13,36%

- umidade : 17%

- granulometria :
 - + 14# : 10,08%
 - + 150# : 80,54%
 - + 400# : 5,12%
 - 400# : 4,26%

- produção : 1.237.000 t/ano

- Superfino

- composição química

- Al₂O₃ : 48,99%

- SiO₂ : 2,45%

- Fe₂O₃ : 15,58%

- umidade : 18%

- granulometria :
 - + 14# : 0,26%
 - + 150# : 27,27%
 - + 400# : 45,25%
 - 400# : 27,22%

- produção : 679.000 t/ano

A mineração Rio do Norte comercializa 2 tipos de produtos : o Seco, com umidade média de 5%, composto basicamente de granulado seco e o produto Úmido, com umidade média de 12%, composto da blendagem de granulado, fino e superfino.

6 - CONTROLE AMBIENTAL

6.1 - Emissões

6.1.1 - Efluentes Atmosféricos

No processo de secagem são gerados gases e material particulado (pó de bauxita em suspensão). Os gases são provenientes da utilização de óleo tipo A (BPF) e óleo diesel e possuem as seguintes características:

- temperatura: 132 °C
- vazão: 237 880 m³/h
- regime de lançamento: contínuo
- vazão de poluentes: 2100 kg/h

Na Usina Termoelétrica (UTE) também são gerados efluentes atmosféricos (gases e material particulado) devido à utilização de óleos combustíveis. As fontes de lançamentos são as seguintes:

- caldeira (saída de gases de combustão)
- 11 motores de geradores (1 descarga para cada motor)

6.1.2 - Efluentes Líquidos

No processo de beneficiamento da bauxita são gerados efluentes líquidos nas fases de recuperação de finos e de superfinos, especificamente nas etapas de ciclonagem e filtragem. O efluente final das duas etapas apresentam as seguintes características principais:

- composição química média:
 - Al₂O₃ (aproveitável): 11,44%
 - SiO₂ (reativa): 18,38%
 - Fe₂O₃: 28,05%
- porcentagem de sólidos: \simeq 6,0%
- granulometria:
 - + 150 # : 2,69%
 - + 400 # : 1,71%
 - 400 # : 95,60%

Além do rejeito gerado no processo de beneficiamento da bauxita, também são gerados esgotos sanitários e efluentes industriais nas áreas de lavagem das correias transportadoras e nas áreas de drenagem pluvial das instalações e das pilhas de minério.

6.1.3 - Resíduos Sólidos

O resíduo sólido gerado nas frentes de lavra caracteriza-se como material estéril proveniente da remoção da cobertura do corpo mineralizado (capeamento). Com o objetivo de facilitar os setores de planejamento e as operações de lavra, a argila do capeamento e a bauxita nodular foram designadas de "camada A", cujo decapeamento é realizado com "dragline" ou "motoscaper". A "camada B", posicionada no horizonte imediatamente inferior à "camada A", é constituída pela laterita ferruginosa e o decapeamento é realizado com trator e pá carregadeira.

As espessuras e os volumes das camadas de estéril A e B, foram determinados por Krigagem através da execução de variogramas experimentais e modelos teóricos ajustados.

A seguir, serão apresentadas as espessuras médias e os volumes das referidas camadas para o Platô Saracá (III e V) e Platô Papagaio, comparativamente à tonelagem de bauxita, assim como a relação estéril/minério de cada Platô.

PLATÔ SARACÁ III

CAMADAS	ESPESSURA MÉDIA (m)	VOLUME (m ³)	TONELAGEM MINÉRIO (t)
CAMADA A	7.53	72.652.470	---
CAMADA B	1.80	12.253.872	---
BAUX. MACIÇA	4.89	47.144.940	80.146.401

RELAÇÃO ESTÉRIL/MINÉRIO = 1.06 m³/t

PLATÔ SARACÁ V

CAMADAS	ESPESSURA MÉDIA (m)	VOLUME (m ³)	TONELAGEM MINÉRIO (t)
CAMADA A	8.52	51.967.520	---
CAMADA B	0.73	4.442.976	---
BAUX. MACIÇA	3.43	20.938.480	35.595.417

RELAÇÃO ESTÉRIL/MINÉRIO = 1.58 m³/t

PLATÔ PAPAGAIO

CAMADAS	ESPESSURA MÉDIA (m)	VOLUME (m ³)	TONELAGEM MINÉRIO (t)
CAMADA A	6.75	26.546.072	---
CAMADA B	1.52	5.992.472	---
BAUX. MACIÇA	2.40	9.456.956	16.076.826

RELAÇÃO ESTÉRIL/MINÉRIO = 2,02 m³/t

6.1.4 - Ruído

As operações de lavra, especificamente as operações de desmonte por explosivos e de carregamento e transporte, emitem ruídos restritos ao local da mina. Quanto aos ruídos decorrentes das operações de desmonte com o uso de explosivos, deve-se ressaltar a reduzida frequência das detonações (1 vez/dia), restrita à área da lavra.

Os equipamentos industriais utilizados no processamento do minério, especificamente nas etapas de britagem e carregamento de vagões, ficam confinados nos limites da área das instalações de beneficiamento.

6.2 - Sistemas de Controle e Tratamento de Emissões/Métodos de Disposição Final

6.2.1 - Efluentes Atmosféricos

O sistema de exaustão dos gases provenientes de cada secador rotativo de bauxita é composto basicamente de um multiciclone, dois lavadores de gases tipo Multivane, dois ventiladores, dutos de interligação, sistema hidráulico e instrumentação de controle e proteção.

Os gases provenientes dos secadores rotativos são coletados na parte superior da câmara de descarga do mesmo, e são encaminhados aos multiciclones DC-45-01-A/B, onde parte do material particulado é pré-coletado por via seca.

Os multiciclones são os mais simples e eficientes coletores ciclônicos para materiais particulados. Aplicáveis em variados processos para coleta de pó em fluxo de gases, operando através da precipitação por ação centrífuga, direcionada por guias de entrada e tricones de saída. As poeiras são retidas nos tubos coletores e descarregadas na moega, sendo que os gases saem na parte superior de cada duto de saída. Os multiciclones utilizados são da marca DARMA e possuem as seguintes características principais :

- modelo : multiciclone 12 VM-35
- capacidade: 192.000 ACFM
- tamanho: 144-12
- capacidade da moega: 29,0 m³
- diâmetro dos tubos coletores: 12"
- temperatura de operação: 270°F
- concentração de pó: 20 a 25 grains/ACF
- perda de pressão estática: 3,5" WG
- eficiência: 95%

Após passar pelos multiciclones, o fluxo gasoso é dividido seguindo para os lavadores de gases LG-245-01-A/B (C/D).

Os lavadores de gases tipo Multivane recebem os gases na temperatura de 132°C (projeto), contendo os sólidos em suspensão que entram tangencialmente pela parte inferior do lavador, o que acarreta um movimento ciclônico, forçando os gases e partículas sólidas contra as paredes internas do mesmo, onde existe um contínuo fluxo de água, ficando grande parte das partículas sólidas (de maior tamanho) retidas. Ocorre dessa maneira uma primeira lavagem.

No estágio seguinte, os gases são forçados a passar pelo deflegmador de lavagem, onde as partículas encontram uma superfície maior para o impacto, além de ajudar a formar uma camada turbulenta de água logo acima do mesmo, o que ocasiona a lavagem final dos gases. Devido à forma construtiva desse deflegmador, os gases são acelerados e dirigidos contra a parede interna do lavador, de tal maneira que, por efeitos centrífugos, são separados os gases limpos das gotículas de água e partículas sólidas, que por sua vez, descem por gravidade. Finalmente, os gases limpos passam por outro deflegmador, cuja finalidade é evitar que eventuais gotículas sejam arrastadas.

Após a lavagem, os gases são aspirados para as chaminés por meio de ventilação forçada através dos ventiladores centrífugos VD-245-0-A/B (C/D) e aí espelidos para a atmosfera já livre dos poluentes. As características principais dos lavadores de gases Mikro-Ducon são as seguintes:

- Modelo: 126 MVL-EX (04 unidades)
- Vazão de gases na entrada: 118.940 m³/h
- Temperatura dos gases na entrada: 132°C (projeto)
- Vazão de gases na saída : 101.490 m³/h
- Temperatura dos gases na saída: 70°C
- Perda de pressão no lavador: 152,4 mm C.A. (nas condições de operação)
- Vazão de água de recirculação: 64 m³/h
- Quantidade de água evaporada: 3297,5 Kg/h
- Quantidade de água de drenagem: 10,5 m³/h
- Quantidade de água de "Make-up": 13,8 m³/h
- Eficiência do lavador: 87,3%
- Concentração máxima de sólidos na água de alimentação: 10% em massa
- Material de construção: resina Apolit UP-797 reforçada com fibra de vidro
- Peso: 4.700 Kg.

As características principais dos ventiladores centrífugos são as seguintes:

- Vazão: 101.409 m³/h
- Temperatura de operação: 50,5°C

- Altitude do local da instalação: 75 m
- Pressão estática nas condições de operação: 410 mm C.A.
- Potência absorvida nas condições de operação: 178 BHP
- Rotação: 850 RPM
- Rendimento: 78%
- Temperatura máxima de operação: 80°C
- Momento de inércia: 1593 kg x m²
- Tipo de pás: retas inclinadas para trás
- Nível de ruído: 92 dB (A) a 1,5 m
- Velocidade crítica no eixo: 2063 RPM
- Acionamento: direto com luva elástica
- Motor indicado: 250 HP, 850 RPM
- Material de construção : - carcaça: aço carbono revestido com Ebonite 5 mm
- rotor: aço inoxidável AISI-316L
- Carga estática sem motor: 3245 Kg
- Carga dinâmica sem motor: 300 Kg

As características dos gases na entrada e na saída de cada lavador multivane são as seguintes:

Parâmetros	Entrada	Saída
- Vazão (m ³ /h)	118.940	101.490
- Temperatura (°C)	132	50.5
- Vazão de poluentes (Kg/h)	1.050	134

6.2.2 - Efluentes Líquidos

6.2.2.1 - Efluentes Industriais

• Histórico

Com o funcionamento da planta de beneficiamento, em 1979, a empresa começou a lançar os rejeitos no igarapé Caraná, que drena para o lago Batata. Durante quase a cinco anos, foram lançadas cerca de 1,2 milhões de toneladas anuais, provocando o assoreamento da respectiva área com uma camada de argila de cerca de 3 m de espessura.

Em 1981, optou-se pela deposição dos rejeitos em um braço do lago Batata, até que fosse encontrada a solução adequada. Para acompanhar o assoreamento deste braço raso e as consequências sobre a fauna aquática e a vegetação, a MRN implantou sistema de monitoramento sistemático.

Diante do progressivo assoreamento do lago Batata, em 1983, foram construídas duas barragens, ambas de terra, com a finalidade de evitar o carregamento de sólidos para o Trombetas, afastando-se, assim, a possibilidade de provocar turvamento do rio e a degradação de outras áreas de interesse ecológico e social.

Durante este tempo, mais intensamente a partir de 1982/1983, a MRN iniciou uma série de estudos geomecânicos, objetivando a completa caracterização do rejeito gerado, na busca de uma alternativa definitiva para a deposição do rejeito. Para efetuar estes estudos e apresentar os projetos alternativos, foi contratada uma empresa de consultoria americana denominada BROMWELL AND CARRIER Inc.

Em 1984, foram realizados os primeiros testes de campo, visando a complementação dos dados obtidos em laboratório. A partir daí, foram obtidos os primeiros dados técnicos confiáveis, que caracterizavam o rejeito e seu comportamento geomecânico até então desconhecidos. Nesta época, foram obtidos os primeiros dados de densidade, compressibilidade, viscosidade, limite de Atterberg e características de comportamento ao bombeamento.

Os testes de campo realizados incluíram a observação do adensamento em um poço de teste, onde o rejeito foi lançado e foram feitas observações de poro-pressões. Estes testes também investigaram a consolidação do rejeito em depósitos fechados, e estimativas de tempos de enchimentos para os mesmos.

Os dados obtidos deram subsídio à obtenção de curvas de compressibilidade do rejeito. Estas curvas foram obtidas incluindo os resultados de ensaios de adensamento em laboratório, que também forneceram valores para definição das leis de variação da permeabilidade dos rejeitos com seu índice de vazios.

Os estudos mencionados, complementados por uma análise técnica-econômica de longo prazo para a deposição, permitiram a definição da melhor solução para a deposição do rejeito do beneficiamento, sob o ponto de vista ecológico, econômico e operacional.

A melhor alternativa encontrada para o plano de produção de longo prazo, quanto a deposição dos rejeitos, é que o platô Saracá, atualmente em lavra, é suficiente para comportar todo o rejeito de lavagem de bauxita, tanto dele próprio, quanto o rejeito a ser gerado pelo processamento do minério dos platôs Papagaio, Periquito e Almeidas. Dessa forma, todo minério daqueles platôs será transportado para beneficiamento no platô Saracá, liberando as áreas dos mesmos para o reflorestamento, tão logo sejam minerados.

As análises culminaram com a transferência da instalação de lavagem do porto para a mina, no alto do platô Saracá em 1989. A partir daí, todo o rejeito do beneficiamento retorna para as áreas mineradas

em meio às pilhas de material estéril, provenientes do decapeamento numa solução definitiva para a deposição do rejeito. No sistema atual o rejeito é bombeado inicialmente para um reservatório de sedimentação e após atingir um percentual alto de sólidos, é dragado e bombeado para os reservatórios definitivos, chamados de reservatórios de rejeito espessado. O total gasto na transferência da planta de lavagem da área do Porto para a Mina Saracá foi de US\$ 22,0 milhões.

- **Reservatórios**

Para receber os rejeitos bombeados da planta de lavagem, em 1989, foi construído na sua vizinhança um reservatório de adensamento (TP1). Este reservatório ocupa uma área de 43 hectares e foi construído em parte pelas próprias "draglines" em área de operação da mina. A construção consistiu em elevar as pilhas de argila decapeada pela "dragline" objetivando obter um desnível entre as paredes do reservatório e seu fundo de 10 metros. A parte interna do reservatório foi nivelada e selada usando-se "motoscrapers" e tratores. Posteriormente, as paredes externas do reservatório foram reforçadas com bermas de proteção e construídos filtros de areia em todo o seu contorno visando aumentar o fator de segurança desse reservatório quanto a algum rompimento por acidente.

Após o adensamento do rejeito no reservatório de diluídos, é feita a dragagem e bombeamento para os reservatórios definitivos. Estes reservatórios são também construídos usando-se as "draglines" em operação. Para fazer o acabamento das paredes são usados tratores e "motoscrapers", que complementam o volume restante e constroem as bermas externas das paredes. Até o momento já foram praticamente enchidos 2 reservatórios de rejeito, denominados de SP-1 e SP2/3. O reservatório atualmente em uso é chamado SP4.

- **Operação do Sistema de Rejeito**

O rejeito é bombeado da planta de lavagem com um percentual de sólidos variando de 7 a 9% para o reservatório de rejeito diluído, num volume correspondente a aproximadamente 3,4 milhões de toneladas por ano, para o ritmo de produção de 8,0 milhões de toneladas de produto. Nesse reservatório, o rejeito é adensado até atingir a faixa de 30% de sólidos e dragados e bombeados por meio de 2 dragas com capacidade para 2000 m³/h juntas. A água liberada do adensamento do rejeito nos dois tipos de reservatórios é reciclada para a planta de lavagem, minimizando a necessidade de captação de água nova para o beneficiamento da bauxita. A água proveniente dos reservatórios de diluídos retorna diretamente para a planta por gravidade, e a água proveniente dos reservatórios de espessados é retirada desses reservatórios por meio de sistema de sifão, e conduzida por canaletas até um lago de captação. Desse lago a água é bombeada para o reservatório de diluídos e de lá escoada por gravidade até o beneficiamento.

- **Estudos de Adensamento**

Com o objetivo de monitorar o comportamento dos rejeitos nos reservatórios em uso, foi elaborado um programa de pesquisa de campo para os dois tipos de reservatórios. Estas pesquisas, complementadas por ensaios de laboratório, possibilitaram a determinação do comportamento real dos rejeitos sob o ponto de vista de suas propriedades geomecânicas de adensamento e consolidação.

Com a entrada em operação da nova planta de lavagem e do novo sistema de lançamento de rejeitos, os reservatórios de rejeito diluídos e os de adensados vêm sendo monitorados para obtenção periódica dos dados sobre a compressibilidade dos rejeitos a partir de seu comportamento "in-situ". Além dos dados de campo, foram colhidas amostras de rejeito que foram submetidas em laboratório, a ensaios de permeabilidade e de adensamento de grandes deformações.

Também foram feitos ensaios de compressão triaxial para determinação da resistência da lama com diferentes porcentagens de sólidos.

A interpretação dos resultados dos diversos ensaios de laboratório em conjunto com os dados do monitoramento dos reservatórios diluídos e adensados possibilitou a formulação das leis de variação dos valores de índices de vazios e de permeabilidade com coluna de lama no reservatório.

Após a obtenção destas formulações, estas formas são aplicadas em um modelo matemático de simulação do adensamento dos rejeitos. Este modelo matemático foi inicialmente calibrado procurando-se reproduzir os resultados das observações "in-situ" dos reservatórios.

Uma vez calibrado o modelo, o mesmo foi aplicado aos futuros reservatórios, simulando o seu enchimento e obtendo-se as curvas de enchimento versus tempo e porcentagem de sólidos versus profundidade, possibilitando determinar portanto a capacidade e a vida útil de cada reservatório programado. Este modelo é de grande utilidade no planejamento, pois para qualquer premissa de produção de rejeitos o resultado pode ser simulado com facilidade.

Foram também desenvolvidos estudos e testes piloto de deposição de rejeitos com secagem. Neste processo, o lançamento é feito de forma intermitente de modo a expor a superfície dos rejeitos à evaporação da água contida nos mesmos, entre dois estágios sucessivos de lançamento. Os resultados são promissores na medida em que consegue-se obter valores altos de porcentagem de sólidos (50 a 70%) em um período de secagem de 10 a 30 dias, na época de estiagem. No período de chuvas, embora os resultados também sejam promissores, é ainda necessário solucionar os problemas de "dewatering" para possibilitar a secagem mais rápida.

Este método estudado de deposição, além de eliminar a necessidade de construção de bermas, aumentará a capacidade de estocagem de rejeito dos reservatórios, o que em outras palavras, significa reduzir a área necessária no platô para a deposição de rejeitos.

Ao longo dos próximos cinco anos serão utilizados os reservatórios SP4 e SP5. O cronograma previsto para enchimento dos reservatórios até o ano 2007 é o seguinte:

Reservatório	PERÍODO DE ENCHIMENTO (Cota 201m)
SP4	1993-1996
SP5	1997-1999
SP6	1999-2004
SP7	2004-2007

As despesas com investimentos previstas neste plano de deposição de rejeitos totaliza cerca de 700.000 dólares, que serão gastos em 1996. Posteriormente, esses equipamentos serão relocados para pontos avançados nas áreas de deposição. As despesas com construção de reservatórios (alçamento das paredes e reforço com bermas) deverão ser de US\$ 520 mil, em 1996 e de US\$1,36 milhão, em 1997.

6.2.2.2 - Drenagem Pluvial e Industrial

Entende-se por drenagem industrial aquela que capta as águas dos lavadores das correias que transportam produto, ou seja, todas as correias que manuseiam minério já processado pela Planta de Lavagem. A drenagem industrial inclui também a captação das drenagens (pluvial ou de limpeza) de pisos das áreas de beneficiamento de minério, abrangendo ainda a drenagem pluvial das pilhas de minério lavado. (Desenhos.nºs QD2-IES-09-51-001- e 002).

Todas as drenagens descritas, ou seja, aquelas que podem conter o minério beneficiado (já lavado), são conduzidas a um tanque de armazenamento (TQ-209-01) e bombeadas para a Planta de Lavagem (lavadores rotativos), cujo processo contempla a Recuperação de Finos e Superfinos.

Em condições de tempo seco, a drenagem industrial afluenta ao tanque mencionado se resume à vazão dos lavadores de correia, da polpa resultante da filtragem de finos e superfinos e/ou das lavagens de piso, que são insuficientes para suprir as necessidades da Planta de Lavagem. Nestas ocasiões a válvula de bóia LCV-209-011 admite água no TQ-209-01 suprimindo a vazão consumida pelas bombas que alimentam a Planta de Lavagem. (Desenho nº QD2-IES-09-51-007).

Durante as chuvas acrescentam-se às vazões descritas às de drenagem pluvial de pisos e pilhas. A vazão total aí decorrente passa também a ser função da intensidade das chuvas, podendo ser inferior às

necessidades da Planta de Lavagem (quando se repetirá a situação mencionada) ou superá-las, havendo extravasamento do TQ-209-02. (Desenho n°QD2-IES-09-51-007).

A drenagem pluvial abrange, ainda, as drenagens de ruas, pilhas de minério bruto, áreas livres, prédios e outras, sendo esta coletânea de efluentes encaminhada ao TQ-209-02 que, nestas ocasiões de chuva, também pode receber o transbordo do TQ-209-01.

A partir do TQ-209-02 há o bombeamento para reservatório de rejeitos diluídos, que supre a Área Geral da Mina com água de serviço, fechando-se assim o circuito de utilização das águas.

O TQ-209-02 é interligado por duas tubulações ao Tanque Pulmão TQ-209-03 que, pelo princípio dos vasos comunicantes, amplia seu volume útil de armazenamento, o que é necessário nas ocasiões em que o pico da vazão de chuva supre a capacidade das bombas deste tanque. Como finalidade adicional o TQ-209-03 permite um ponto de extravasamento para o conjunto TQ-209-02/03 (quando a vazão excedente ao bombeamento permanecer por um período prolongado) contribuindo também como decantador para que as águas vertidas para o igarapé sejam parcialmente clarificadas (Desenho n° QD2-IES-09-51-007).

Como auxílio ao funcionamento do sistema de drenagem existe um suprimento de água de selagem para as bombas do TQ-209-01 e 02, cuja praça de instalação tem as águas de chuvas, vazamentos e lavagem drenadas para o TQ-209-04 e daí bombeadas para o TQ-209-02. Existem ainda dois sistemas independentes de drenagem pluvial na planta de britagem (UP-22) e na planta de lavagem (UP-24), constituídos, respectivamente, por 3 bombas verticais (B-222-01) que lançam as águas de lavagem de pisos e de chuvas coletadas no poço da britagem para um tanque natural de decantação ao lado da subestação SE-222, e por 2 bombas verticais (B224-03 A/B), que lançam as águas de lavagem e de chuvas coletadas no poço de drenagem da UP-24 para o tanque TQ-224-01 B. Na Tabela II.6.2, a seguir, são apresentadas as principais características dos tanques mencionados.

Tabela II.6.2 - Tanques de Armazenamento

TANQUES	TIPO	CAP. (m ³)	DIMENSÕES ÚTILIS (m)	ARMAZEN	MATERIAL
TQ-209-01	RETANGULAR ENTERRADO	194	COMP: 7,00 LARG: 3,85 ALT: 7,20	ÁGUA DE DRENAGEM INDUSTRIAL	CONCRETO
TQ-209-02	RETANGULAR ENTERRADO	334	COMP: 12,40 LARG: 3,85 ALT: 7,20	ÁGUA DE DRENAGEM PLUVIAL	CONCRETO
TQ-209-03	IRREGULAR	8000	---	ÁGUA DE DRENAGEM PLUVIAL	TERRA
TQ-209-04	RETANGULAR	2,25	COM: 1,5 LARG: 1,0 ALT: 1,5	ÁGUA DE DRENAGEM DE PISO	CONCRETO

6.2.2.3 - Tratamento de Esgotos Sanitários

- **Introdução**

A Mineração Rio do Norte S.A., ampliou as instalações da estação de tratamento de esgotos da sua vila residencial, melhorando as condições do tratamento para nível secundário, com previsão para população de até 10.000 habitantes. Para tanto, a MRN contratou firma especializada, para projeto e fornecimento dos equipamentos e materiais das instalações eletro-mecânicas, bem como supervisão de montagem e partida.

A obra da Estação de Tratamento de Esgotos abrangeu as construções das unidades de gradeamento, desarenação e medidor Pashall, poço de bombeamento de esgotos, tanques de aeração, decantador secundário, calha Parshall do efluente, casa de sopradores de painéis elétricos, sala de supervisores, sistema de interligações hidráulicas, instalações elétricas de força, iluminação, aterramento e outros, bem como obras auxiliares de urbanização, terraplenagem, acessos, recuperação dos tanques Imhoff existentes, demolições necessárias, etc.

Os Desenhos n^{os} QBA-609-108, QDB-DRE-10-30-001-DF e QD3-DRE-10-72-001-DF apresentam, respectivamente, o Plano Geral da Rede de Esgoto, Planta Geral da ETE, e Fluxograma da ETE.

- **Descrição do Processo**

O afluente coletado na vazão média de 165 m³/h passam pela caixa de areia e calha Parshall de 9" para, em seguida, através de uma caixa divisória de vazão, alimentar os dois tanques Imhoff disponíveis. O lodo decantado nestes tanques é periodicamente removido e transportado por caminhões-tanques ao local de deposição.

O líquido assim parcialmente clarificado nesses tanques é conduzido por gravidade à elevatória onde uma ou duas das três bombas ali instaladas o recalcam para três tanques de aeração. Nestes tanques, o tempo de detenção médio é de aproximadamente seis horas (aeração convencional) e o ar difundido no líquido é proveniente de dois dos três sopradores tipo "Roots" instalados na casa dos sopradores, próximo aos tanques de aeração.

O efluente dos tanques de aeração transborda por gravidade para um caixa de distribuição, de onde a maior parte do efluente é transferida para o decantador secundário; a parte excedente do efluente (lodo de descarte) retorna ao tanque Imhoff misturando-se com esgoto bruto.

Uma válvula telescópica controla por gravidade a transferência do lodo do decantador secundário para a elevatória, enquanto o líquido clarificado do decantador transborda para uma canaleta, e a seguir para uma calha Parshall de 6" que mede a vazão do efluente que é posteriormente lançado no corpo receptor.

No caso de queda de energia elétrica na estação, com a conseqüente parada das bombas, está previsto um extravasor na elevatória que permite a transferência direta do efluente primário para o corpo receptor durante este período.

• Dimensionamento das Unidades

Dados Básicos

- Vazão máxima Instantânea	72 l/s
- Vazão média	46 l/s
- Vazão per capita	400 l/hab x d
- População atendida	10.000 hab.
- Vazão média de retorno do lodo	46 l/s
- Vazão de cada bomba desp. bruto + Recirculação de lodo	234 m ³ /h

Caixa de Areia

- Relação largura: comprimento	1:22,5
- Taxa de aplicação superficial (Gmax)	1.080 m ³ /m ² x d
- Controle da velocidade na caixa	PARSHALL 9"
- Velocidade para vazão mínima	0,16 m/s
- Velocidade para vazão máxima	0,32 m/s
- Altura da lâmina líquida máx.	0,32 m
- Largura do canal	0,85 m
- Comprimento do canal	7,20 m
- Profundidade do depósito de areia	0,20 m

Grade Manual

- Altura total da grade	0,70 m
- Largura do conjunto	0,60 m
- Espaçamento entre as barras	20 mm
- Inclinação das barras	45 graus

Elevatória do Despejo Bruto e Lodo

- Vazão de cada bomba	234 m ³ /h
- Número de bombas (incluindo 1 STAND-BY)	3
- Volume entre nível máximo e mínimo	6,2 m ³
- Dimensões da área	1,90 x 3,80 m
- Cota do nível máximo	47.70 m
- Cota do nível mínimo	46.85 m
- Cota de fundo do poço	46.00 m
- Cota do centro do tubo na descarga	52.05 m
- Cota da geratriz superior do tubo na descarga	52.15 m
- Comprimento da tubulação diam. 200 mm	10.00 m
- Comprimento da tubulação diam. 300 mm	31.00 m
- Perda de carga unitária diam. 200 mm x 65 l/s	0.034 m/m
- Perda de carga unitária diam. 300 x 300 l/s	0.0172 m/m
- Perda de carga localizada diam. 200 mm	1.38 m
- perda de carga localizada diam. 300 mm	0.35 m
- Perda de carga distribuída diam. 200 mm	0.34 m
- Perda de carga distribuída diam. 300 mm	0.53 m
- Perda de carga no conj. bomba/tubo de descarga	5.25 m
- Altura estática máxima	1.25 m
- Altura manométrica total	9.0 m

Célula de Aeração

- Vazão de projeto	4000 m ³ /d
- DBO afluente à célula de aeração	432 Kg/d
- F/M	0.12 Kg DBO/Kg SSVTA
- SSVTA	3.8 Kg SSVTA/m ³
- Volume de célula de aeração	945 m ³
- Número de tanques	3
- Altura da lâmina líquida	6.00 m
- Dimensões da área de cada tanque	5.70 x 9.20 m
- Kg O ₂ /Kg DBO	2
- Necessidade de oxigênio	864 Kg/d
- Sistema de aeração	Ar difuso
- Tipo de bolha	fina
- Vazão de ar para o sistema	10.86 m ³ /min.

- Número de soprador	3
- Vazão por soprador	5.43 ³ /min.
- Pressão de trabalho	6.50 m

Decantador

- Vazão de projeto	4000 m ³ /d
- Taxa de aplicação superficial	20 m ³ /m ² x d
- Área de decantação	200 m ³
- Altura da parte cilíndrica	2.20 m
- Volume útil total	400 m ³
- Tempo de detenção	2 h
- Diâmetro do decantador	16.00 m

No núcleo urbano, nas áreas onde o sistema de drenagem não possibilita o tratamento dos esgotos sanitários na ETE descrita, bem como na Mina de Saracá, foram construídas várias fossas sépticas para o tratamento dos despejos. Em função do número de pessoas e do uso de cada edificação, as fossas foram construídas com diversas capacidades. Os Desenhos n^{os} QD2-MRN-50-55-002/004, apresentam, respectivamente, a planta, corte e detalhes para fossas séptica típicas de 10 e 50 pessoas.

6.2.2.4 - Efluentes Oleosos

Em locais de manuseio de substâncias oleosas (Usina Termoelétrica, oficinas, pátio de estocagem de óleos, etc.) foram implantados sistemas de tratamento, constituídos de caixas de separação de óleo e principalmente, através de separadores gravitacionais de blocos de placas coalescentes.

Os separadores utilizados, marca FRAM, foram desenvolvidos através de análise de performance com a ajuda de computadores e considerando as características do fluxo sinusoidal modificado de alta eficiência das placas coalescentes. As unidade projetadas são capazes de retirar partículas de 7 micra de diâmetro ou maiores e produzir efluentes com menos de 10 ppm de óleo.

O esquema de funcionamento dos separadores é o seguinte: a água oleosa chega à câmara de entrada do separador por meio de um sifão que provoca a primeira separação grossa das gotículas de óleo das de água por efeito da gravidade. Posteriormente, a mistura passa aos blocos de placas onde continua a separação. Dentro dos blocos de placas, todas as partículas de 20 micra ou maiores são depositadas por efeito da gravidade nas placas corrugadas de material oleofílico.

O óleo coletado na placas forma uma película e gotas grandes de óleo, que sobem até a superfície do separador de onde são transferidas em um tanque coletor de óleo mediante coletores de óleo superficial.

O óleo coletado na placas forma uma película e gotas grandes de óleo, que sobem até a superfície do separador de onde são transferidas em um tanque coletor de óleo mediante coletores de óleo superficial.

6.2.3 - Resíduos Sólidos

Os materiais estéreis são depositados de forma controlada nas áreas já lavradas, constituindo a primeira etapa do processo de recuperação de áreas mineradas. Assim, o estéril depositado sob a forma de pilhas é nivelado por tratores, recompondo-se parte da topografia original. Terminado este aplainamento, a camada de solo superficial, retirada após o desmatamento, é espalhada sobre o estéril, iniciando, deste modo, a preparação do terreno para o plantio e o trabalho de reflorestamento.

Nas bordas dos platôs, onde a relação estéril/minério é baixa, a remoção e a deposição do estéril são feitas horizontalmente, utilizando-se “motoscrapers”, não havendo, portanto, a necessidade de nivelamento do terreno. Este mesmo equipamento faz a transposição do solo vegetal, espalhando-o sobre o material estéril.

7 - CARACTERIZAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA

7.1 - Núcleo Urbano

As instalações industriais da MRN acham-se localizadas em plena floresta amazônica e distantes das cidades da região, com acesso apenas por via fluvial e aérea. Assim, para proporcionar conforto e segurança aos seus funcionários, a MRN implantou no local um núcleo urbano dotado de completa infra-estrutura de saneamento básico e comunitária.

A vila residencial conta com sistemas de suprimento de água potável e de tratamento de esgotos. Em Porto Trombetas existe uma Estação de Tratamento de Água (ETA), com capacidade de 160 m³/h, que atende plenamente ao consumo da população. O núcleo urbano possui rede coletora de despejos domésticos e Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), que trata todo o efluente do núcleo para lançamento no rio Trombetas. As ruas são todas pavimentadas e a vila residencial tem um anel externo de velocidade e ruas de acesso às residências do tipo vielas sem saída, para melhor segurança da comunidade. O paisagismo da área e a limpeza urbana contribuem para manter um ambiente agradável em Porto Trombetas.

A infra-estrutura social é constituída por 1.030 casas, hotel e alojamentos, escolas até o pré-universitário, hospital e serviços laboratoriais, centro odontológico, clubes de lazer, cine-teatro, supermercado, aeroporto construído para receber aeronaves tipo boeing 737 e sistema de comunicação nacional e internacional, além de modernas instalações portuárias.

Além das residências dos funcionários da MRN, a vila residencial é constituída de um hotel para pessoal de nível superior (Casa de Hóspedes), com capacidade para 40 pessoas, um hotel para pessoal de nível técnico, (Hotel CD), com capacidade para 40 pessoas, e vários alojamentos, com capacidade total para mais de 2000 pessoas, para uso das empreiteiras.

Em Porto Trombetas, administrados pela GR do Brasil, existem o restaurante da Casa de Hóspedes e 2 refeitórios (CD1 e CD2), perto do Hotel CD, sendo o CD1 menor e de melhor categoria, para o pessoal de nível técnico ou acima para atendimento aos residentes solteiros, residentes temporários e visitantes. Além destes, existem também restaurantes particulares. As empreiteiras podem montar suas próprias cozinhas e refeitórios ou receberem alimentação para seus funcionários através da GR.

O comércio na vila residencial tem supermercado, padaria, lojas, boutiques, lanchonetes, agências bancárias, posto de abastecimento de combustíveis, açougue e farmácia. No centro comercial da feirinha há um mercado para venda de peixes, produtos agrícolas e hortigranjeiros.

O sistema educacional é composto de 2 escolas de nível maternal, 1 escola com níveis do pré-escolar ao II grau, do Sistema Pitágoras de Ensino e que atende a crianças e jovens das comunidade vizinhas (população ribeirinha), além de um Centro de Formação Profissional do SENAI e de um Centro de Cultura Anglo-Americano (C.C.A.A.).

A assistência médico-odontológica na vila residencial é fornecida por um moderno hospital, com capacidade para 36 leitos, salas de cirurgia (2), sala de parto, berçário, consultório dentário, sala de raio X, laboratório de análises clínicas e fisioterapia, que atende também à população ribeirinha da região. Além do hospital, existem dois ambulatórios, um na área industrial do Porto e outro anexo ao próprio hospital.

As atividades de lazer, recreação e esportes são desenvolvidas na Mineração Esporte Clube (MEC), que tem uma área construída de 60.000 m², com ampla sede social, estádio de futebol com capacidade para 10.000 pessoas, ginásio coberto para jogos, piscina olímpica e quadras ao ar livre para tênis, voley, basquete e futebol de salão. Além do MEC, existem o Clube Igarapé das Pedras, o Clube Igarapé do Sindicato e o Cine-Clube Trombetas. Com relação à televisão, a MRN capta em antenas parabólicas e retransmite localmente os canais das redes Globo, Bandeirantes, Manchete e SBT.

7.2 - Unidades Administrativas e de Apoio Operacional

As unidades de apoio operacional e administrativo são as seguintes:

- escritório central
- oficina de manutenção
- almoxarifado
- usina de geração de energia
- terminal da Petrobrás
- brigada de incêndio
- central de telecomunicações/CPD

O Escritório Central está localizado no Porto, onde estão sediadas as Superintendências da MRN com exceção das Superintendências de Mineração e de Beneficiamento, que ficam na Mina de Saracá, e a de Suprimentos, que fica no Almoxarifado Central. O Escritório da Mina, em Saracá, além das Superintendências de Mineração e de Beneficiamento, abrange também todos setores operacionais a elas subordinados. O Escritório da Obra, localizado também em Saracá, engloba as áreas de Engenharia, Fiscalização, Planejamento e Coordenação das Obras da Mina e do Porto.

A MRN tem uma Oficina Central no Porto e uma outra menor na Mina. São instalações bem aparelhadas, com usinagem para peças de grande porte, caldeiraria elétrica, com capacidade para fazer grandes "overhauls" de equipamentos de grande porte como tratores de esteiras, "motoscrapers",

locomotivas, "draglines". Para suprimento das suas atividades operacionais, a MRN possui um Almoxarifado Central no Porto e outro menor na área da Mina Saracá.

No Porto existe uma base de combustível da Petrobrás, que consta de um terminal hidroviário e uma tancagem de óleo BPF, gasolina e álcool. O combustível é bombeado nos navios e balsas para a tancagem da Petrobrás e desta para a tancagem da MRN. Funciona para o público e empreiteiras o Posto Trombetas, para abastecimento de combustíveis e lubrificantes. Existe também um depósito de gás, que distribui GLP em bujões para uso doméstico.

Para suprimento energético, a MRN tem geração própria em 13 kv, na usina localizada na área do Porto, composta de motores consumindo óleo pesado e óleo diesel e uma turbina a vapor de 8,5 Mw. A Mina recebe energia do Porto através de uma linha de transmissão de 69 kv, com uma subestação principal rebaixadora para 13 kv e várias outras para 4,16 kv e 440 v. A vila presidencial consome de 1 a 1,5 Mw e a distribuição é feita em 220 volts, 60 Hz.

Com relação ao sistema de comunicação, Porto Trombetas possui rede pública de telefone e uma rede interna própria PABX, ambas interligadas entre si e ligadas por microondas e satélites, via Embratel, a todo o Brasil e ao exterior. O serviço é executado pela Telepará, empresa concessionária do Estado do Pará.

7.3 - Instalações Portuárias

O Porto da MRN, situado na margem direita do Rio Trombetas, denominado de Porto Trombetas, foi construído com equipamentos produzidos no Brasil e consta de um cais em off-shore sobre estacas para atracação de navios graneleiros de até 245 m de comprimento, 40 m de largura, 13,5 m de calado livre (distância entre a linha d'água e o topo da boca da escotilha), equipado com um carregador linear de lança deslizante (ship-loader), com capacidade nominal de 6.000 t/h.

Para chegar até o Porto Trombetas, os navios fazem um percurso superior a 1.000 km, entrando pelo canal norte do Rio Amazonas até a localidade de Fazendinha, no território do Amapá, onde é feita a inspeção pelas autoridades marítimas, são embarcados ou desembarcados os "Práticos" (condutores de navios) e onde o lastro de água salgada é substituído por água doce, medida de proteção ambiental para não poluir o rio Trombetas, fiscalizada pela Capitania dos Portos do Pará e do Amapá.

O Porto não possui problemas para manobras, pois o leito do rio, nesta área, possui largura de 700 m e pode, caso necessário, abrigar três navios, sendo um atracado no cais e dois nas bóias de espera. As limitações de calado de 37 pés na cheia (11,28 m) com reduções proporcionais ao nível do rio Trombetas na vazante. Já foi carregado navio com 79.140 t, embora a média seja de aproximadamente 40.000 t.

Atualmente a navegação do Rio Trombetas está autorizada para ser exercida tanto durante o dia como à noite. Visando, no entanto, aumentar a segurança da navegação noturna, a MRN implantou novos sete sinais náuticos e relocou outros no rio Trombetas.

7.4 - Projeto de Expansão - Fase III

7.4.1- Infra-Estrutura Urbana e Serviços

Não existe previsão de melhorias significativas, ao longo dos próximos cinco anos, na infraestrutura do núcleo urbano de Porto Trombetas, considerando que os níveis de produção não ultrapassem os 8,7 MTA. Está prevista para o período 1994-1997 uma avaliação das condições e previsão de vida útil econômica das 200 casas de madeira que foram construídas para implantação do projeto, estando com mais de 17 anos de uso.

Os serviços de manutenção periódica dos prédios, casas e do sistema viário, continuarão sendo programados e detalhados anualmente.

Está sendo programada para 1994 a construção do restaurante definitivo da Mina Saracá. As instalações provisórias, a partir do final de 1994, passariam a ser utilizadas pelo pessoal de construção e montagem das obras de abertura da segunda mina.

Um plano para alojamento, hospedagem, alimentação e transporte está sendo elaborado para atendimento do contingente de obras no período 1994-1996.

Fica mantida como premissa neste plano que a MRN continuará contratando os serviços de: educação, saúde, transporte, hotelaria, zeladoria, alimentação, limpeza urbana, manutenção civil, manutenção de veículos e vigilância patrimonial.

Atualmente estão sendo estabelecidas ações visando estreitar o relacionamento da MRN as empresas prestadoras de serviços na busca de parceiras que estimulem melhorias de qualidade e produtividade.

7.4.2 - Área Industrial do Porto

Dentre as melhorias previstas para a área industrial do Porto nos próximos cinco anos, uma das mais significativas será a implantação do sistema de coleta, espessamento e concentração (em filtros) do minério carreado das operações de secagem e manuseio de bauxita em toda área industrial. Este sistema consiste da coleta de todas as águas que carregam bauxita na área do Porto até os Tanques de Bombeamento de Lama (TBL), de onde serão bombeadas para um espessador. Depois de espessado o minério será filtrado e empilhado para embarque nos navios de bauxita úmida.

Além do retorno econômico do projeto, com "pay back" simples da ordem de 4 a 7 anos, existem os benefícios ambientais. Atualmente parte desta lama é recuperada, mas o maior volume está sendo carreado para os igarapés e igapós vizinhos da área industrial do Porto. Além da implantação do sistema de coleta de "lama" estão previstos no horizonte deste plano a avaliação e implantação (se viável técnica e economicamente) das seguintes melhorias na área do porto:

- aumento da capacidade de estocagem de bauxita úmida;
- aumento da capacidade de estocagem de bauxita seca;
- automação das operações de secagem e demais instalações do Porto;
- melhoria no sistema de contenção e recuperação de óleo na Usina de Geração;
- instalação de caldeiras de recuperação nas descargas dos motores da Usina de Geração para produção de vapor.

7.4.3 - Usina de Geração de Energia

Até o ano 2.000, a MRN deverá iniciar a implantação da nova usina de geração, considerando o fim da vida útil dos geradores mais antigos. Ela será localizada na área do Porto e modulada com 5 unidades de 8 Mw na primeira fase. O projeto básico da nova usina de geração foi concluído em 1992, estando agora aguardando a melhor oportunidade técnica e econômica para sua implantação. Foi adotada como premissa para dimensionamento do sistema de geração neste plano que a "dragline" de 26 j³, necessária para abertura da Mina de Papagaio, terá acionamento a diesel.

Desta forma, a capacidade atual do sistema de geração deverá ser ampliada em apenas mais um módulo de 4,2 Mw, não sendo necessário o início de implantação da nova usina de geração no horizonte deste plano. Registra-se, entretanto, que o arranjo do sistema de geração para os próximos cinco anos ainda não se encontra concluído, condicionado à elaboração do projeto básico para abertura da Mina de Papagaio (incluindo a escolha da "dragline").

No início do desenvolvimento do Plano de Energia da MRN, em 1993, previa-se que, a partir do início da implantação da nova usina, o custo cash de geração atingisse a média de 70 mills./Kwh, previsto em função de melhorias operacionais e dos baixos custos de operação dos modernos grupos geradores de 4,2 Mw.

Ao longo dos próximos anos, independente da escolha da "dragline" para abertura da segunda mina, estão previstas na Usina da Geração, a implantação do programa de manutenções preditivas e a completa revisão do plano de manutenção preventiva de cada grupo gerador. Este trabalho resultará certamente na redução dos custos de geração de energia.

A duplicação da linha de transmissão de 69 Kv (Porto-Mina), que estava prevista para o biênio 1993-1994, está sendo prevista neste plano para o período 1994-1997. Registra-se novamente que as perdas de energia na transmissão possibilitam um "pay-bak" simples de aproximadamente cinco anos.

III - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

1 - ÁREA DE INFLUÊNCIA

A definição da área de influência do Projeto de Expansão da Mineração Rio do Norte deve abranger os espaços geográficos ocupados pelas atividades atuais da empresa na região de Porto Trombetas, incluindo a vila residencial, as instalações industriais e portuárias, a rodoferrovia entre o porto e a mina, o beneficiamento e as áreas de deposição de rejeitos no platô Saracá, além das áreas previstas nesta fase de expansão no platô Papagaio e no próprio platô Saracá, bem como as vias de acesso e de expedição de minério entre estes platôs.

Todas estas unidades operacionais do empreendimento minerário da MRN em Porto Trombetas estão contidas nas áreas aqui definidas como de intervenção e de influência direta, onde as ações desenvolvidas atualmente e aquelas previstas nesta fase de expansão exercem e poderão exercer efeitos sobre os componentes ambientais. No âmbito dos espaços de ocupação atual e futura do projeto de expansão estão incluídas parcial ou totalmente as bacias hidrográficas de igarapés tributários dos rios Trombetas e Amazonas.

Dentre todos os sistemas hidrográficos da região, a bacia do igarapé Saracá é a que deverá receber os principais efeitos potenciais previstos com a expansão das atividades de lavra para o platô Papagaio, além dos efeitos decorrentes da expansão da exploração mineral no platô Saracá, onde são conduzidas atualmente a lavra e o beneficiamento da bauxita pela MRN. Além deste, os igarapés do Papagaio e Água Fria também poderão estar sujeitos aos efeitos potenciais da mineração no platô Papagaio.

Estes dois igarapés tributários do rio Trombetas já sofrem atualmente os efeitos das atividades da mineração, o igarapé do Papagaio ao ser transposto pela rodoferrovia e o igarapé Água Fria por receber águas pluviais drenadas de áreas residências e industriais de Porto Trombetas. O igarapé do Papagaio desagua no lago Batata, onde a MRN realiza importantes ações de reabilitação ambiental e o igarapé Água Fria drena diretamente para o rio Trombetas.

O rio Trombetas também compõe o espaço de influência das atividades da MRN como via de transporte fluvial de cargas e passageiros com destino a Porto Trombetas, onde é feita a expedição da bauxita por sistema portuário próprio para carregamento de navios. Além disso, o rio é também o corpo receptor de efluentes da estação de tratamento de esgotos sanitários gerados na vila e de parte do sistema de drenagem pluvial.

A área de influência indireta da MRN, atualmente e após a conclusão da fase de expansão, é representada por um espaço geográfico mais amplo em que se desenvolvem as relações econômicas e sociais da empresa, que nem sempre podem ser delimitados fisicamente. Nesta dimensão estão incluídos os centros onde se estrutura a organização administrativa e gerencial da MRN em Porto Trombetas e Belém, no Pará, e no Rio de Janeiro - RJ; o espaço de suas relações comerciais e da

própria constituição societária da empresa se estabelecem internacionalmente em diversos países; as vias de transporte fluvial (rios Trombetas e Amazonas) e marítimo por onde é feito o escoamento do produto da MRN; o município de Oriximiná e o Estado do Pará onde são recolhidas pela MRN as parcelas correspondentes às contribuições tributárias e fiscais.

No que se refere a área de influência direta da MRN, incluindo-se nesse espaço aqueles a serem abrangidos nesta fase de expansão, é preciso salientar que parte desta área está contida nos limites da Floresta Nacional Saracá-Taquera, com área de cerca de 429.600 ha, e, na margem esquerda do rio Trombetas, a Reserva Biológica do Rio Trombetas, com cerca de 385.000 ha, ambas unidades de conservação administradas pelo IBAMA.

Na área de influência direta estão incluídas as atividades de beneficiamento e deposição de rejeitos no platô Saracá, uma faixa linear ao longo da rodoferrovia, as áreas de instalações industriais e portuárias e a vila residencial de Porto Trombetas, todas implantadas e em operação pela MRN atualmente. São incluídos também nesta área os cursos d' água a jusante dessas intervenções e das demais a serem realizadas no processo de expansão da lavra nos platôs Saracá e Papagaio, a saber: o rio Trombetas a jusante do Porto Trombetas, os igarapés Água Fria, Papagaio, o lago Batata, o igarapé Saracá e o lago Sapucúá, ligado ao rio Amazonas.

A área de intervenção é definida como o espaço onde são implementadas as ações de expansão do empreendimento, abrangendo a extensão da lavra no platôs Saracá a abertura da mina no platô e Papagaio e as extensões lineares das vias de acesso rodoviário e dos transportadores de correias de longa distância (TCLD), entre esses platôs, além de vias secundárias para apoio durante as fases de implantação, operação (manutenção) e desativação (reabilitação) do empreendimento.

2 - MEIO FÍSICO

2.1 - Clima e Condições Meteorológicas

O clima da região pode ser considerado como sendo do tipo tropical chuvoso, com as temperaturas médias mensais variando entre 25 °C e 30 °C, sem oscilações bruscas ao longo do ano (pequena amplitude térmica anual). De acordo com os dados da Estação Meteorológica de Porto Trombetas, as temperaturas médias anuais no período de 1972 a 1992 oscilaram entre 23,9 °C e 29,0 °C (média do período: 26,5 °C). Os meses mais quentes corresponderam aos de setembro (média mensal: 28,3 °C), outubro (28,6 °C) e novembro (28,6 °C). Os meses mais frios foram fevereiro (27,15 °C), março (27,2 °C), junho (27,3 °C) e julho (27,1 °C), conforme mostra a Figura III.2.1.

A temperatura máxima absoluta do período foi 40,4 °C (em fevereiro de 1992) e a mínima absoluta foi de 13,0 °C (em julho e agosto de 1981). As temperaturas máximas absolutas, bem como a média das temperaturas máximas, caem durante o período chuvoso o que faz com que as populações locais associem as chuvas ao "inverno amazônico". Este seria decorrente, portanto, do regime pluviométrico e não propriamente do regime térmico.

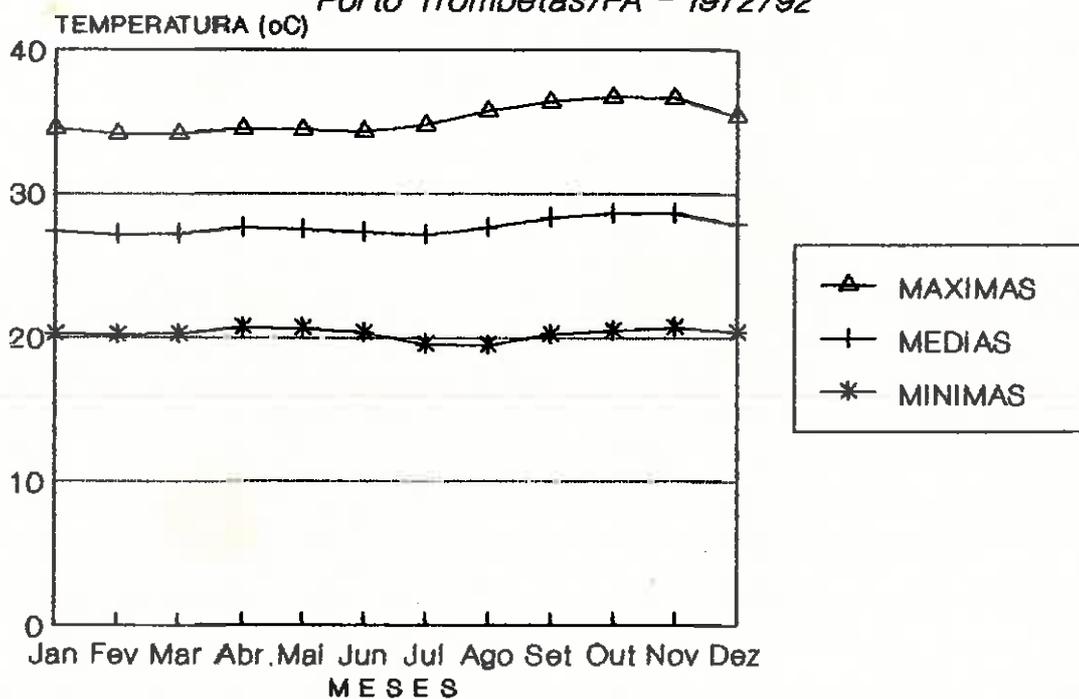
Observando-se a série temporal com as médias de temperaturas anuais entre 1972 e 1992 (Figura III.2.2), nota-se uma tendência de aumento da temperatura, mais acentuada de 1985 para cá. Tal fato pode estar relacionado a um aumento global da temperatura em todo o planeta, uma vez que esta tendência se repete em diversos pontos do globo, em função do efeito estufa provocado pela degradação da atmosfera.

Mas não resta dúvida, também, que o aumento das atividades humanas na região de Porto Trombetas, incluindo a área da lavra da bauxita e a periferia da vila de Porto Trombetas, pode estar influenciando na majoração local dos índices médios de temperatura, que já são elevados para o caso de toda a região amazônica. A súbita queda das médias a partir de 1980, cujo o mínimo foi atingido em 1982 (23,9 °C), se deve ao fenômeno do "El Niño" que se registrou naquele ano. A queda das médias de temperatura veio acompanhada de uma queda nas precipitações, razão pela qual uma análise desta anomalia será feita mais adiante, quando forem comentadas as curvas de precipitações anuais.

Quanto aos índices pluviométricos, estes são extremamente elevados, sendo que a área dos platôs apresentam índices ligeiramente maiores, em média, do que a área de Porto Trombetas. As chuvas concentram-se entre dezembro e junho, sendo que de janeiro a maio elas podem ser torrenciais e prolongadas, conforme mostra a distribuição anual da precipitação pluviométrica apresentada nas Figuras III.2.3 a III.2.8.

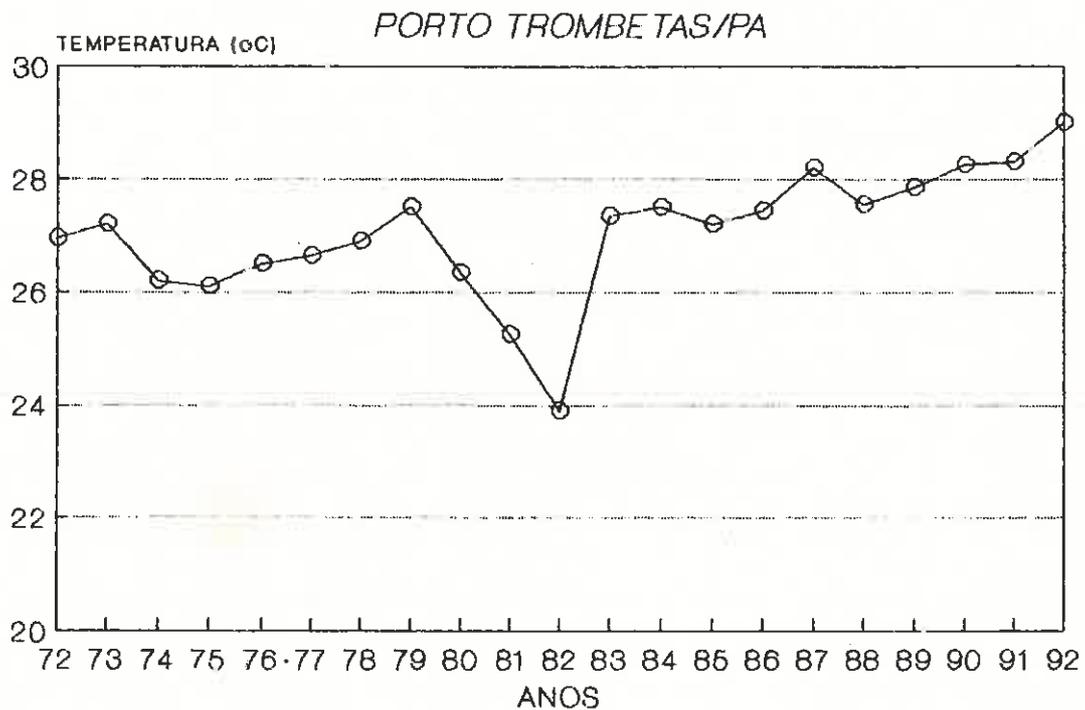
FIGURA III.2.1
VARIACOES MEDIAS MENSAIS DA TEMPERATURA
MEDIA, MAXIMA E MINIMA

Porto Trombetas/PA - 1972/92



Fonte: ??

FIGURA III.2.2
TEMPERATURAS MEDIAS ANUAIS
Media Anual - 1972 a 1992



FONTE: ??

FIGURA III.2.3 - DISTRIBUICAO ANUAL DAS CHUVAS ESTACAO P. TROMBETAS - 1970/73

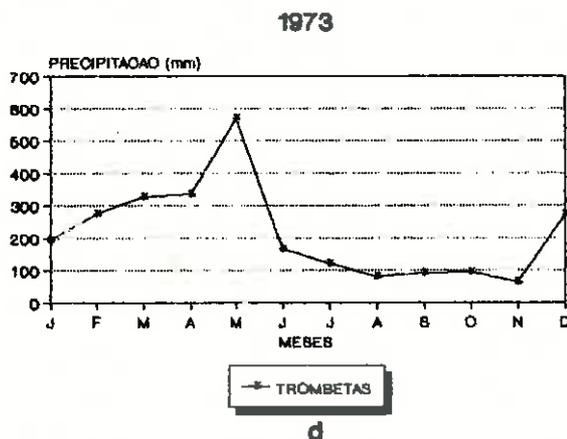
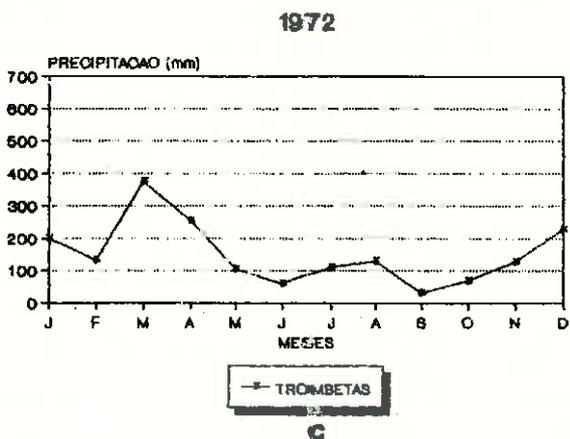
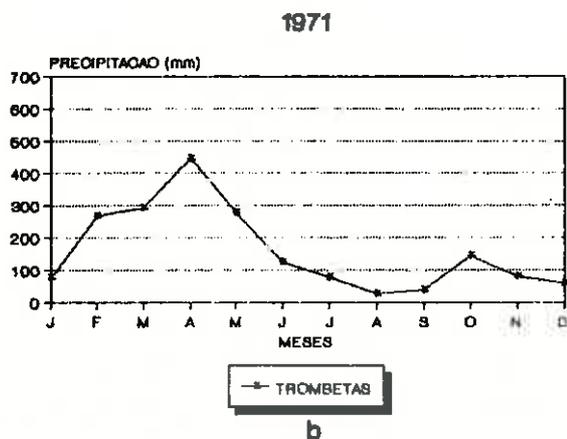
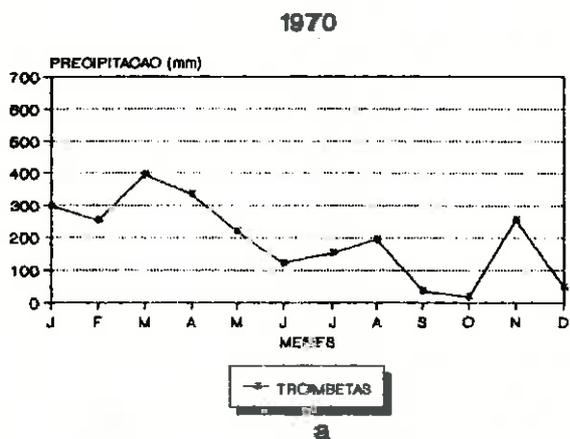


FIGURA III.2.4 - DISTRIBUICAO ANUAL DAS CHUVAS

ESTACAO DE P.TROMBETAS - 1974/77

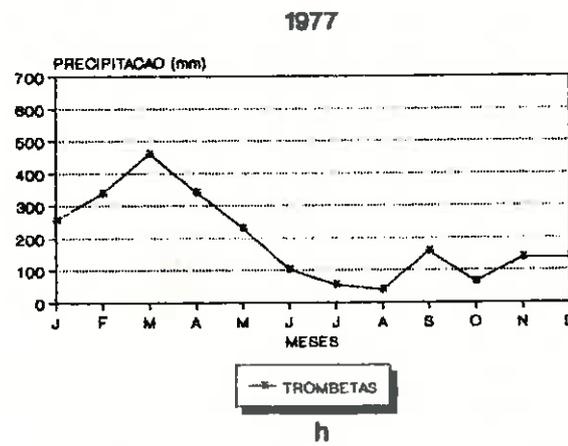
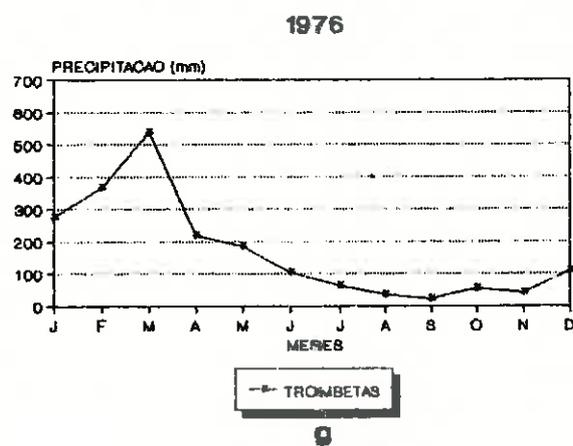
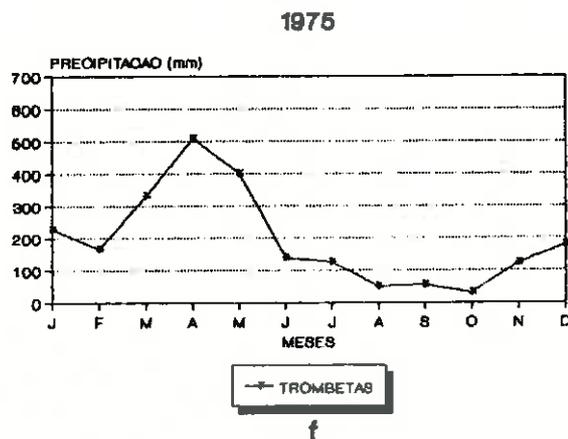
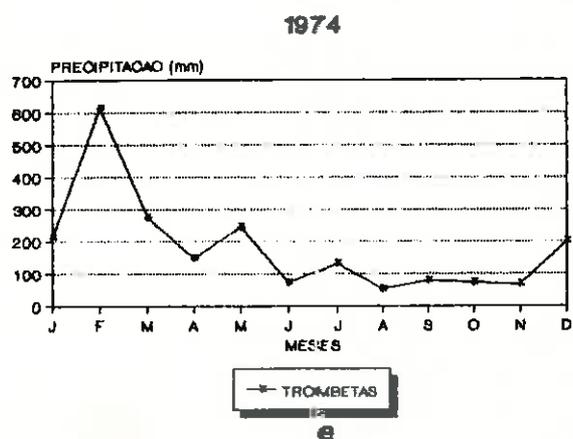
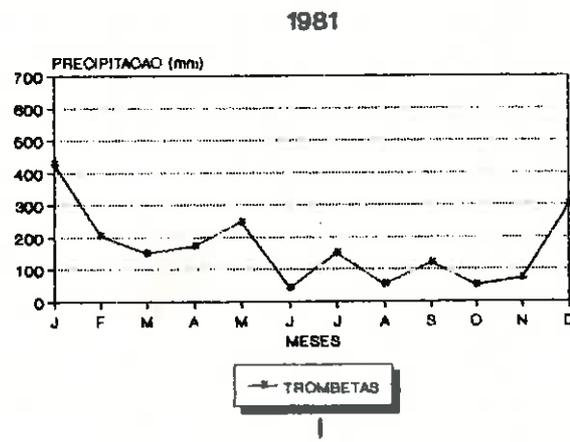
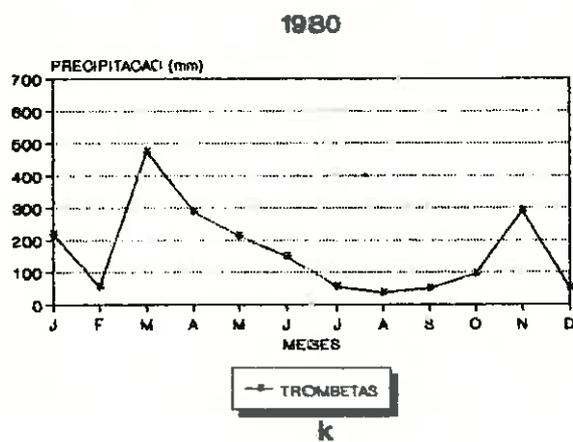
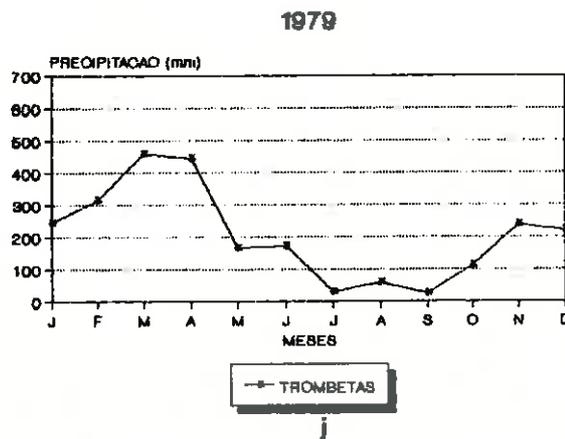
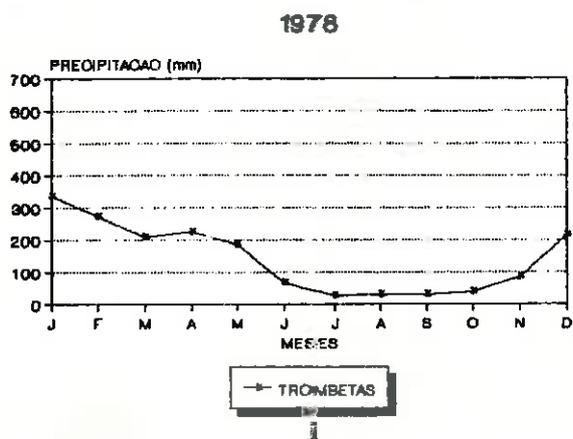
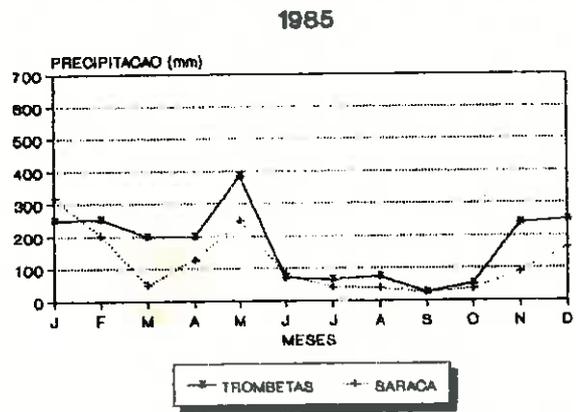
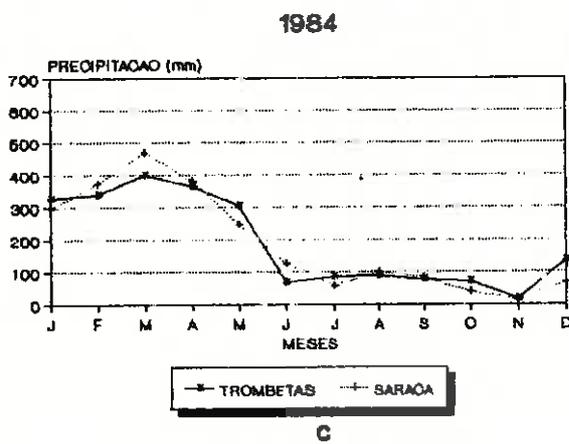
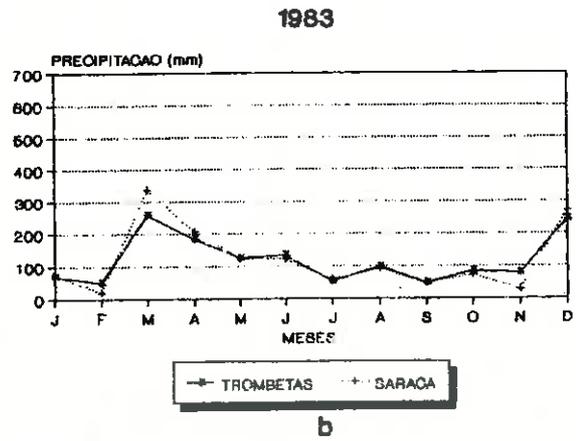
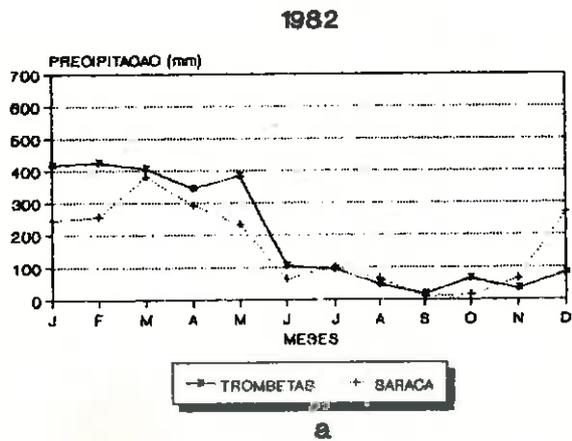


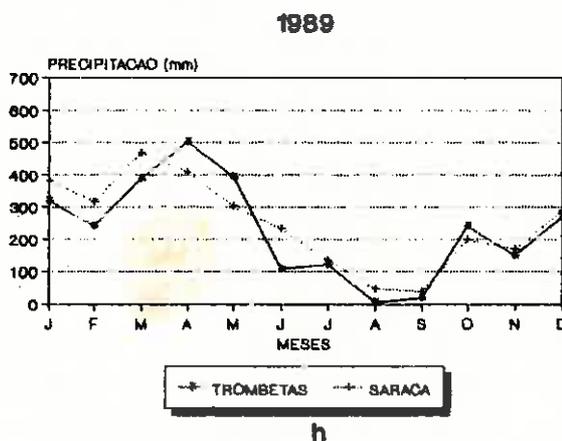
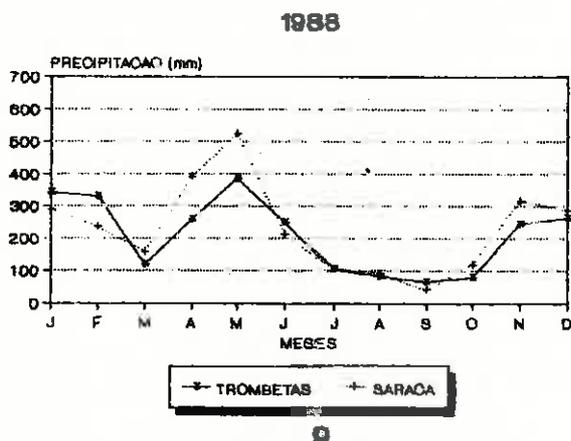
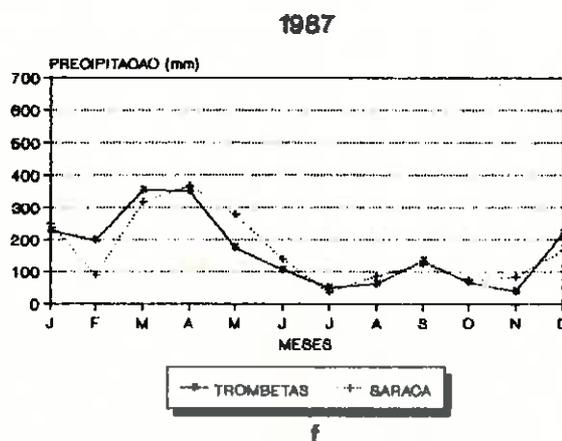
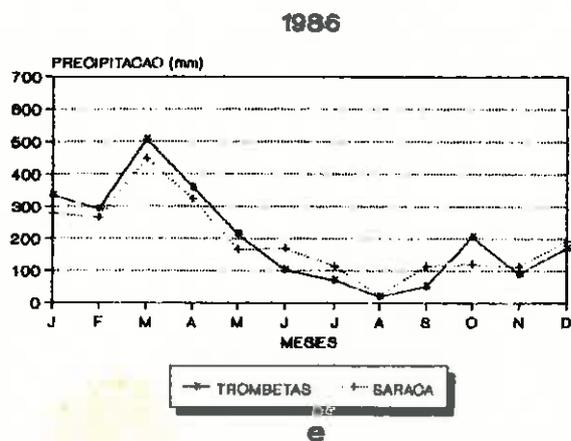
FIGURA III.2.5 - DISTRIBUICAO ANUAL DAS CHUVAS
ESTACAO DE P. TROMBETAS - 1978/81



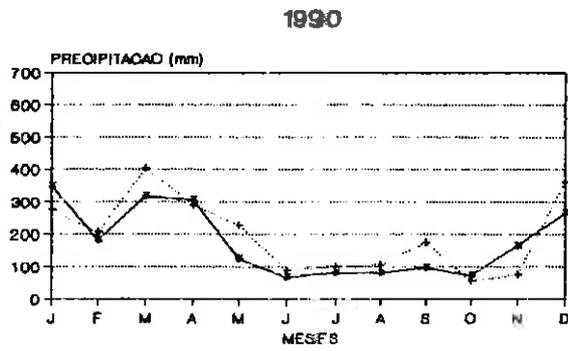
**FIGURA III.2.6 - DISTRIBUICAO ANUAL DAS CHUVAS
EST. P. TROMBETAS E SARACA - 1982/85**



**FIGURA III.2.7 - DISTRIBUICAO ANUAL DAS CHUVAS
EST. P. TROMBETAS E SARACA - 1986/89**

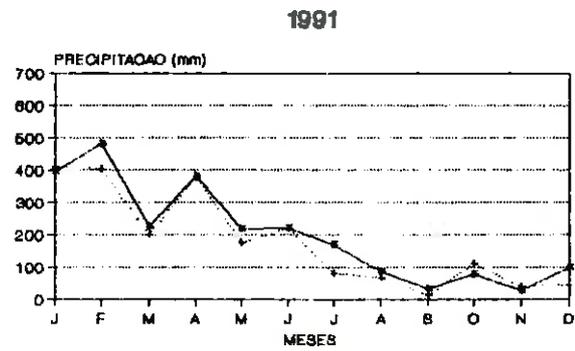


**FIGURA III.2.8 - DISTRIBUICAO ANUAL DAS CHUVAS
EST. P. TROMBETAS E SARACA - 1990/92**



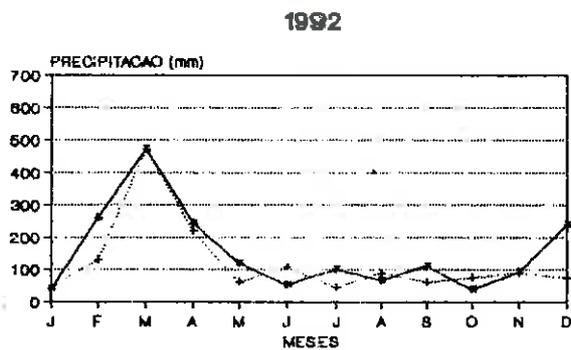
—▲— TROMBETAS -+ - SARACA

i



—▲— TROMBETAS -+ - SARACA

j



—▲— TROMBETAS -+ - SARACA

k

Os dados da Estação Meteorológica de Porto Trombetas, para o período entre 1970 e 1992, indicam uma precipitação pluviométrica média anual de 133,9 mm que variou entre 1427,4 mm (1983) e 2770,4 mm (1989). Os meses de maior pluviosidade foram março (média mensal: 356,3 mm) e abril (307,3 mm), e os de menores índices foram agosto (68,1 mm) e setembro (61,5 mm).

As séries de gráficos que compõem as Figuras III.2.3 a III.2.8 ilustram todos os registros pluviométricos médios mensais disponíveis para a estação de Porto Trombetas (1970 a 1992) e para a estação do Platô Saracá (1982 a 1992). Com base em tais gráficos, pode-se perceber anos com maiores índices de precipitação e anos nos quais estes índices são bastante baixos, fugindo da tendência normal dos eventos. Este foi o caso dos anos de 1982/1983, excepcionalmente secos para os padrões amazônicos. Em tais anos registrou-se a ocorrência do evento "El Niño", e suas consequências se fizeram notar em toda extensão territorial brasileira, como parte de uma série de anomalias que atingiram todo o globo terrestre.

No Brasil, o "El Niño" fez-se notar no centro sul, quando uma quantidade anormal e excessiva de chuvas fez com que os índices pluviométricos atingissem níveis alarmantes, registrando-se diversas enchentes e inundações naquela parte do país. Em contrapartida, verificou-se também uma seca prolongada na porção norte brasileira, não só no nordeste como também em toda a bacia amazônica. Se a seca atingiu proporções catastróficas no nordeste, na Amazônia serviu para diminuir o volume médio anual de águas que comumente precipitam na região. Os dados da estação de Porto Trombetas, portanto, registram nitidamente este fenômeno ocorrido entre 1982 e 1983.

As Figuras III.2.6 a III.2.8 incluíram os dados referentes à distribuição anual das chuvas na estação do Platô Saracá, os quais começaram a ser registrados a partir de 1982. Na área dos platôs, a precipitação média anual pode chegar em níveis superiores a 3000 mm, como foi o caso do ano de 1989 (total anual de 3002,4 mm). Tais volumes de precipitação fazem com que as médias anuais nos platôs sejam ligeiramente superiores às de Porto Trombetas. Em Saracá, os totais anuais variaram entre 1439,6 mm (em 1985) e os 3002,4 mm de 1989, perfazendo uma média anual geral de 2221,0 mm, superior, portanto, à de Porto Trombetas.

O padrão de distribuição anual das chuvas, entretanto, é semelhante para as duas estações, os meses mais chuvosos e mais secos sendo os mesmos de Porto Trombetas. Os maiores totais anuais de Saracá, em relação a Porto Trombetas, certamente estão relacionados com as atividades convectivas mais intensas do ambiente florestal adjacente à área da mineração propriamente dita.

Se considerarmos a distribuição das chuvas em toda a região na qual Porto Trombetas se insere, observa-se que a tendência geral é de que o período seco se desloque para o final do ano à medida em que se caminha para o leste amazônico, além de níveis maiores de precipitação mais próximos ao equador. Duas estações meteorológicas localizadas próximas a Porto Trombetas - Vista Alegre, a

nordeste, e Cachoeira Porteira, a noroeste, registraram totais pluviométricos médios anuais superiores (2678 mm e 2680,4 mm, respectivamente) aos de Porto Trombetas.

Em ambas as estações, o período mais chuvoso corresponde aos meses de março a maio, e o período menos chuvoso situa-se entre os meses de julho e novembro. No caso de Cachoeira Porteira, como pode ser observado na Figura III.2.9, o mês de agosto tende a ser menos seco, mas as chuvas começam a aumentar já a partir de dezembro. Em contrapartida, Vista Alegre possui uma homogeneidade maior quanto à distribuição pluviométrica mensal (Figura III.2.10). O período menos chuvoso não é tão acentuado, sendo que as precipitações se aceleram mais a partir de janeiro e fevereiro.

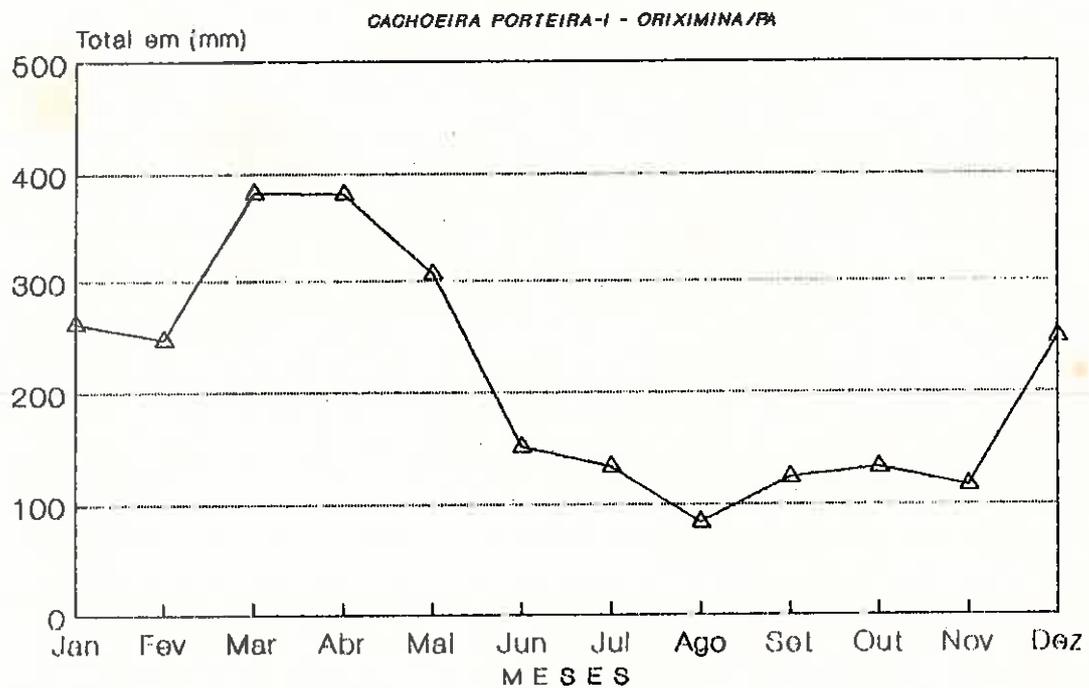
Óbidos, localizado mais a leste de Porto Trombetas, possui um período estação seco bem mais acentuado, comparando-se com as estações anteriores, que vai de julho a novembro. Isto faz com que a média anual decresça para 1851,1 mm. As chuvas, neste caso, concentram-se mais entre janeiro e maio (Figura III.2.11). Já no caso da estação da Mineração Cainã, localizada a oeste de Porto Trombetas, a distribuição das chuvas é mais irregular, apresentando altos e baixos ao longo do ano. Enquanto os meses mais secos tendem a ser agosto e novembro, os meses mais chuvosos tendem a ser abril e janeiro (Figura III.2.12). O total de precipitação média anual é de 1995,1 mm.

A região de Porto Trombetas encontra-se constantemente úmida uma vez que a umidade relativa é sempre superior a 70%. Foram constatados, para a área considerada, valores anuais médios entre 71%, e 89,8% para o período entre 1971 e 1992. Os meses mais úmidos vão de janeiro a julho, sempre com médias mensais superiores a 80%. Neste sentido, os totais máximos absolutos tendem a ocorrer neste período, sendo que o recorde para Porto Trombetas foi registrado em maio de 1975 (95,4%). Já os valores médios mensais mais baixos tendem a ocorrer entre agosto e novembro.

O menor índice de umidade relativa registrado para Porto Trombetas foi de 65,6%, ocorrido em setembro de 1989. É interessante destacar que as médias anuais de umidade relativa para Porto Trombetas têm diminuído ao longo dos anos desde o início dos registros, em 1971. A década de 70 revelou-se muito mais úmida do que a década de 80 e esta, por sua vez, foi mais úmida do que os anos até aqui registrados para a década de 90. Esta queda da média anual das taxas de umidade relativa, como pode ser notada na Figura III.2.13, pode ser devida ao aumento gradativo da ação antrópica na região de Porto Trombetas e adjacências.

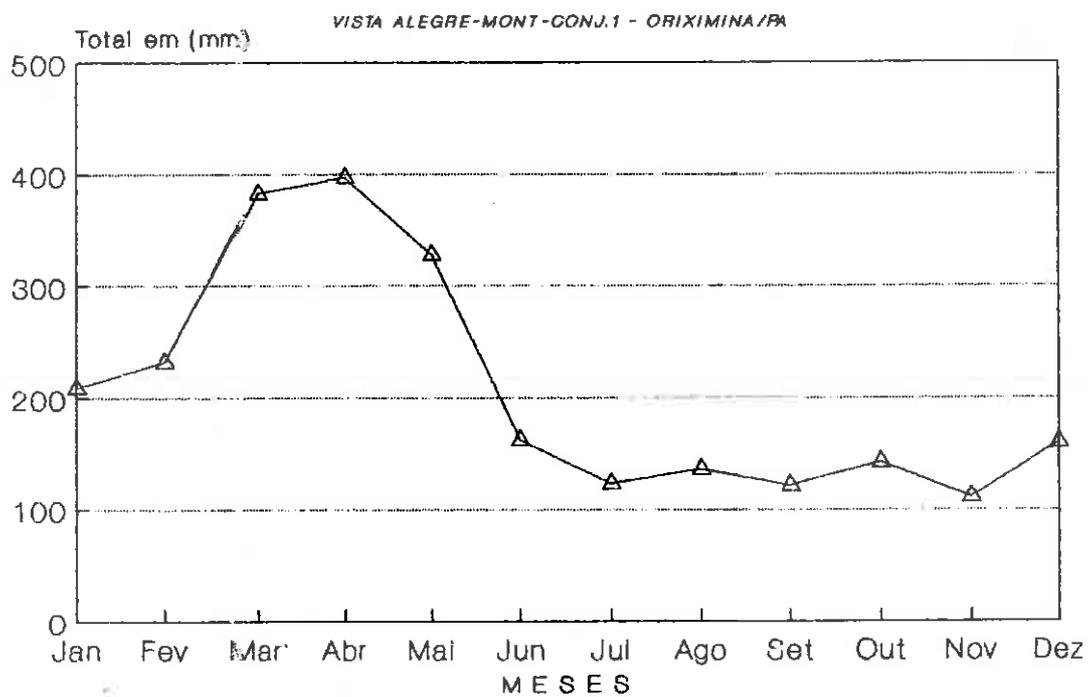
Os índices de maior umidade coincidem com os de maior nebulosidade e pluviosidade. No caso da nebulosidade, ela está diretamente vinculada à quantidade de precipitação pluviométrica, sendo em média duas vezes mais intensa na estação chuvosa. A intensidade da nebulosidade pode ser constatada mediante análise do número total mensal de horas de sol. Nesse sentido, a estação de Porto Trombetas registrou uma média de 175,34 horas mensais para o período entre 1977 e 1987. Para o período entre 1988 e 1992, a média de horas de sol por mês cai para 158,36.

FIGURA III.2.9
VARIACOES MEDIAS MENSAIS
DE PLUVIOSIDADE TOTAL EM (mm)



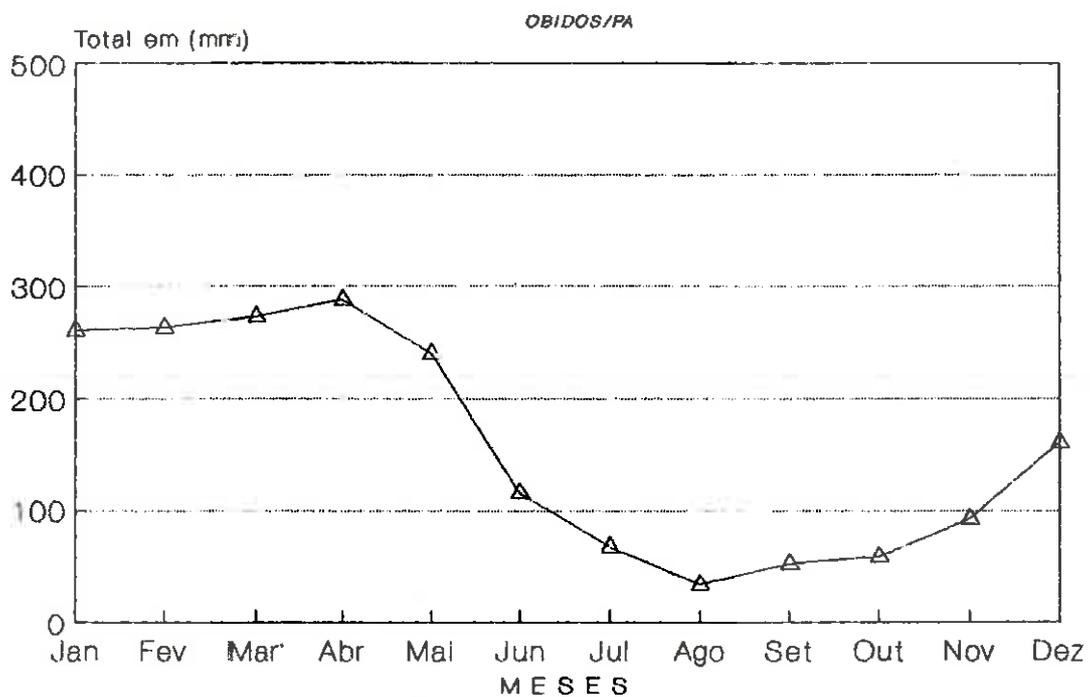
PLUVIOSIDADE MEDIA ANUAL - 2.690,4

FIGURA III.2.10
VARIACOES MEDIAS MENSAIS
DE PLUVIOSIDADE TOTAL EM (mm)



PLUVIOSIDADE MEDIA ANUAL - 2.678,0

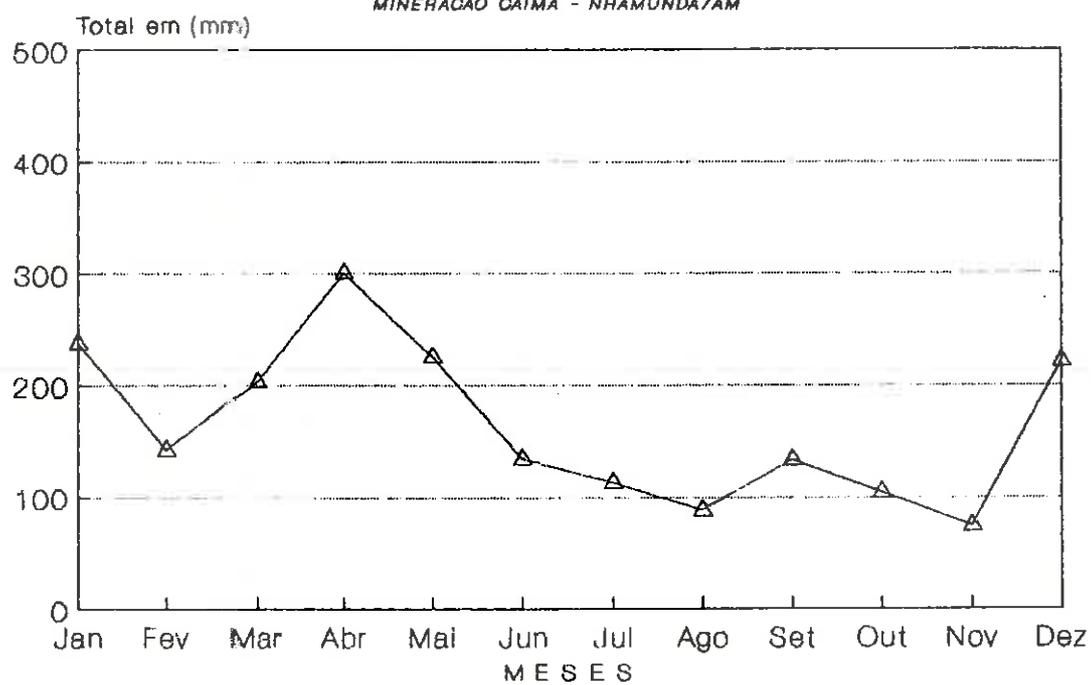
FIGURA III.2.11
VARIACOES MEDIAS MENSAS
DE PLUVIOSIDADE TOTAL EM (mm)



PLUVIOSIDADE MEDIA ANUAL - 1.861,1

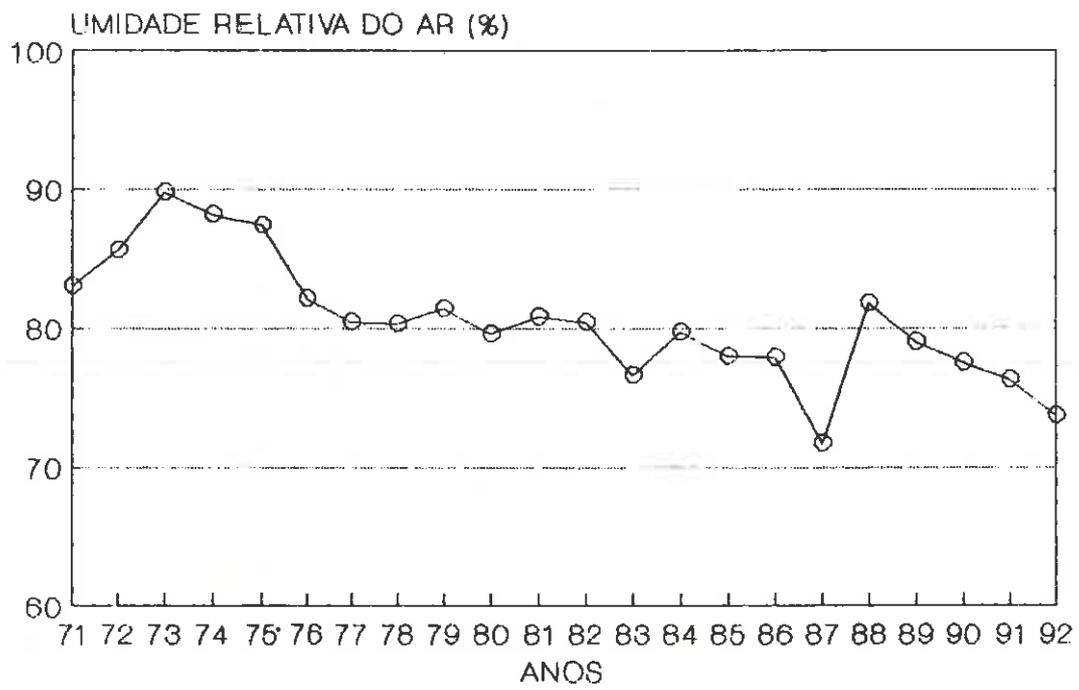
FIGURA III.2.12
VARIACOES MEDIAS MENSAS
DE PLUVIOSIDADE TOTAL EM (mm)

MINERACAO GAIMA - NHAMUNDA/AM



PLUVIOSIDADE MEDIA ANUAL - 1.096,1

FIGURA III.2.13
UMIDADE RELATIVA DO AR - PORTO TROMBETAS
Media Anual - 1971 a 1992



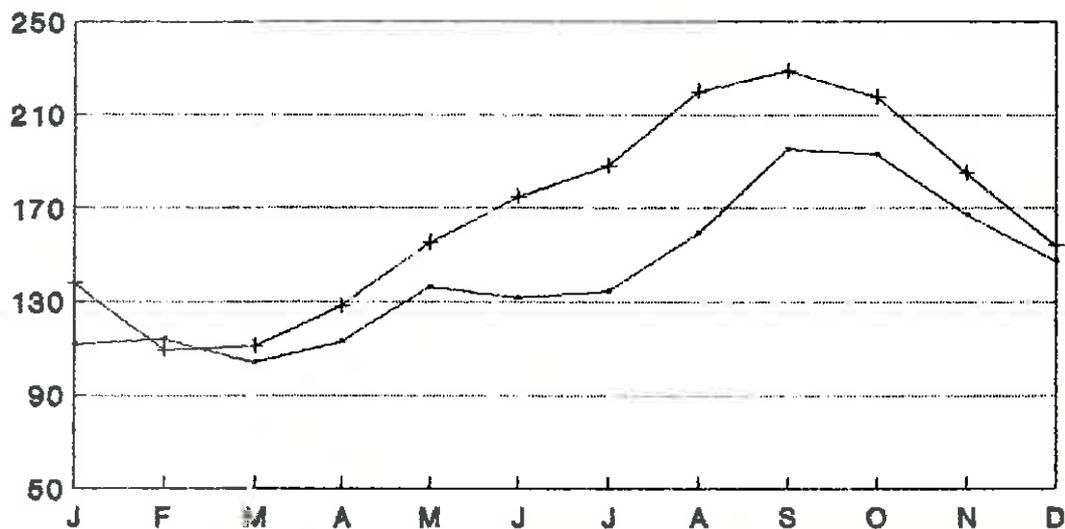
Os meses com menor número de horas de sol, portanto mais nublados, são os de dezembro a abril. O mínimo absoluto de horas de sol foi registrado em janeiro de 1985 (62,2 horas). Já os meses com maior número de horas de sol, portanto os menos nublados, são os de julho a outubro. O máximo absoluto de horas de sol foi registrado em setembro de 1982 (284,4 horas). Os valores médios anuais para o período 1977/1992 estão registrados na Figura III.2.14 sendo que, neste caso, não se observa a mesma tendência de declínio registrada para o caso da umidade relativa.

Se o número de horas de sol (ou insolação) é inversamente proporcional à nebulosidade, ele será diretamente proporcional à evaporação. Os dados disponíveis com relação a este parâmetro, no caso de Porto Trombetas, indicam valores médios anuais de 139,69 mm, para o período entre 1976 e 1985.

Os maiores índices de evaporação ocorrem entre agosto e dezembro, com valores médios sempre acima de 147 mm. Setembro é o mês com maior índice médio mensal, qual seja, 195,43 mm. O maior valor absoluto, entretanto, foi obtido em maio de 1982 (233,98 mm), provavelmente registrando uma anomalia climática vinculada ao fenômeno de "El Niño" que se verificou neste ano. Os menores índices de evaporação ocorreram nos meses mais chuvosos, entre janeiro e abril, com valores médios sempre abaixo de 115 mm. O mínimo absoluto de evaporação foi obtido em abril de 1985 (apenas 58,49 mm). A Figura III.2.14 registra os valores médios anuais de evaporação para Porto Trombetas, entre os anos de 1976 e 1986, sem que se observe alguma tendência bem definida.

Considerando a classificação de Koppen, a região é dominada pelo grupo climático A (Tropical chuvoso), localizando-se em uma faixa de transição entre a variedade Amw (chuvas do tipo monção) e variedade Aw (verão úmido e inverno seco). O tipo Amw é caracterizado por uma estação seca de pequena duração, totais elevados de precipitação, umidade suficiente para comportar a floresta tropical e as maiores quedas pluviométricas no outono. Estas características condizem com os dados obtidos na Estação Meteorológica de Porto Trombetas. Já o tipo AW é caracterizado por uma estação seca bem acentuada, tendo pelo menos um mês com altura de chuva inferior a 60 mm. Nesta variedade, as temperaturas sofrem um mínimo de variação anual, mantendo-se bastante elevadas, com amplitudes anuais das temperaturas médias mensais não ultrapassando os 5 °C, e as maiores quedas pluviométricas ocorrendo no outono. Esta variedade está localizada mais ao norte e nordeste da área em estudo. Tais características climáticas decorrem da atuação, na região, de diferentes massas de ar cujo comportamento dinâmico é definido pelos padrões de circulação geral da atmosfera. Neste sentido, algumas massas de ar que atuam durante o inverno austral (estação seca) não atuarão no verão austral (estação chuvosa) e vice-versa. Além disto, a atuação de tais massas não se dá de forma constante e absoluta no âmbito da região estudada. Alguns anos certamente apresentam variações sazonais que escapam da série normal de eventos. De qualquer maneira torna-se necessário descrever algumas das características das massas de ar que atuam na região, bem como daquelas que eventualmente se fazem sentir.

FIGURA III.2.14
 MEDIAS MENSAIS DE EVAPORACAO E INSOLACAO
 PORTO TROMBETAS



— EVAP. 1976/1986—(mm) +— INSOL. 1976/1993—(h)

No verão austral, os sistemas climáticos que atuam na região são a massa de ar Equatorial Continental, a Zona de Convergência Intertropical e a massa de ar Equatorial Norte. A massa de ar Equatorial Continental tem sua origem na Amazônia centro-ocidental, onde dominam calmarias e ventos fracos da baixa pressão continental. No verão austral, essa massa provoca instabilidade diurna, elevada umidade, e altas temperaturas aliadas ao alto teor convectivo, além do maior volume de chuvas.

Quanto à massa de ar Equatorial Norte, ela tem origem no hemisfério norte, sobre o oceano Atlântico, sendo convectivamente instável. Penetram na Amazônia durante o verão e o outono austrais mas seu limite meridional não é bem demarcado. Na área em estudo, a atuação dessa massa de ar pode se dar no sentido de provocar condições de relativa estabilidade uma vez que a umidade dissipa-se no trajeto norte-sul.

Finalmente, o verão austral também é marcado pela atuação da zona de Convergência Intertropical uma vez que este sistema desloca-se no sentido norte-sul, penetrando na região do platô Saracá pelo lado leste e provocando, alternadamente com a massa de ar Equatorial Continental, condições de instabilidade.

Durante o inverno austral, por outro lado, a massa de ar Equatorial Continental tem sua atuação limitada à porção oeste amazônica enquanto a zona de Convergência Intertropical atua mais a nordeste e por poucos dias. Os sistemas mais frequentes constituem-se na massa de ar Equatorial Atlântica e na massa de ar Tropical Atlântica.

Ambas têm sua origem sobre o centro e sul atlântico, de onde partem os alísios de sudeste. Elas atingem a região com umidade já reduzida, provocando dias estáveis. Em vista disto, a estação seca dependerá da frequência e intensidade dos fluxos de alísios de sudeste. Tais fluxos podem gerar deformações no âmbito desses sistemas atlânticos fazendo com que dorsais de alta pressão sejam geradas, acarretando em um movimento pendular destes "corredores secos". Tais corredores podem ainda ser reforçados pela penetração eventual de alguma frente fria que atinja latitudes mais baixas. As penetrações destas massas polares provocam o fenômeno localmente conhecido como friagem, que chega a apresentar temperaturas mínimas absolutas tais como aquela observada em 24 de julho de 1981 (13 °C).

Considerando a classificação bioclimática de Gaussen & Bagnouls, o clima da região em estudo pode ser classificado como do tipo Xeroquimênico, apresentando dias curtos, temperatura média do mês mais frio maior do que 15 °C e um período que se estende de 10 até 40 dias biologicamente secos, delimitados por chuvas torrenciais (RADAM, 1976). No que diz respeito às sub-regiões, a área em estudo está na faixa de transição entre a sub-região subtermaxérica de 1 a 20 dias biologicamente secos, a subtermaxérica de 21 a 40 dias biologicamente secos.

As relações entre clima-solo-planta constituem um importante subsistema do ciclo hidrológico ao nível da biosfera, passíveis de avaliação mediante estudos de disponibilidades hídricas no sistema a partir da determinação do balanço hídrico, segundo Thornthwaite & Mather (1955), que exprime o regime médio de circulação hídrica no sistema fito-edafo-climático.

O Projeto RADAMBRASIL (1976) contabilizou as disponibilidades hídricas a partir dos dados registrados na estação climatológica de Óbidos-PA, próxima a Porto Trombetas, numa região climática homogênea, considerando valores médios de retenção de água no solo e, portanto, os volumes disponíveis para as plantas, para solos de textura média e argilosa em duas diferentes profundidades do perfil, de acordo com as demandas de plantas de ciclo anual e perene. A Tabela III.2.1 apresenta o balanço hídrico.

TABELA III.2.1

Balanço Hídrico (segundo Thornthwaite & Mather)

Estação : Óbidos - Pa

Latitude : 01° 55' S

Longitude : 55° 31'W

Meses	P	EPP	TEXTURA DO SOLO							
			Média				Argilosa			
			Profundidades							
			60 cm		120 cm		60 cm		120 cm	
			Retenção Hídrica							
			50 mm		100 mm		70 mm		150 mm	
Deficit	Excede	Deficit	Excede	Deficit	Excede	Deficit	Excede			
janeiro	227	136	0	41	0	0	0	21	0	0
fevereiro	226	115	0	111	0	102	0	111	0	52
março	318	125	0	193	0	193	0	193	0	193
abril	259	121	0	138	0	138	0	138	0	138
maio	175	153	0	582	0	52	0	52	0	52
junho	94	120	5	0	3	0	0	0	2	0
julho	60	127	45	0	28	0	23	0	21	0
agosto	23	141	111	0	51	0	118	0	72	0
setembro	39	144	105	0	98	0	105	0	88	0
outubro	40	155	115	0	111	0	115	0	103	0
novembro	73	150	77	0	77	0	33	0	72	0
dezembro	116	153	37	0	37	0	37	0	37	0
ANO	1650	1610	495	535	445	485	475	515	395	435

P - Precipitação

EPP - Evatranspiração

2.2 - Geologia

A caracterização geológica da área do empreendimento é abordada neste relatório, de forma a agrupar informações presentes em diversas fontes bibliográficas, que possam, em conjunto com as observações de campo fornecer dados relevantes quanto ao ambiente geológico da mineralização de bauxita na região amazônica e especificamente na área do Projeto Trombetas, desenvolvido pela Mineração Rio do Norte.

Ocupando uma área que corresponde à metade do território brasileiro, a Amazônia abrange uma variedade de ambientes geológicos, com potencialidade para depósitos dos principais minerais, desde os utilizados pela indústria moderna até os mais valiosos.

As condições climáticas, que desde milênios têm persistido na região amazônica, determinaram sua vocação especial de desenvolver jazimentos residuais, onde a lixiviação das rochas, pelos agentes intempéricos, resultam na concentração do elemento a ser lavrado, em depósitos superficiais ou subsuperficiais, como o próprio alumínio, o ferro, manganês, níquel, etc. Outro tipo de jazida, favorecida pelas condições regionais, é o eluvionar/ aluvionar, onde os minerais, de maior resistência física e química aos agentes intempéricos, formam depósitos na cobertura do solo ou no leito das drenagens, como é o caso do ouro, cassiterita, diamante, etc.

As primeiras informações a respeito das características geológico - econômicas na bacia amazônica foram obtidas através de Hartt (1872 - 1898) e Derby (1877 - 1898), quando reconheceram a lateritas ricas em Fe. Posteriormente, Towse e Vinson (1959) descreveram a natureza aluminosa de tais lateritas, que ocorrem nos platôs distribuídos nas adjacências da calha principal do rio Amazonas.

Em 1966, a ALCAN descobriu as jazidas de bauxita, localizadas nos topos dos platôs, os quais sustentam a drenagem das bacias Trombetas e Nhamundá.

O substrato rochoso que compõe a bacia do baixo Amazonas, situada entre o escudo das Guianas e Brasileiro, é formado por sedimentos Paleozóicos (Cambro Siluriano ao Carbonífero superior) e sedimentos recentes Miocênicos e Quaternários, que transgridem sobre os Paleozóicos.

A mineralização de bauxita na Amazônia está associada à Formação Barreiras, cuja mais remota tentativa para denominação do Terciário deve-se a Albuquerque (1922), quando se referiu ao "Arenito de Manaus".

No tocante ao Cretáceo, Derby (1877) afirma tê-lo reconhecido nas montanhas do Ererê, baseando-se na presença de "dicotyledones", aliado ao fato dessas camadas, que se mostram perturbadas, estarem recobertas pelos depósitos horizontais referidos ao Terciário.

Apresentando as condições que favoreceram, então, a concentração econômica da bauxita, recorre-se à descrição daquela formação geológica que, por suas características de gênese e de evolução, retratam o ambiente propício a tal enriquecimento mineral, o qual está associado à Cobertura Sedimentar Terciária.

A bacia do Amazonas foi coberta em extensas áreas por depósitos sedimentares com características continentais, predominantemente flúvio-lacustres; segundo alguns autores essa sedimentação teve início no Cretáceo, persistindo por quase todo o Terciário.

Os sedimentos correspondentes aos arenitos, siltitos e argilitos caulínicos, lentes de conglomerados, apresentando geralmente estratificação horizontal, às vezes cruzada, são encontrados na Amazônia Oriental. São conhecidos como Formação Barreiras, embora alguns autores reservem esse termo apenas para os depósitos das bacias litorâneas, preferindo designá-los como Formação Alter do Chão. Localmente suas variações faciológicas recebem denominações próprias tais como Fácies Pirabas para o calcário marinho, que engloba arenitos e arcósios bem silicificados.

A Formação Barreiras, devido à sua grande distribuição espacial, acha-se recoberto discordantemente inúmeras unidades estratigráficas, tais como: Complexo Guianense, Complexo Xingu, Grupo Tocantins e Formação Itapecuru. Mostra-se recoberta parcialmente por sedimentos Quaternários aluvionários.

Uma das características que auxiliam o posicionamento estratigráfico da unidade Barreiras é a ausência de corpos básicos, quer concordantes quer discordantes, em suas camadas. No tocante a sua idade, Bouman, Mesner e Paddeu (op. cit.) atribuíram-lhe idade Cretácica superior. Neste trabalho, admite-se idade Terciária para Formação Barreiras.

Litologicamente, a Formação Barreiras é constituída por sedimentos continentais vermelhos, com intercalações de arenitos e argilitos, com conglomerados subordinados. Os arenitos são finos a médios, geralmente com estratificação cruzada, tendo cores vermelhas a variegadas, argilosos, caulínicos, friáveis; podendo ter bancos silicificados e duros, mal classificados, contendo grânulos de quartzo esparsos, bem como bolos de argilas. Os argilitos têm cores vermelho-tijolo e variegados, pobremente consolidados, maciços, laminados, tendo bolsas de areia. Os conglomerados possuem seixos subarredondados com 15,0 cm de diâmetro, de quartzo e arenito silicificado.

As lateritas encontradas nos topos dos platôs dissecados pela erosão, como ocorre nos platôs Saracá, e Papagaio, podem ser incluídas na descrição de Wolf (1972) para os platôs bauxíticos do vale do Amazonas, que reconhece, da base para o topo, os seguintes níveis: argila mosqueada rósea, vermelha e branca; zona de transição que consiste em bauxita, alterando-se em caulinita (0 - 2 m); bauxita rósea, vermelha gibbsítica (0 - 4 m); laterita ferruginosa em blocos (0 - 1,5 m); concreções esferoidais e

Esses dois níveis mineralizados estão separados por uma zona com predomínio da laterita ferruginosa; normalmente há um capeamento de solo laterítico argiloso, e a zona da bauxita maciça passa para uma argila, quase sempre variegada. Em alguns depósitos, particularmente na região de Almeirim, abaixo do horizonte de bauxitização há intervalos de caulim. Esse perfil típico bem representado na região de Trombetas não persiste em todos os depósitos, podendo haver ausência total ou de um dos horizontes.

O processo de bauxitização, que deve ter tido início no Pleistoceno e persiste até hoje, graças às condições climáticas favoráveis corresponde basicamente à lixiviação das rochas argilosas, com redução da sílica e transporte para baixo das soluções com alumínio e ferro, que se precipitam sob a forma de hidróxido e óxido hidratados nos horizontes com condições físico-químicas favoráveis.

O estágio de maturação do relevo nas características da drenagem dos platôs, condiciona a formação e a retenção dos depósitos de bauxita. O mineral de minério das bauxitas da amazônia é a gibbsita (trihidrato de alumínio), que apresenta vantagens sobre a boehmita (monohidrato de alumínio), por exigir pressões e temperaturas menores no processo de fabricação de alumina.

A bauxita do Trombetas é encontrada nos platôs de topos achatados, remanescentes de uma peneplanície original, a cerca de 70 a 120 metros de altitude. Uma secção típica de um platô na área explorada apresenta 6,0 metros de estéril, seguido de uma camada de 1,0 metro de bauxita nodular, separada da camada de 5,0 metros de espessura da bauxita maciça por uma camada de 1,0 metro de laterita ferruginosa, estando a bauxita maciça assentada sobre uma base de argila varicolor.

Os arenitos nos níveis mais altos, ocorrem como bolders, mas existem afloramentos nas margens dos igarapés, dos lagos e do rio Trombetas. Este arenito é de granulação média, de cor esbranquiçada com manchas vermelhas, com cimento e matriz constituídas por caulinita.

A sequência encontrada na parte superior dos platôs pode ser separada em 3 zonas distintas: argila Belterra, zona de laterita concrecionária e a zona saprolítica.

A zona de laterita concrecionária é subdividida em 3 subzonas: bauxita nodular, laterita e bauxita maciça. Os principais constituintes mineralógicos, desta sequência, são essencialmente os mesmos, variando somente a proporção. Caulim, gibbsita, hematita são os minerais principais, sendo os secundários goethita, anatásio e quartzo. Os componentes destes minerais (Al_2O_3 , SiO_2 , H_2O e TiO_2) perfazem 99% do total.

A argila Belterra, que constitui o capeamento, é uma argila caulínica, amarelada, bem uniforme e permeável. A proporção de gibbsita aumenta na direção do contato com o horizonte concrecionário subjacente. A textura é finamente porosa, podendo conter pequenos nódulos gibbsíticos e ferruginosos.

Sua espessura varia até 14,0 metros nos centros dos platôs mais largos, com média entre 7,0 e 10,0 metros.

A bauxita nodular apresenta uma espessura média de 1,3 metros, mas pode variar até 2,5 metros, representando 22% da reserva. O contato com a argila do topo não é bem definido. Constitui-se de nódulos arredondados, de tamanho variável, de gibbsita puramente cristalina, associados a pisólitos ferruginosos distribuídos numa mesma matriz caulínica de aparência similar à argila Belterra. As Tabelas III.2.1 e III.2.2 apresentam respectivamente, a composição química e a mineralogia encontrada no platô Saracá IV.

Tabela III.2.2
Composição Química da Bauxita Nodular

BAUXITA	COMPOSIÇÃO QUÍMICA						
	AL ₂ O ₃ T	AL ₂ O ₃ A	SiO ₂ T	SiO ₂ R	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	PF
NODULAR	46.51	33.18	14.03	12.58	13.75	1.52	23.70
MÓDULOS	58.30	53.12	5.14	4.66	4.10		
PISÓLITO	16.61	7.06	10.50	8.52	62.69		

Tabela III.2.3
Mineralogia Platô Saracá IV

Mineralogia	Nódulos Bauxíticos (%)	Pisólitos Ferruginosos (%)
Gibbsita	67-73	12
Caulinita	15-19	34-36
Goethita	4-8	17-18
Hematita	1-2	32-33
Argilas montmoriloníticas	1-4	1
Anatásio	2	1
Quartzo	1-3	1

Os pisólitos ferruginosos são compostos por uma mistura microcristalina de goethita, limonita, hematita e caulinita. O horizonte ferruginoso é vermelho escuro, resultado do aumento de conteúdo de Fe₂O₃. A espessura média é de 1,20 metros, mas pode conter localmente alta porcentagem de alumina. Varia consideravelmente em composição e textura. Em alguns locais ocorre laterita com o aspecto de um arenito onde são preservados os grãos de quartzo, bastante corroídos, cimentados por óxidos de ferro, de coloração preta. A zona mais inferior da camada é formada por grandes blocos compactos, fragmentados, onde são observadas cavidades preenchidas por argila amarelo-claro. Ao microscópio a laterita é constituída de grãos arredondados, fragmentos ferruginosos e minerais aluminosos. A matriz é constituída por material ferruginoso ou gibbsítico.

Quanto à bauxita, há uma transição da laterita para a mesma, com substituição gradativa do Fe_2O_3 por SiO_2 . A espessura da camada de bauxita maciça, varia de 1,0 a 7,0 metros e a média é de 4,5 metros. O topo da camada de bauxita é formada por uma capa dura (hardcap) de bauxita ferruginosa, quartzosa, com 0,5 à 2,0 metros de espessura, a qual, localmente, pode formar pipes que se adentram na argila variegada. A parte média da camada é formada de bauxita com diversos tipos de textura, sem zonação preferencial.

Na bauxita celular, os septos são geralmente de gibbsita cristalizada, com as células vazias ou preenchidas também por gibbsita, a qual é substituída pela argila caulínica, à medida que se aproxima da argila variegada. No contato ou dentro da argila variegada, ocorrem blocos de bauxita com textura granular, coloração rósea, com alta percentagem de $\text{Al}_2\text{O}_3\text{A}$ e SiO_2R , o que não corresponde a uma característica normal da jazida. Bolsões de argila caulínica, com pequenos blocos de bauxita de diversos tipos de textura, ocorrem em toda jazida. A passagem da bauxita para o horizonte saprolítico é gradual e o contato bastante ondulado. A bauxita é essencialmente gibbsítica, com menos de 1% de boehmita. A Tabela III.2.3 apresenta a composição mineralógica da bauxita em termos de percentagem.

Tabela III.2.4
Composição Mineralógica da Bauxita

Mínerais Principais	Porcentagem %
Gibbsita	45.5 - 83.6
Caulinita + Haloesita	7.2 - 40.0
Hematita+Goethita+Alumo-goethita	7.2 - 30.9
Mínerais Secundários	Porcentagem %
Boehmita	0.3 - 0.8
Quartzo	0.0 - 1.0
Anatásio	traços
Rutilo	traços
Turmalina	traços
Zircão	traços

2.3 - Geomorfologia

Considerando primeiramente os aspectos morfoestruturais, a área de Porto Trombetas encontra-se enquadrada, de acordo com a classificação do RADAM (1976), na região do Planalto Dissecado rio Trombetas- Rio Negro, constituindo-se numa unidade morfoestrutural cuja abrangência ultrapassa extensamente a área em estudo. Este planalto é limitado ao norte pelos relevos residuais da borda norte da Sinéclise do Amazonas (próximo ao paralelo 01° 30' S), ao sul pelos vales afogados dos Rios Nhamundá, Uatumã, Anebá e Urubu, limitando-se com a planície amazônica na região próxima à rodovia AM-010 - Manaus/Itaquatiara. O limite leste do Planalto Dissecado do Rio Trombetas- Rio Negro é demarcado pelo rio Trombetas que o separa do Planalto Rebaixado da Amazônia. A oeste, o Planalto Dissecado Rio Trombetas- Rio Negro prolonga-se para além da cidade de Manaus.

Abrangendo terras dos estados do Amazonas e do Pará, cujo limite é o Rio Nhamundá, este planalto ocupa uma extensão restrita, correspondendo ao interflúvio do baixo curso dos rios Trombetas e Negro. De acordo com o RADAM (op. cit.), a característica de dissecamento dá-se pela reduzida conservação de suas áreas aplainadas, que ocorrem somente nos interflúvios. Suas maiores altitudes oscilam entre 120 e 220m, nas proximidades da rodovia AM-010. As menores altitudes situam-se na faixa de 60 a 80m, nos vales dos rios Preto da Eva e Urubu.

As formas de relevo são talhadas em rochas sedimentares terciárias, pertencentes à Formação Barreiras, (sedimentos continentais constituídos principalmente por arenito fino e folhelho cinza calcífero, fossilífero e calcário), com solos geralmente do tipo latossolo amarelo, coberto por floresta densa. Os rios Nhamundá, Jatapu, Uatumã e Preto da Eva atravessam esse planalto na direção NW/SE, compartimentando-o em grandes interflúvios.

Neste planalto, observa-se uma intensa atuação dos processos erosivos o que resulta numa paisagem dominada por uma grande faixa de dissecção em interflúvios com encostas ravinadas, interflúvios tabulares, interflúvios tabulares com drenagem densa, colinas e ravinas. As superfícies tabulares da região do platô Saracá ocupam posições altimétricas mais elevadas em relação aos relevos dissecados próximos.

Nesta região, as formas de topo aplainado apresentam crosta bauxítica e são, por isso, exploradas economicamente. Tais formas aplainadas apresentam baixa declividade (menor do que 5%) e são delimitadas por rebordos e/ou escarpas de moderada a forte inclinação (maior do que 30%). Separando os dois níveis aplainados ocorrem taludes constituídos por uma zona de material coluvionar. Em função da constituição destes colúvios (material deslocado, inconsolidado, instável, vulnerável à ação das águas) a erosão é facilitada e acelerada, resultando nos ravinamentos e voçorocamentos observados na região.

Em termos de compartimentação morfoclimática, a região em estudo está enquadrada, de acordo com a classificação do RADAM (op. cit.) no Domínio Morfoclimático em Planaltos Dissecados e áreas Pediplanadas. Em função das condições termopluviométricas da área (entre 10 e 25 dias biologicamente secos no ano e temperatura média do mês mais frio superior a 15 °C), instalou-se uma vegetação de floresta densa típica do sistema intertropical úmido. Neste sistema, as ações químicas e bioquímicas comandam a morfogênese, que também é definida pelas variações litológicas.

Formas de relevo típicas de climas mais secos, entretanto, são bastante conspícuas na área em estudo. Tais formas como os interflúvios tabulares, que ocorrem em diversas unidades morfoestruturais, e os encouraçamentos bauxíticos em relevos residuais da superfície de aplainamento mais elevada do Planalto Dissecado Rio Trombetas- Rio Negro, atestam para flutuações climáticas que ocorreram durante o Quaternário. Nesta medida, aplainamentos ainda se conservam uma vez que os efeitos da morfogênese úmida atual não foram suficientes para desmontá-los.

De acordo com Tricart (1975), ao analisar os diferentes índices de dissecação imageados pelo RADAM, as formas de aplainamento mais elevadas são conservadas por encouraçamentos. Tais aplainamentos, elaborados em litologias sedimentares da Formação Barreiras, corresponderiam ao nível Pós-Barreiras (Barbosa, Rennó e Franco, 1974), datado do Plio-Pleistoceno. Após o Mio-Plioceno, ter-se-ia instalado um período úmido que provocou intensas dissecações que contrastam com o aplainamento conservado. Ainda para Tricart, todas essas oscilações climáticas do Quaternário desembocaram em um estágio atual de equilíbrio ecológico (fitoestasia).

Observando-se os níveis de aplainamento da área em estudo, pode-se considerar que as superfícies tabulares circunvizinhas ao platô Saracá correspondem ao pediplano Plio-Pleistocênico. Este pediplano interpenetra com a Formação Barreiras, cuja deposição ocorreu desde o Cretáceo até o Plioceno (Dalmon, 1975). Depois ocorreram os processos de pediplanação responsáveis pela instalação do aplainamento do nível pós-Barreiras (170 m). A sequência, então, seria: Pediplano Pleistocênico, desmonte da Formação Barreiras, Pediplano Plio-Pleistocênico.

No Planalto Dissecado Rio Trombetas- Rio Negro, o pediplano Plio-Pleistocênico apresenta-se conservado no topo dos interflúvios tabulares (residuais do pediplano Plio-Pleistocênico), sendo que os interflúvios encontram-se marcados pela morfogênese úmida, registrando encostas ravinadas. Na região de Porto Trombetas registra-se também a ocorrência do Pediplano Neo-Pleistocênico, mas este apresenta-se de uma maneira menos nítida. O clima úmido impediu a conclusão das formas pelo processo de pediplanação.

Na área em estudo, os platôs são localmente conhecidos como serras, sendo que os principais são conhecidos como serra do Papalardo, serra Patiense, serra do Papagaio, serra do Periquito, serra dos Almeidas, serra Bacabá, serra Aramã, serra do Teófilo, serra Frágoso, serra Jamari e serra Eugênia.

Quanto à rede de drenagem, é do tipo dendrítica. As observações gerais indicam a inexistência de cursos d' água na superfície dos platôs, apesar da maior parte dos igarapés nascer em suas encostas e apresentar vazões consideráveis, mesmo na época seca. Isto acontece porque estes platôs atuam como área de recarga do lençol freático de todo o sistema de drenagem local. Neste processo, destaca-se o papel da vegetação e da estrutura dos solos na manutenção do equilíbrio do sistema.

Um dos aspectos mais importantes, responsáveis pela conformação atual do relevo de grande parte da bacia amazônica, deve-se aos movimentos pretéritos de oscilação do nível do mar, marcado pelas regressões pré-flandrianas e transgressões flandrianas.

As condições climáticas eram mais secas e, em consequência dos movimentos regressivos, as áreas ocupadas por argilas, areias e cascalhos silicosos foram submetidas a uma acentuada dissecação, responsável pelo entalhamento do fundo dos vales, quando o nível marinho estava inferior ao atual. Nas regiões não atingidas pela incisão regressiva houve a formação de planícies aluviais na forma de terraços rasos durante a fitoestabilização holocênica.

A elevação do nível do mar (transgressão flandriana) coincidiu com a instalação de uma vegetação muito densa, numa época de mudança climática (maior umidade). A floresta ombrófila atual é uma formação pioneira. Em consequência da migração de espécies orientais dos Andes, dos planaltos quartzíticos do Escudo Guiano e Brasileiro, o modelado foi fitoestabilizado. Isto resultou num importante déficit aluvial nos cursos d' água locais, que devido à incapacidade do acúmulo de sedimentos e também a rápida elevação do nível do mar, afogou os vales e transformou suas extremidades, à jusante, em lagos alongados de margens denteadas, as rias fluviais.

A incisão pré-flandriana foi guiada pela topografia e pelas diferenças de materiais do lençol aluvial mais antigo, possibilitando o afogamento de tais calhas, em função do nível de base oceânico.

Este déficit aluvial nos cursos d' água locais, contrariamente, não ocorreu nas bacias que englobam elementos das cadeias andinas. Estas continuaram a fornecer materiais detríticos, embora em menor quantidade que durante o período de condições climáticas mais úmidas (WURM), porém favorecido por efeitos orográficos.

As regiões neoformadas da Amazônia são caracterizadas por um modelado de dissecação muito forte, elaborado por acentuada densidade de talvegues e com vertentes bastante pendentes, variando, no geral de 15 a 20°. Não obstante, isto resulta num escoamento muito deficiente, que pode ser percebido pela elevada taxa de evapotranspiração concomitante ao alto índice de infiltração, a qual é facilitada com a presença da floresta ombrófila atual.

Em nenhum local, em Porto Trombetas, foi observado transporte da liteira, seja na forma de arrasto sobre as encostas seja pela remoção de qualquer material carreado por enxurradas. Isto reflete a pequena turbidez dos cursos d'água locais, como os próprios igarapés Saracá, Papagaio, Água Fria, etc, a qual é proveniente dos ácidos húmicos e da matéria orgânica, e não da mistura de minerais, cujas análises revelam apenas "traços".

Observa-se nas áreas de sopé de encostas, a ausência de coluviões; na desembocadura dos cursos d'água e nas rias fluviais, não há nenhuma acumulação presente. O modelo de dissecação do relevo é uma herança elaborada sob condições bio-climáticas diferentes das atuais.

A abordagem geomorfológica referente aos domínios morfoestruturais, citada anteriormente, pode ser analisada, ainda, em relação ao limite de tais domínios, enfatizando-se o curso do rio Trombetas, como elemento físico separador das unidades morfoestruturais do Planalto Dissecado Rio Trombetas - Rio Negro e Planalto Rebaixado da Amazônia (médio curso) - lado norte da Sinéclise do Amazonas. Cabe ressaltar esta separação, uma vez que a porção oeste, referente à margem direita do rio Trombetas, traduz-se por uma morfologia com entalhamento incipiente dos talwegues, predominando a superfície de aplainamento conservada, com colinas e ravinas. Este modelado mostra-se ainda, quanto ao caráter de ocorrências minerais, não portador de jazimentos bauxíticos.

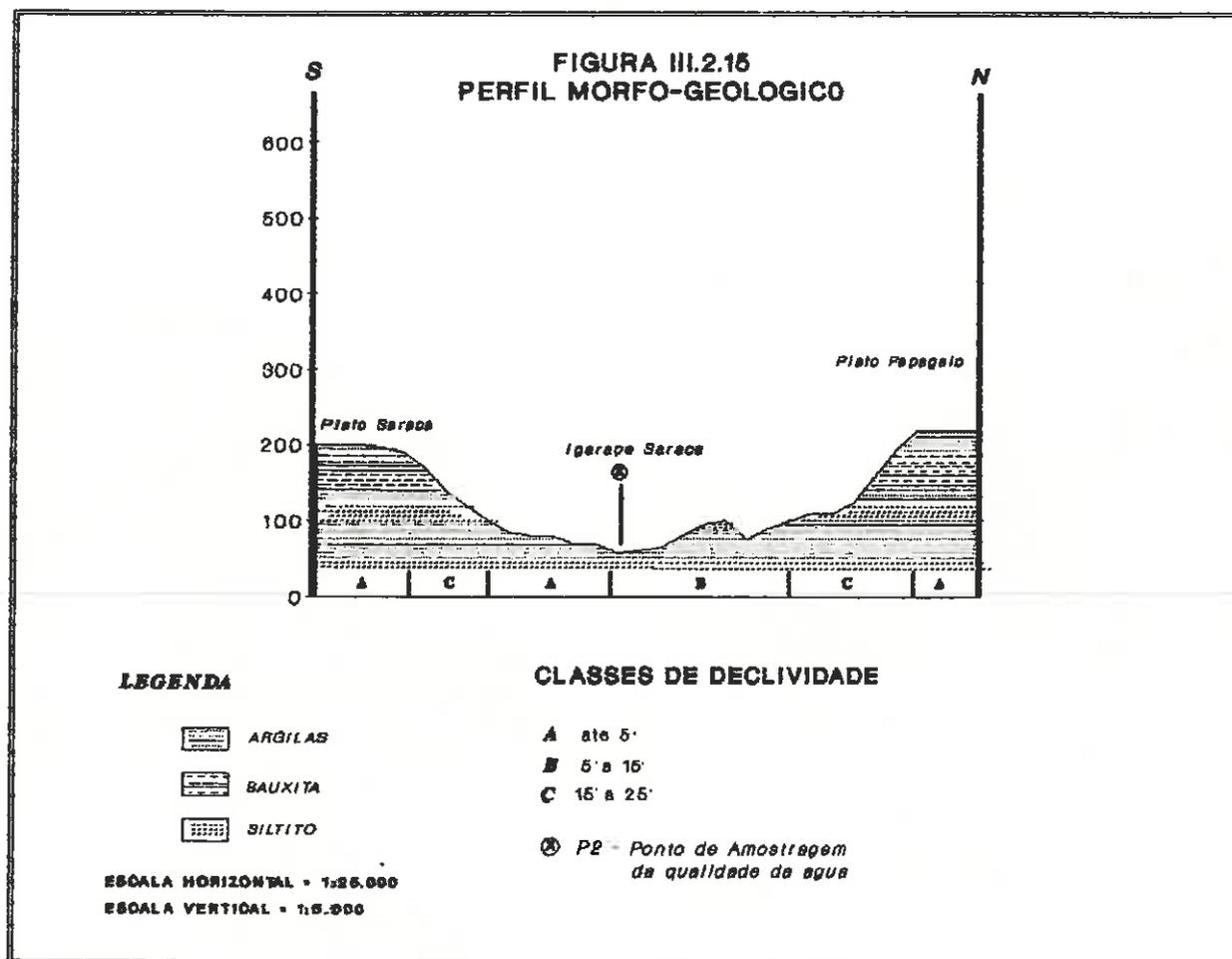
Em nível local, os aspectos pertinentes à morfologia de relevo e às características relacionadas às feições de dissecação que geraram os entalhes dos cursos d'água, são identificados através da representação esquemática de um perfil topográfico, com as respectivas divisões das classes de declividade e informações de caráter estratigráfico, como as variações litológicas nos platôs mineralizados de bauxita (Figura III.2.15).

A homogeneidade dos depósitos mineralizados bauxíticos, identificados através dos perfis morfo-geológicos, permite uma ação facilitada do processo de extração do minério, o qual se encontra em níveis topográficos semelhantes, correspondentes aos topos dos platôs.

As atividades de extração, por sua vez, promovem a alteração do perfil original, a partir da remoção da cobertura vegetal e da exposição do solo na superfície dos platôs, modificando os componentes do balanço pedogênese/morfogênese com tendência a favorecer a segunda, por ação do escoamento superficial, em detrimento da primeira, pela redução na capacidade de infiltração de água no solo. O relevo plano da superfície reabilitada dos platôs, no entanto, tende a promover uma retro alimentação negativa desse efeito, restaurando o equilíbrio no balanço, vindo até mesmo a favorecer a pedogênese mediante o controle de drenagem e do escoamento superficial.

Esta condição é muito importante para a manutenção das zonas de recarga e dos aportes de águas pluviais aos aquíferos que alimentam as fontes de contato nas encostas dos platôs, onde nascem grande

número de pequenos cursos d'água formadores dos igarapés Saracá, Saracázinho, Papagaio, Água Fria, entre aqueles sob influência do Projeto de Expansão da MRN.



2.4 - Solos

A partir dos estudos desenvolvidos através do Projeto RADAMBRASIL (1976) e das observações a respeito do Diagnóstico do Comportamento do Reflorestamento na Mina Saracá, executado por FERRAZ (1981 - 1987), são traçadas algumas considerações a respeito das características principais dos solos na região de Porto Trombetas.

De acordo com os estudos do Projeto RADAMBRASIL (1976), os principais grupos de solos que ocorrem na região de Porto Trombetas são os latossolos, os podzóis e os solos hidromórficos e aluvionares, além dos solos litólicos, subordinadamente.

A distribuição geográfica destes grupos dá-se de forma definida, acompanhando de certa forma, as variações de relevo. Estas variações referem-se às superfícies dos platôs onde se localizam as jazidas de bauxita com elevação aproximada de 200 m; às encostas destes; às áreas entre as encostas e nas terras baixas (com elevações médias de 100 m e as terras baixas e planícies aluvionares). Nos platôs e nas encostas predominam os latossolos. Nas terras intermediárias entre os platôs e as terras baixas prevalecem os podzólicos. Nas terras baixas e ao longo dos igarapés, predominam os solos de aluvião e as areias quartzosas.

Os solos predominantes são os do tipo latossolos amarelos, cuja origem está nas camadas areno-silto-argilosas com níveis bauxíticos da Formação Barreiras (Terciário/Quaternário). A composição destes latossolos varia segundo as formas de relevo:

Relevo	Substrato	Cota
LA1-Colinoso suave	areno-siltoso	60-80 m - Periferia do lago Batata
LA2-Colinoso	areno-argiloso	100-150 m - Interflúvios
LA3-Colinoso acidentado	laterita-argila	170-210 m - Interflúvios
LA4-Platô aplainado	bauxita-argila	200 m - Platôs bauxíticos com espessuras variando de 1 a 3 m.

Nas áreas planas às margens do rio Trombetas e nas calhas dos igarapés ocorrem:

- Areias Quartzosas - em terraços fluviais da planície de inundação do rio Trombetas (Quaternário recente);
- Solos Hidromórficos - nas calhas dos igarapés e igapós, margens dos lagos, em 50 a 100 m, influenciados pelas flutuações do lençol freático ao longo dos vales e várzeas, com substrato areno-argiloso orgânico aluvionar e lagunar;
- Solos Litólicos - em pequenas manchas, nas encostas mais íngremes abaixo dos platôs e em morrotes.

Os solos da região caracterizam-se pelos seguintes aspectos gerais:

Latossolo Amarelo

São solos minerais, com horizonte B latossólico, bem a fortemente drenados, muito friáveis, em geral porosos, com alto grau de flocculação e baixa fertilidade natural, com boas propriedades físicas, alta saturação com alumínio. Textura uniforme por todo o perfil, média ou argilosa, argila entre 20 e 40%, (às vezes maior que 60%) e baixos teores de silte (< 10%). Estrutura fraca, pequena, em blocos subangulares ou granular. Não há iluviação de argila perceptível, relação textural < 1,5, relação silte-argila < 0,70. Aqueles com textura média ou argilosa desenvolvem-se a partir de sedimentos argilo-arenosos do Terciário, e os de textura muito argilosa do Devoniano.

Podzólico Amarelo Textura Arenosa/Média

Desenvolvem-se a partir de sedimentos argilo-arenosos da Formação Barreiras (Terciário), ocorrendo sob condições de relevo variado, sob floresta equatorial subperenifólia.

- solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural e sequência de horizontes A - Bt - C;
- porosos, variam de medianamente profundos a profundos, friáveis e bem arenosos;
- horizonte A: 10 a 30 cm, arenoso ou raramente médio, estrutura fraca, pequena, granular;
- horizonte Bt: 50 a 100 cm, de amarelo brunado a brunado claro, textura média, argila entre 15 e 25%, estrutura fraca ou moderada, pequena, em blocos subangulares ou granular.

Areias Quartzosas

São solos minerais, pouco desenvolvidos, com sequência de horizontes A-C. Excessivamente drenados, muito porosos, muito profundos, desprovidos de minerais primários, facilmente decompostos. São desestruturados, desenvolvidos a partir de sedimentos arenosos do Terciário e do Carbonífero, sob vegetação de floresta equatorial subperenifólia, sob condições de relevo plano e suave ondulado.

Solos Litólicos Textura Argilosa

São pouco desenvolvidos, apresentando sequência de horizontes A-C-R ou A-R, predominantemente de textura argilosa. Horizonte A moderadamente desenvolvido, com espessura < 45 cm. Estes solos desenvolvem-se a partir da decomposição de diabásios do Jura-Cretáceo, além de sedimentos da Formação Monte Alegre, do Carbonífero.

KNOWLES (sem data), faz uma caracterização geral dos solos dos platôs na área de influência da MRN adotando a classificação do Projeto RADAMBRASIL para os solos ocorrentes nessas superfícies Latossolo Amarelo Distrófico. Salaria que a "camada húmica é extremamente fina, virtualmente não existente, portanto deixando exposta a camada superior de argila amarela que é manchada até uns 15-20 cm de profundidade pela presença de algum material orgânico". O perfil médio indicado para alguns dos platôs é o seguinte:

Horizontes	Platôs		
	Saracá (m)	Almeida/Bacaba (m)	Aviso (m)
argila amarela	6,91	3,52	4,79
bauxita granular	0,85	0,98	0,88
laterita nodular	0,91	0,97	1,12
bauxita maciça	5,54	5,43	5,47
	14,21	10,90	12,26

As sondagens a trado manual realizadas por ocasião dos estudos geotécnicos do Projeto de Engenharia Rodoviária, para construção de estrada entre os platôs Saracá e Papagaio, permitiram a coleta de amostras por horizonte diferenciado do solo, cujas características confirmaram a presença, ao longo do eixo proposto, de uma sequência sedimentar areno-argilosa e siltosa, com laterização frequente nas cotas mais altas, sobre a qual desenvolveram-se Latossolos Amarelos distróficos.

As condições de fertilidade apresentadas por estes solos são muito restritas como podem revelar os resultados analíticos de amostras superficiais de solo coletadas no topo e na encosta do platô Papagaio e de amostragem realizada pelo RADAMBRASIL também em área de ocorrência de Latossolo Amarelo distrófico no vale do igarapé Água Fria. A Tabela III.2.5, a seguir, apresenta estes resultados.

TABELA III.2.5
Fertilidade do Solo - Resultados Analíticos

AMOSTRA	profundidade cm	pH H ₂ O	H + Al	CATIONS TROCÁVEIS				P	MO.	SAT. Al
				Al	Ca	Mg	K			
	eq. mg/100 cc				ppm		%			
Platô Papagaio Topo	0-20	3,8	13,46	1,55	0,09	0,07	23	1	5,02	87
Platô Papagaio Encosta	0-20	3,7	12,30	1,50	0,05	0,08	30	1	3,57	88
					Ca ⁺⁺ + mg ⁺⁺					
	0-5	4,4	-	0,8	0,1		18	5	-	-
Ponto 44 Projeto	5-20	4,1	-	1,0	0,1		14	1	-	-
RADAMBRASIL	20-40	4,2	-	1,0	0,1		12	<1	-	-
	40-60	4,5	-	0,8	0,1		12	<1	-	-
	60-80	4,5	-	0,8	0,1		12	<1	-	-
	80-140	4,3	-	0,8	0,1		12	<1	-	-

A caracterização da constituição química dos latossolos amarelos distrófico nos ambientes originais é importante para o conhecimento das condições atuais de suporte edáfico da floresta, bem como é útil ao programa de reabilitação de áreas degradadas na mineração. As análises de fertilidade permitem melhor conhecimento sobre o potencial edáfico dos solos inclusive quanto às suas restrições de uso e capacidade de suporte.

A MRN realiza desde 1981 estudos de acompanhamento do processo de recomposição dos solos e da revegetação das áreas mineradas no platô Saracá, através dos estudos desenvolvidos por FERRAZ (1987), comprometidos a uma abordagem sobre os principais efeitos do reflorestamento em áreas degradadas. Contudo, os resultados destes estudos permitem hoje prognosticar as condições dos ambientes pedológicos após a lavra e fornecer subsídios para a avaliação dos impactos sobre os solos.

As Tabelas III.2.6 e III 2.7 apresentadas a seguir, dizem respeito a uma análise química dos horizontes superficiais dos solos das áreas reflorestadas pós-lavra, nos anos de 1981 a 1987. Cabe ressaltar que tais resultados referem-se às análises efetuadas nas camadas superficiais, não correspondendo à morfologia original dos solos, tornando os horizontes, que antes eram profundos, em horizontes superficiais.

Considerando-se a já reduzida fertilidade dos solos, aliada às restrições adicionais dos solos degradados, apresenta-se, a seguir, uma descrição sucinta dos diversos elementos constituintes destes substratos.

Os teores de nitrogênio nos solos (Tabela III.2.6) acompanham aqueles da matéria orgânica; os solos mais ricos em material orgânico são aqueles que possuem também os maiores teores de nitrogênio.

Os teores de nitrogênio do material foliar na liteira variaram 0,96% e 1,29%, ainda nitidamente mais baixos do que os teores determinados na liteira da floresta primária (1,99% N) adjacente. Em outras áreas do platô da Amazônia Central, também sobre latossolo amarelo, foi determinado um teor de 1,78% N na liteira (LUIZÃO, 1989).

Os outros macronutrientes potássio, cálcio e magnésio, estão presentes nos solos em recuperação em teores que podem ser considerados, em sua maioria, como deficientes. A capacidade de troca de cátions é muito baixa, não atingindo mesmo valores médios para caulinita, o mineral mais comum nesses solos. A maior contribuição para o aumento da CTC é dada, portanto, pela matéria orgânica adicionada aos solos antes dos plantios.

Os resultados das análises de enxofre e dos micronutrientes estão apresentados na Tabela III.2.7. Os teores de enxofre encontrados nas camadas superficiais dos solos em recuperação são nitidamente mais altos do que os do solo original, o que leva a supor uma deposição desse elemento após o reflorestamento da área.

Os teores de ferro são em sua grande maioria, médios enquanto que os de cobre podem ser classificados, também em sua maioria, como deficientes. Ambos os elementos não mostraram correlação com o reflorestamento, o mesmo acontecendo com zinco e o boro.

Tabela III.2.6 - Análises Químicas dos Horizontes Superficiais dos Solos das áreas Reflorestadas nos Anos de 1981, 1982 e 1984, na Mina Saracá

Ano	Profund. cm	pH	M.O.	N	P	K	Ca	Mg	CTC
		CaCl ₂	%	%	ppm	meq/100ml		TFSA	
1981	0,0-2,0	4,9	0,1	0,01	2,3	0,01	0,3	0,1	1,7
	2,0-25,0	4,9	0,1	0,01	4,7	0,01	0,2	0,1	1,6
1981	0,0-3,0	4,7	4,2	0,21	1,0	0,10	0,5	0,2	4,2
	3,0-12,0	4,4	1,0	0,05	1,0	0,06	0,5	0,2	3,6
1982	0,0-2,0	4,3	0,1	0,01	1,0	0,01	0,3	0,1	2,4
	2,0-5,0	4,2	0,1	0,01	3,5	0,01	0,3	0,1	2,2
1982	0,0-2,0	4,4	2,5	0,13	3,5	0,10	1,7	0,6	4,6
	2,0-5,0	4,3	1,3	0,07	1,0	0,06	0,6	0,4	3,6
1984	0,0-2,0	4,3	2,6	0,13	8,3	0,03	0,5	0,2	4,9
	2,0-18,0	4,3	2,5	0,13	10,8	0,05	0,2	0,2	4,6
1984	0,0-2,0	5,2	1,6	0,08	3,5	0,27	2,0	0,5	5,3
	2,0-5,0	4,8	5,8	0,29	7,1	0,24	0,4	0,3	4,7

Tabela III.2.7 - Análises Químicas dos Horizontes Superficiais dos Solos das áreas Reflorestadas nos Anos de 1981, 1982 e 1984, na Mina Saracá.

Ano	Profund.	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	cm	µg/g					
1981	0,0-2,0	44,0	52,0	1,9	0,1	4,5	0,1
	2,0-25,0	35,2	55,0	1,0	0,1	4,5	0,1
1981	0,0-3,0	5,6	125,0	16,3	0,1	4,0	0,2
	3,0-12,0	19,6	158,0	9,3	0,1	3,2	0,1
1982	0,0-2,0	70,0	148,0	4,6	0,1	3,1	0,1
	2,0-5,0	68,0	108,0	3,5	0,1	2,4	0,1
1982	0,0-2,0	34,2	174,0	16,4	0,3	22,2	0,1
	2,0-5,0	27,0	180,0	8,4	0,1	3,3	0,1
1984	0,0-2,0	21,0	198,0	2,0	0,2	5,7	0,6
	2,0-18,0	30,0	286,0	3,0	1,1	1,3	0,3
1984	0,0-2,0	8,0	190,0	3,4	0,7	3,0	0,7
	2,0-5,0	4,4	173,0	5,3	1,0	1,3	0,6

O uso atual das terras nas áreas de intervenção da MRN caracteriza-se pela ocupação urbana, industrial e portuária nos limites da vila de Porto Trombetas e de exploração mineral no platô Saracá, situado a 30 km da vila, ligados por um sistema rodoferroviário. As demais áreas sob influência da empresa contidas nos limites da unidade de conservação instituída com a Floresta Nacional de Saracá-Taquera mantêm-se ocupadas pela cobertura florestal original.

Os ambientes pedológicos na área de intervenção da MRN foram considerados pelos estudos realizados pelo Projeto RADAMBRASIL com níveis de aptidão agrícola restrita e regular, relativos aos sistemas de manejo primitivo e desenvolvido, respectivamente. As classes de aptidão agrícola consideram os aspectos de deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água (deficiência de oxigênio), susceptibilidade à erosão e impedimentos ao uso de implementos agrícolas (mecanização), em termos de limitação desses parâmetros ao desenvolvimento de culturas de ciclos curto e longo.

O sistema de manejo primitivo consiste de práticas agrícolas que empregam métodos tradicionais, em que não há investimentos de capital na atividade nem qualquer tipo de mecanização motorizada ou aplicação de conhecimentos técnicos modernos. No sistema de manejo desenvolvido as práticas agrícolas estão condicionadas a um alto nível tecnológico, com emprego intensivo de capital e de conhecimentos técnicos e pesquisa, além de implementos e insumos agrícolas e mecanização motorizada.

Com relação ao primeiro tipo de manejo agrícola a área de influência da MRN tem aptidão restrita para culturas de ciclo curto e longo (classe IIIa) e aptidão regular para culturas de ciclo longo e restrita para culturas de ciclo curto nas áreas de intervenção da mina nos platôs Saracá e Papagaio, empregando-se o sistema de manejo desenvolvido.

2.5 - Recursos Hídricos

2.5.1 - Hidrologia

A área de influência da Mineração Rio do Norte situa-se numa porção do grande sistema hidrográfico Amazônico cuja drenagem contribui para o rio Trombetas e para o sistema flúvio-lagunar Amazonas - Trombetas através do igarapé Saracá, que drena os platôs onde serão desenvolvidas as operações do projeto de expansão da mineração.

Regionalmente, um conjunto de platôs que compõem as superfícies aplainadas do Planalto Dissecado Rio Trombetas- Rio Negro consiste em um grande interflúvio, de direção geral leste-oeste, que separa as calhas dos rios Trombetas (ao norte) e Nhamundá (ao sul). Neste sentido, os cursos d' água da porção norte deste sistema drenam para o rio Trombetas, possuindo direções aproximadas sul-norte. Os cursos d' água da porção sul, por sua vez, drenam para o rio Nhamundá, ou para o sistema de lagos existente na sua confluência com o rio Amazonas, possuindo direções gerais norte-sul.

A porção leste desse sistema de platôs, por outro lado, composta principalmente pelos platôs Saracá, Periquito, Papagaio, Almeidas e Aviso, é drenada por uma série de igarapés que possuem direção aproximada NW-SE. São igarapés que se dirigem para o lago Sapucúá, localizado a sudeste e um dos principais do sistema de lagos situado à margem direita da foz do rio Trombetas. Os principais igarapés dessa porção oriental do sistema de platôs são o igarapé Saracá e o igarapé Araticum. Enquanto o igarapé Araticum está situado mais ao sul, é o igarapé Saracá o de maior importância se considerada a área de influência do empreendimento.

O igarapé Saracá, possuindo direção leste-oeste no seu médio e alto curso, recebe uma série de tributários que drenam os platôs da porção leste do sistema. Dentre estes platôs, destacam-se o Saracá (onde a exploração da bauxita está sendo feita atualmente) e o platô Papagaio (onde a exploração da bauxita prosseguirá concomitantemente à exploração da fase III da jazida do platô Saracá).

O igarapé Saracá passa entre os platôs Periquito e Saracá, recebendo tributários que drenam não só a encosta norte do platô Saracá, como tributários que drenam todas as encostas do platô Periquito e a face sul do platô Papagaio. No seu baixo curso, o igarapé Saracá flexiona-se na direção NW-SE e recebe tributários que drenam a face sul do platô Saracá e a face norte do platô Almeidas, indo desaguar na extremidade oeste do grande lago de Sapucúá.

Com relação às sub-bacias de igarapés que drenam diretamente para o rio Trombetas (incluindo os lagos localizados na sua margem direita), portanto aquelas localizadas na porção norte do sistema de platôs do Planalto Dissecado Rio Trombetas- Rio Negro, algumas estão localizadas na área de influência direta da mineração, notadamente aquelas que drenam o platô Papagaio.

Uma série de pequenos igarapés possuem suas cabeceiras nas vertentes norte e este deste platô e partem no sentido norte em direção à calha do rio Trombetas ou para NE e E em direção aos lagos que o margeiam. São, partindo de oeste, os igarapés do Moura (que deságua no lago do Moura, a montante do povoado de Boa Vista, localizado na margem do Rio Trombetas), o igarapé Água Fria (que desagua no rio Trombetas a jusante de Boa Vista e a montante de Porto Trombetas), o igarapé Caranã (que deságua no extremo oeste do lago Batata) e os igarapés Papagaio e Inajatuba ou Batata (que deságuam na porção centro-sul do lago Batata).

Tanto o igarapé Caranã quanto os igarapés Papagaio e Inajatuba são transpostos pela rodoferrovia, que liga a área da mineração no platô Saracá ao porto de desembarque da bauxita, na zona industrial de Porto Trombetas, o que provoca o represamento destes cursos d'água. Também o igarapé Saracá sofre este tipo de represamento, sendo que, em função do maior volume d' água, forma-se um reservatório de maiores proporções, onde é feita a captação de água da mina.

Os cursos d'água que estarão sob influência do Projeto de Expansão da MRN no entanto são aqueles que já sofreram alguma intervenção das atividades minerárias na região - igarapés Saracá, Canal do Saracazinho, Inajatuba, Papagaio e Água Fria, além do próprio rio Trombetas onde está o porto de embarque de minério da MRN.

O rio Trombetas nasce no chamado planalto das Guianas, nas serras de Acaraí e Tumucumaque a uma altitude de aproximadamente 500 m acima do nível do mar, sendo formado pelos rios Poana e Anamu. Seu principal afluente pela margem direita, o rio Mapuera, nasce próximo à fronteira do Brasil com a Guiana desaguando no rio Trombetas imediatamente a montante de Cachoeira Porteira, cerca de 80 km a montante de Porto Trombetas. Pela margem esquerda, o rio Erepecuru é o principal afluente, desaguando no rio Trombetas a montante da cidade de Oriximiná.

A característica mais marcante do trecho inferior do rio Trombetas é a ocorrência de inúmeros lagos, que se apresentam de formas diversas e que estão relacionadas a sua gênese. Os principais lagos do baixo Trombetas localizados na área de influência da MRN são o lago Erepecu, lago do Moura, lago do Ajudante, lago do Batata, lago Manjarás, além do lago do Sapucá no sistema Trombetas/Amazonas.

A bacia do rio Trombetas recebe, em sua foz, a contribuição de uma área de 126.900 km², com o comprimento total de cerca de 700 km e de aproximadamente 570 km até Porto Trombetas.

O regime fluvial do rio Trombetas caracteriza-se no trecho a jusante de Cachoeira Porteira pela influência da altura dos níveis d'água no rio Amazonas, que em qualquer época do ano exerce efeito de remanso, regulando a variação dos níveis neste trecho do rio Trombetas. O período a das águas altas ocorre no quadrimestre abril-julho, sendo que as maiores vazões ocorrem em maio e junho. O

período de estiagem inicia-se em setembro e estende-se até fevereiro, ocorrendo os mínimos em novembro e dezembro.

A descarga máxima observada no posto fluviométrico de Cachoeira Porteira, a montante de Porto Trombetas, no período entre 1971 e 1984 foi de 12.556 m³/s.

Na área de intervenção do Projeto de Expansão da MRN, a bacia do igarapé Saracá receberá as principais influências das intervenções das atividades de lavra nos platôs Saracá e Papagaio, bem como da implantação e operação dos sistemas de transporte rodoviário e de correia.

Para a bacia de drenagem do igarapé Saracá, com área de 140,70 km² a partir do ponto de interseção com a estrada projetada para acesso ao platô Papagaio, foram estimadas, no Projeto de Engenharia Rodoviária, vazões máximas de 119,74 m³/s e 159,93 m³/s para tempos de recorrência de, respectivamente, 50 e 100 anos. A estas vazões de enchentes correspondem contribuições unitárias máximas de 0,851 m³/s/km² e 1,136 m³/s/km², para os mesmos tempos de recorrência, respectivamente.

Na superfície aplainada dos platôs florestados não há drenagem superficial, os aportes de águas pluviais sofrem, em parte, intercepção hidrológica pela densa cobertura vegetal e retornam à atmosfera pela evapotranspiração ou, principalmente, infiltram no solo para abastecer o lençol freático, constituindo importantes zonas de recarga dos aquíferos granulares nos sedimentos da Formação Barreiras, que sustentam fontes formadoras de diversos pequenos cursos d'água que dão origem a vários igarapés na região.

2.5.2 - Qualidade da Água

A mineração a céu aberto está entre as atividades antrópicas de maior potencial de degradação sobre os recursos hídricos, considerando-se suas intervenções sobre os atributos hidrológico/hidráulico e a morfologia da bacia fluvial. A degradação resulta das alterações dos componentes do equilíbrio dinâmico existente numa bacia hidrográfica, através das perturbações provocadas no balanço entre matéria e energia no processo natural de transporte de carga sólida pela rede de drenagem.

As modificações introduzidas com a implantação do empreendimento minerário na morfologia do relevo muda a geometria original da bacia hidrográfica, conformada para drenar os "in puts" de água, segundo a natureza dos controles de vazão como a topografia, a cobertura vegetal, o solo, o substrato rochoso e a morfologia dos canais fluviais.

A alteração destes elementos pelas atividades de mineração modifica a competência do escoamento superficial, reorienta os fluxos e altera a capacidade de transporte da carga sólida pela maior oferta de sedimentos. São instaurados processos de erosão acelerada elaborando formas resultantes de destruição, pela retomada da erosão sobre as novas características morfométricas das vertentes, e de acumulação, pelo entulhamento dos talvegues e fundos de vales.

A erosão nas encostas e o assoreamento dos cursos d' água representam, portanto, a instabilidade nas relações entre a forma do relevo e sua capacidade para drenar os volumes de água recebidos das precipitações. A evolução destes processos morfodinâmicos ocorrerá até que sejam alcançados, na bacia hidrográfica, novos perfis de equilíbrio, restabelecendo o balanço entre matéria e energia.

Enquanto permanecem as condições de instabilidade, as alterações morfológicas na bacia hidrográfica são acompanhadas por efeitos sobre a qualidade das águas, provocando sua degradação por aumento da carga sólida com alteração nos valores dos parâmetros físico-químicos em níveis superiores aos estabelecidos pelos padrões da legislação ambiental.

Outros parâmetros de qualidade de água também podem ser alterados em função da constituição mineralógica da região, notadamente os metais, além de alguns outros parâmetros que identificam formas de contribuição biológica e antrópica, considerando neste último caso, inclusive, a introdução de insumos e aporte de substâncias alóctones.

Com a finalidade de avaliar a qualidade da água na área de influência de suas atividades, a MINERAÇÃO RIO DO NORTE S.A. executou, no período de setembro a novembro/93, programa de monitorização nos cursos d' água existentes na área de influência da mina do Saracá.

Considerando a Deliberação Normativa CONAMA no. 020/86, os resultados mais recentes do programa de monitorização indicam que a maioria dos parâmetros apresenta valores em conformidade aos padrões exigidos para a Classe 2.

Considerando a magnitude das atividades de lavra, beneficiamento e deposição de estéril, é fundamental a monitorização dos cursos d' água na área de influência das atividades minerárias, para o acompanhamento das medidas de controle ambiental, especialmente para a contenção de rejeitos e sedimentos.

O Programa de Monitorização Hídrica na área de influência da Mineração Rio do Norte S.A. abrangeu a amostragem de parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e de organismos aquáticos (plâncton e bentos).

A rede de amostragem de qualidade da água foi composta por 3 pontos de coleta, estrategicamente situados na drenagem superficial para abranger a monitorização dos principais cursos d' água na área de influência das atividades minerárias, considerando sobretudo a localização das áreas de lavra e de deposição de rejeito e estéril.

A seguir, são apresentadas as localizações e as principais características dos pontos de amostragem.

MRN - 1. Igarapé Saracá, a montante da mina.

MRN - 2. Igarapé Saracá, a jusante da mina.

MRN - 3. Igarapé do Periquito, a montante da confluência com Igarapé Saracá

2.5.2.1 - Parâmetros Físico-Químicos

2.5.2.1.1 - Considerações Gerais

A água na natureza nunca ocorre na sua forma molecular pura. Nas águas naturais é possível encontrar substâncias dissolvidas e partículas em suspensão. As substâncias dissolvidas podem ser gasosas ou não, tanto de origem orgânica como inorgânica. Já as partículas em suspensão podem ser encontradas sob a forma não viva (orgânica e inorgânica) e viva, como, por exemplo, o plâncton.

A caracterização limnológica da água é o primeiro tipo de análise a ser feito, pois os seus resultados expressam o funcionamento e a dinâmica do corpo d' água, como um todo. Os parâmetros de análises utilizados tradicionalmente em limnologia são escolhidos de acordo com o enfoque a ser estudado, ou seja, depende do objetivo específico da avaliação do corpo d' água. Uma vez conhecida a variabilidade de parâmetros é possível, ao longo do tempo, diminuir o número destes na rotina de pesquisa e reduzir o número de amostras analisadas.

O objetivo da amostragem e das análises laboratoriais não é a obtenção de informações sobre alíquotas em si, geralmente constituídas de pequenas frações, mas sim a caracterização espacial e temporal da qualidade do corpo d' água.

Muitas vezes para se chegar a uma caracterização ideal e precisa de um corpo d' água, é necessário fazer análises que envolvam, principalmente, a hidrobiologia. Os resultados hidrobiológicos em conjunto com os limnológicos oferecem respostas mais satisfatórias a respeito da qualidade das águas.

Em um exame de água, com a finalidade de julgar a sua adequabilidade para fins domésticos, industrial ou para irrigação, um grande número de itens podem ser medidos ou registrados. De uma maneira geral, procura-se analisar o maior número possível de parâmetros, observando-se sempre o objetivo principal da análise. Procura-se contemplar na escolha dos parâmetros as propriedades físicas, os constituintes iônicos, os constituintes secundários e suas propriedades, as medidas de concentração total e as propriedades iônicas. Os cursos d' água apresentam características físicas e químicas associadas aos tipos de solos que são drenados, tendo, portanto, cada bacia hidrográfica uma água com intrínseco padrão físico-químico.

A ciência limnológica vem acumulando, principalmente nas últimas décadas, conhecimento acerca dos parâmetros físicos e químicos prevalentes nos principais cursos d' água. A modificação destes é um claro indicio de mudanças ambientais e a identificação dos parâmetros alterados é uma evidência da extensão e do tipo de degradação que pode estar ocorrendo no meio.

Dentre as possíveis modificações, a presença de determinados elementos químicos em quantidades anormais provoca a degradação da qualidade da água. Existem elementos químicos altamente tóxicos, cuja presença é danosa, mesmo em pequenas concentrações, e outros que são tóxicos apenas quando atingem concentrações elevadas.

Além de conferir toxidez, a alteração dos parâmetros físico-químicos também afeta a potabilidade da água através de modificações como cor, odor e sabor indesejáveis. Além disto, podem afetar diretamente na sobrevivência das comunidades bióticas, interferindo na ocorrência e distribuição dos organismos aquáticos.

Fatores físico-químicos e biológicos, sem dúvida, determinam a condição da qualidade da água. Entretanto, análises físico-químicas revelam condições momentâneas e análises biológicas indicam condições duradouras, condicionadas pelas próprias características físico-químicas da água. Por outro lado, a determinação dos parâmetros físicos e químicos constitui-se condição básica para a classificação dos corpos d' água quanto à sua qualidade, a fim de se definir os usos potenciais, bem como de seu nível de qualidade ambiental.

2.5.2.1.2 - Metodologia

As amostras de água foram coletadas na porção superficial do corpo d' água, ou seja, na interface ar-água. A preservação das amostras foram realizadas "in loco", resfriadas e transportadas para o laboratório para posterior análise específica.

Para os parâmetros físicos e físico-químicos foram utilizadas as metodologias de coleta e preservação de amostras descritas em CETESB (1988). A temperatura do ar e da água foi medida com termômetro de mercúrio, com precisão de 1,0 °C.

As análises foram realizadas sempre em duplicata, sendo que em alguns casos em triplicata e até mesmo em quadruplicata, procurando-se sempre manter a qualidade e confiabilidade dos resultados laboratoriais.

Os métodos utilizados estão descritos no "Standard Methods" (A.P.H.A, 1985), portanto, possuem padrões internacionais.

2.5.2.1.3 - Resultados e Discussão

Os resultados das análises físico-químicas, os métodos analíticos utilizados, os limites de detecção e os teores máximos permitidos pela legislação ambiental (Resolução Normativa CONAMA 020/86) são apresentados nas Tabelas III.2.8 a III.2.10, respectivamente, para os pontos MRN-1, MRN-2 e MRN-3.

Segundo FITTKAU (1981), a bacia do rio Trombetas está localizada na região geoquímica periférica sul/norte. A principal formação geológica são os escudos pré-Cambrianos com cobertura de sedimentos mesozóicos, terciários e pleistocênicos, com solo caulinitico moderadamente oligotrófico, em regiões diabásicas, e argilas marrons, eutróficas. A vegetação característica é a de hiléia e cerrado. A água apresenta uma concentração de sólidos suspensos em torno de 5,0 mg/l. O pH varia de 5,5 a 6,5. A condutividade elétrica está situada entre 10,0 a 20,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. As concentrações de cálcio estão entre 0,20 a 1,25 mg/l e de fósforo total varia de 0,0003 a 0,03 mg/l.

Segundo a classificação de SIOLI (1950), que agrupou as águas da bacia amazônica em três classes, (águas brancas, pretas e claras), as águas da bacia do rio Trombetas se enquadram na classe de águas claras. Os rios de águas claras ocorrem principalmente na parte sudeste da bacia amazônica e os principais representantes são os rios Tapajós, Tocantins e Xingu.

Os rios da região periférica norte apresentam águas cristalinas e suas áreas de sedimentação possuem um equilíbrio hidrodinâmico entre o declive e a vazão, não ocorrendo erosão lateral e, devido à dureza do material cristalino, não ocorrem substâncias em suspensão. O teor de eletrólitos é baixo devido à avançada extração pelos sedimentos periféricos dos Escudos Pré-Cambrianos. Além disso, são fortemente influenciados pela penetração de ácidos húmicos nas águas superficiais, promovido pela incapacidade de retenção dos solos cauliniticos, resultando em baixos valores de pH, adquirindo, a água, uma coloração marron transparente. Outro fato a se destacar, que também é comum aos rios de águas claras e águas pretas, é a grande pobreza em cálcio.

TABELA III.2.8

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

PONTO DE AMOSTRAGEM: MRN - 1

PARÂMETROS	MÉTODO DE ANÁLISE (+)	LIMITE DE DET.	LIMITES CONAMA DN 020/86 Classe 2	DATAS DAS CAMPANHAS		
				26/09/93	29/10/93	24/11/93
• Alcalinidade Total (mg CaCO ₃ /l)	403	0,10	-	42,0	37,00	14,00
• Alumínio (mg Al/l)	306 B	0,10	0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
• Cloretos (mg Cl ⁻ /l)	507	0,01	250,0	0,01	0,21	0,01
• Cond. Elétrica (µS/cm)	ELETROQ	10,0	-	6,66	7,24	9,10
• cOR (mg k ₂ PtCl ₆ /l)	204 A	5,0	75,0	10,0	6,00	8,00
• D.B.O. (MgO ₂ /l)	507	0,01	5,0	0,14	0,95	0,06
• Dureza Total (Mg CaCo ₂ /l)	314 B	0,10	-	6,50	5,66	1,90
• Ferro Solúvel (mg Fe/l)	303 A	0,10	0,3	< 0,10	< 0,10	< 0,10
• Fosfato Total (mg PO ₄ -P/l)	424 F	0,01	0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,01
• Manganês Total (mg Mn/l)	303 A	0,05	0,1	< 0,10	< 0,10	< 0,10
• Nitrogênio Amônia (mg NH ₃ -N/l)	417 B	0,05	1,0 *	0,15	0,73	0,30
• Nitrogênio Nitroso (mg NO ₂ -N/l)	419	0,10	1,0	< 0,10	< 0,10	< 0,10
• Nitrogênio Nitroco (mg NO ₃ -N/l)	418 C	0,05	10,0	< 0,05	< 0,05	< 0,05
• Nitrogênio orgânico (mg N.O.T./l)	420 A	0,5	-	0,85	0,95	< 0,50
• Óleo e graxas (mg/l)	503 C	0,10	VIRT. AUS.	1,70	2,03	0,70
• Oxigênio Dissolvido (mg) ₂ /l)	421 B	0,02	> 5,0	7,06	7,06	6,50
• pH	ELETROQ	0,01	6,0 a 9,0	7,90	7,68	4,89
• Silica (Mg SiO ₂ /l)	425 C	1,0	-	3,20	< 1,00	< 1,00
• Sólidos Dissolvidos (mg/l)	209 C	1,0	500,0	19,0	13,00	3,00
• Sólidos Sedimentáveis (ml/l)	209 E	0,1	-	< 0,10	< 0,10	< 0,10
• Sólidos Suspensos (mg/l)	209 D	1,0	-	5,00	7,00	1,00
• Sólidos Totais (mg/l)	209 A	1,0	-	68,0	21,00	5,00
• Temperatura do ar (°C)	TERMOM	1,0	-	26,0	27,00	27,00
• Temperatura da água (°C)	TERMOM	1,0	-	23,0	24,00	24,00
• Turbidez (U.N.T.)	214 A	0,01	100,0	2,60	3,50	3,50

(+) A.P.H.A. (1985)

(*) Padrão Classe 3

TABELA III.2.9

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

PONTO DE AMOSTRAGEM: MRN - 2

PARÂMETROS	MÉTODO DE ANÁLISE (*)	LIMITE DE DEF. DEL.	LIMITES CONAMA DN 020/86 Classe 2	DATAS DAS CAMPANHAS		
				26/09/93	29/10/93	24/11/93
• Alcalinidade Total (mg CaCO ₃ /l)	403	0,10	-	38,00	45,00	13,0
• Alumínio (mg Al/l)	306 B	0,10	0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
• Cloretos (mg Cl ⁻ /l)	507	0,01	250,0	0,02	0,22	0,02
• Cond. Elétrica (µS/cm)	ELETROQ	10,0	-	6,83	11,55	10,52
• cOR (mg k ₂ PtCl ₆ /l)	204 A	5,0	75,0	10,00	10,00	5,00
• D.B.O. (mgO ₂ /l)	507	0,01	5,0	3,35	2,34	1,57
• Dureza Total (mg CaCO ₂ /l)	314 B	0,10	-	7,60	8,63	1,25
• Ferro Solúvel (mg Fe/l)	303 A	0,10	0,3	< 0,10	< 0,10	< 0,10
• Fosfato Total (mg PO ₄ -P/l)	424 F	0,01	0,025	0,01	< 0,01	< 0,01
• Manganês Total (mg Mn/l)	303 A	0,05	0,1	< 0,10	< 0,10	< 0,10
• Nitrogênio Amônia (mg NH ₃ -N/l)	417 B	0,05	1,0 *	0,26	0,24	2,75
• Nitrogênio Nitroso (mg NO ₂ -N/l)	419	0,10	1,0	< 0,10	< 0,10	< 0,10
• Nitrogênio Nitroco (mg NO ₃ -N/l)	418 C	0,05	10,0	< 0,05	< 0,05	< 0,05
• Nitrogênio orgânico (mg N.O.T./l)	420 A	0,5	-	1,35	1,35	0,75
• Óleo e graxas (mg/l)	503 C	0,10	VIRT. AUS.	10,20	11,41	0,50
• Oxigênio Dissolvido (mg)2/l)	421 B	0,02	> 5,0	5,95	6,85	6,45
• pH	ELETROQ	0,01	6,0 a 9,0	6,70	6,31	4,82
• Silica (mg SiO ₂ /l)	425 C	1,0	-	3,90	3,60	< 1,00
• Sólidos Dissolvidos (mg/l)	209 C	1,0	500,0	11,00	10,00	4,00
• Sólidos Sedimentáveis (ml/l)	209 E	0,1	-	< 0,10	< 0,10	< 0,10
• Sólidos Suspensos (mg/l)	209 D	1,0	-	3,00	5,00	2,00
• Sólidos Totais (mg/l)	209 A	1,0	-	38,00	13,00	7,00
• Temperatura do ar (°C)	TERMOM	1,0	-	25,00	26,00	28,00
• Temperatura do água (°C)	TERMOM	1,0	-	23,00	23,00	24,00
• Turbidez (U.N.T.)	214 A	0,01	100,0	3,20	5,60	4,30

(+) A.P.H.A. (1985)

(*) Padrão Classe 3

TABELA III.2.10

PARÂMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS

PONTO DE AMOSTRAGEM: MRN - 3

PARÂMETROS	MÉTODO DE ANÁLISE (+)	LÍMITE DE DET.	LÍMITE CONAMA DN-020/86 Classe 2	DATAS DAS CAMPANHAS		
				26/09/93	29/10/93	24/11/93
• Alcalinidade Total (mg CaCO ₃ /l)	403	0,10	-	25,00	42,00	10,0
• Alumínio (mg Al/l)	306 B	0,10	0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
• Cloretos (mg Cl ⁻ /l)	507	0,01	250,0	0,03	0,24	0,67
• Cond. Elétrica (µS/cm)	ELETROQ	10,0	-	7,80	8,08	9,90
• cOR (mg k ₂ PtCl ₆ /l)	204 A	5,0	75,0	10,00	10,00	15,0
• D.B.O. (mg O ₂ /l)	507	0,01	5,0	3,07	1,73	0,23
• Dureza Total (mg CaCO ₂ /l)	314 B	0,10	-	8,90	7,94	1,90
• Ferro Solúvel (mg Fe/l)	303 A	0,10	0,3	< 0,10	< 0,10	< 0,10
• Fosfato Total (Mg PO ₄ -P/l)	424 F	0,01	0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,01
• Manganês Total (mg Mn/l)	303 A	0,05	0,1	< 0,10	< 0,10	< 0,10
• Nitrogênio Amônia (mg NH ₃ -N/l)	417 B	0,05	1,0 *	0,34	3,93	0,47
• Nitrogênio Nitroso (mg NO ₂ -N/l)	419	0,10	1,0	< 0,10	< 0,10	< 0,10
• Nitrogênio Nitroco (mg NO ₃ -N/l)	418 C	0,05	10,0	< 0,05	< 0,05	< 0,05
• Nitrogênio orgânico (mg N.O.T./l)	420 A	0,5	-	1,25	1,56	0,63
• Óleo e graxas (mg/l)	503 C	0,10	VIRT. AUS.	5,58	4,92	0,60
• Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ /l)	421 B	0,02	> 5,0	6,66	7,61	6,42
• pH	ELETROQ	0,01	6,0 a 9,0	6,50	6,37	4,38
• Sílica (mg SiO ₂ /l)	425 C	1,0	-	4,00	3,80	1,90
• Sólidos Dissolvidos (mg/l)	209 C	1,0	500,0	13,00	11,00	1,00
• Sólidos Sedimentáveis (ml/l)	209 E	0,1	-	< 0,10	< 0,10	< 0,10
• Sólidos Suspensos (mg/l)	209 D	1,0	-	2,00	8,00	6,00
• Sólidos Totais (mg/l)	209 A	1,0	-	49,00	16,00	9,00
• Temperatura do ar (°C)	TERMOM	1,0	-	28,00	27,0	27,00
• Temperatura do água (°C)	TERMOM	1,0	-	23,00	24,0	23,00
• Turbidez (U.N.T.)	214 A	0,01	100,0	2,60	3,00	5,10

(+) A.P.H.A. (1985)

(*) Padrão Classe 3

Alcalinidade Total

A alcalinidade da água é definida como a sua capacidade de neutralizar sais alcalinos (carbonatos e bicarbonatos) e hidróxidos. Os íons borato, silicato e fosfato também contribuem para esta propriedade, porém não ocorrem em quantidades significativas. O surgimento de sais alcalinos decorre da ação do dióxido de carbono sobre minerais básicos do solo, bem como da ação de algas sobre bicarbonatos.

Alcalinidade total pode ser entendida como sendo uma medida da concentração de ânions de ácidos fracos. Estes são, principalmente, bicarbonatos, sulfatos e cloretos. Os bicarbonatos estão em equilíbrio com o CO₂ livre e CO₃, e não podem ser medidos diretamente. Assim, a alcalinidade surge como uma medida indireta dos mesmos e, conseqüentemente, de CO₂. Este parâmetro não tem influência direta na qualidade da água, mas a sua importância está no fato de que os carbonatos podem influenciar decisivamente os níveis de fósforo e nitrogênio.

A alcalinidade em concentrações moderadas na água para o consumo humano não apresenta nenhum inconveniente para a saúde, mas, em níveis elevados, pode trazer sabor desagradável. A alcalinidade, quando em elevadas concentrações, gera na água uma dureza considerável, sendo necessária a sua remoção.

De certa forma, a alcalinidade funciona como um sistema natural de tamponamento. Uma água com baixa alcalinidade tem mais probabilidade de ser corrosiva do que uma de alcalinidade elevada.

Existe uma tendência em se pensar que águas com um pH inferior a 7,0 não apresentam alcalinidade e sim, somente, acidez. Isto não é correto porque, mesmo com pH na faixa ácida, as águas normalmente contêm íons bicarbonato.

Na faixa de pH entre 4,3 e 8,3, a alcalinidade, mesmo a total, é devida única e exclusivamente aos íons bicarbonato (HCO₃). Este íon tem sua origem no dióxido de carbono que reage com a água formando ácido carbônico e posteriormente o próprio bicarbonato. O CO₂ somente ocorre nas águas com pH até 8,3. Sabe-se que alcalinidade, pH e acidez são parâmetros intimamente relacionados.

Nas duas primeiras campanhas de amostragem (setembro e outubro) encontrou-se nos três pontos de amostragem uma alcalinidade média de 38 mg CaCO₃/l. Na campanha de novembro, esta média baixou para 12 mg/l. O mesmo comportamento foi observado para o pH. Ambos os valores são baixos. A alcalinidade reflete em última instância, a capacidade que um corpo d' água apresenta em neutralizar (tamponar) substâncias ácidas que nele foram cair. Devido às baixas alcalinidades das águas estudadas, elas podem sofrer grande variação de pH, como demonstram os resultados. Um fato marcante que aconteceu na última amostragem e que certamente influenciou os demais

resultados, foi a intensa chuva, o que não aconteceu nas duas primeiras amostragens. As chuvas carregam para dentro do corpo d' água uma grande quantidade de substâncias húmicas e a presença de ácidos húmicos abaixa o pH.

Do ponto de vista de utilização destas águas para consumo industrial, as baixas alcalinidades detectadas surgem como um fator negativo, visto que estas geralmente são mais corrosivas.

Alumínio

O alumínio é largamente encontrado nas rochas e minerais, como também em frutas e vegetais. Este elemento não é considerado tóxico ou prejudicial à saúde, sendo que o limite máximo permitido para águas superficiais é de 0,1 mg/l e o valor máximo desejável (para águas que serão consumidas sem tratamento) é de 0,05 mg/l.

Tais limites, todavia, são prescritos para prevenir possíveis precipitações e sedimentações que ocorrem quando o mesmo se encontra em elevadas concentrações. Assim sendo, quando este elemento estiver contido na água em concentrações maiores ou iguais a 0,1 mg/l esta água não deverá ser usada para consumo humano.

Nas análises realizadas no presente estudo, as concentrações de alumínio em todos os pontos de amostragem sempre estiveram abaixo de 0,1 mg/l, apresentando total conformidade com a legislação ambiental.

Cloretos

Os íons cloreto ocorrem em todas as águas naturais, em quantidades variáveis. Índices altos de cloretos nas águas superficiais e subterrâneas estão relacionados, principalmente, à lixiviação de rochas ricas em cloretos, contaminação da água por esgoto doméstico, visto que as excreções humanas, particularmente a urina, são ricas em cloretos, à despejos industriais e a produtos químicos clorados usados na agricultura.

Não existe dosagem letal para cloretos e a tolerância dos seres humanos para com os cloretos varia com o clima e hábitos alimentares.

Os cloretos são compostos em que o cloro apresenta estado de oxidação. Entre suas principais funções está a troca e o transporte de outros íons para os meios intra e extra-celulares. No meio aquático esses íons dificilmente atuam como fator limitante. Em sua maior parte, a salinidade da água depende dos íons cloretos e estes, em elevadas concentrações, leva a água a ter um sabor salobro.

As concentrações de cloretos variaram de 0,01 (MRN-1) a 0,67 (MRN-3) mg/l. Representam concentrações muito baixas. Tais resultados são comparáveis àqueles encontrados por FURCH (1984) no Tarumã-Mirim (água preta - 0,02mg/l), no rio Negro (água preta - 0,02 mg/l), como também por CAMARGO & MIYAI (1988) no lago Curuçá (lago de várzea do rio Trombetas), onde a concentração média foi de 0,60 mg/l, e no próprio rio Trombetas, média de 0,50 mg/l.

Condutividade Elétrica

A condutividade tem por finalidade expressar numericamente a capacidade de uma solução aquosa de conduzir corrente elétrica. Esta capacidade depende da presença de íons, sua concentração total, mobilidade, valência, concentração relativa e da temperatura da amostra.

Soluções muito ácidas, bases e sais inorgânicos são relativamente bons condutores. Moléculas de compostos orgânicos que não se dissociam em solução aquosa não conduzem satisfatoriamente a corrente elétrica.

A determinação da condutividade é uma medida física, usualmente de resistência, expressa em ohms. A resistência de um condutor é inversamente proporcional a sua seção transversal e diretamente proporcional ao seu comprimento. O inverso da resistência é a condutância que é expressa em ohms^{-1} ou mhos. A unidade mais conveniente em análises de água é o μnhos . Quando a constante de célula é conhecida e aplicada, a medida de condutância é convertida em condutância específica ou condutividade (o inverso da resistência específica). O termo condutividade é o mais usado sendo expresso em $\mu\text{nhos/cm}$ ou uma unidade equivalente, como o $\mu\text{Siemens}$.

Segundo ESTEVES (1988), a condutividade elétrica da água constitui uma das variáveis mais importantes em limnologia, visto que pode fornecer importantes informações tanto sobre o metabolismo do ecossistema aquático, como sobre fenômenos importantes que ocorram na sua bacia de drenagem. Para a maioria dos ambientes tropicais não alterados são observadas condutividades médias de $30 \mu\text{S/cm}$ (ESTEVES, op cit).

Entretanto, em regiões tropicais os valores de condutividade elétrica nos ambientes aquáticos estão mais relacionados com as características geoquímicas da região onde se localizam e com as condições climáticas (estação seca e chuvosa), do que com o estado trófico.

A condutividade elétrica de uma água por ser uma medida de seu conteúdo iônico pode fornecer uma excelente aproximação sobre a quantidade de sólidos totais dissolvidos, desde que a maioria dos sais em solução não estejam ionizados.

No presente estudo encontrou-se um valor mínimo de condutividade elétrica em setembro no ponto MRN-1, 6,66 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e máxima, de 11,55 $\mu\text{S}/\text{cm}$, no ponto MRN-2, em outubro. São valores baixos e muito semelhantes àqueles encontrados por RAI & HILL (1981) no lago Tupé e os obtidos por ALVES (1983) no lago Verde, ambos de água preta. São também bastante semelhantes àqueles encontrados por CAMARGO & MIYAI (1988) na superfície do lago Curuçá (várzea do rio Trombetas), 10,76 $\mu\text{S}/\text{cm}$. As baixas concentrações de cátions e ânions são refletidos nos valores da condutividade elétrica.

Não se observou diferenças significativas entre os três pontos de amostragem, em relação à condutividade elétrica.

A legislação ambiental do CONAMA não fixa limites para a condutividade elétrica, mas a O.M.S. considera que uma água que apresenta condutividade elétrica entre 50 a 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ apresenta boa qualidade do ponto de vista desse parâmetro.

Cor

A cor da água depende da luz dispersa e refletida, como também da cor das partículas em suspensão, como por exemplo grandes concentrações do plâncton que produzem uma tonalidade esverdeada. Uma água muito pura é vista negra, ou melhor, azulada devido à luz difundida pelas próprias moléculas de água, como nos rios de água preta. Na prática limnológica são propostas diversas escalas empíricas para determinar a cor das águas, sendo que todas elas se baseiam em padrões preparados com soluções de diversos sais; dentre estas há a Escala de Hazen, utilizada no presente estudo.

A cor se deve às substâncias dissolvidas e é quase sempre causada pela lixiviação da matéria orgânica presente na água. A cor de uma água de boa qualidade não deve exceder a 15 mg/l, sendo que valores de 30 mg/l seriam inaceitáveis para abastecimento doméstico. Entretanto, o limite máximo do CONAMA para a Classe 2 é de 75 mg K₂PtCl₆/l, e no caso de efluentes não existe limite.

A cor da água nos igarapés estudados apresentou concentrações muito baixas, inferiores a 15,0 mg/l, mesmo no ponto localizado à jusante da mina. Os resultados indicam não haver nenhuma alteração causada pela atividade minerária quanto ao parâmetro cor.

Quando a presença de cor na água é devida à fatores naturais, como, por exemplo, íons metálicos (ferro e manganês), humus, plâncton, etc, não causa grandes problemas a não ser pelo aspecto visual desagradável. Entretanto, quando ela é causada por efluentes industriais as variações podem indicar contaminação.

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

A demanda bioquímica de oxigênio é um teste importante para se conhecer o conteúdo de matéria orgânica em degradação nas águas. É definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica, com a ajuda de microorganismos, principalmente bactérias. Sendo assim, quanto maior for o teor de oxidação maior será a contaminação de origem orgânica.

Em resumo, se existe alimento (matéria orgânica) e seres vivos (bactérias, protozoários), e se for fornecido oxigênio, ocorrerá uma multiplicação intensa dos microorganismos. Quanto mais eles crescem, maiores quantidades de seres que respiram surgirão e, conseqüentemente, maior será a DBO. A quantidade de oxigênio consumido equivale à matéria orgânica de uma amostra susceptível à oxidação biológica.

Entretanto, segundo A.P.H.A (1985), o teste DBO, além de medir oxigênio requerido para a degradação bioquímica do material orgânico, também mede o oxigênio usado para oxidar materiais inorgânicos como sulfeto e ferro ferroso, por microorganismos aquáticos. A análise de DBO mede também o oxigênio usado para oxidar formas reduzidas de nitrogênio, a menos que essa oxidação seja inibida.

O parâmetro DBO apresentou valores dentro dos limites da classe 2, sendo que o ponto MRN-2 foi o que revelou um resultado médio mais elevado (3,54 mg/l), seguido pelo ponto MRN-3 (1,68 mg/l) e finalmente o ponto MRN-1, com uma concentração de 0,38 mg/l. Na medida em que não há lançamento de efluentes sanitários a montante, o resultado mais elevado observado no ponto MRN-2 deve-se provavelmente às contribuições da matéria orgânica gerada pela vegetação ciliar.

Dureza Total

Originalmente, a dureza da água foi entendida como sendo uma medida da capacidade da água em precipitar sabão. Sabão é precipitado principalmente por cálcio e magnésio, íons comumente encontrados na água, mas pode também ser precipitado por íons de outros metais polivalentes, tais como Al, Fe, Mn, Sr e Zn e íons H⁺.

O aparecimento de dureza deve-se ao tipo de formação geológica com a qual a água está em contato. Em geral, as águas duras originam-se de áreas onde a camada superficial do solo é espessa e de formação calcária. Os cursos d'água estudados não se localizam em região de formação geológica calcária, sendo que as baixas concentrações de carbonatos detectados pelas análises de dureza e alcalinidade refletem esta característica.

Os baixos valores de dureza total (1,25 a 8,90 mg/l) refletem uma pobreza em Ca e Mg. O cálcio é o principal cátion, tanto nos rios de água branca, quanto nos corpos d' água influenciados por estes, mesmo assim, segundo FURCH (1984), tais concentrações correspondem apenas 57% da média mundial. Nos ambientes de água preta as concentrações são ainda mais críticas. Situação semelhante também ocorre nos rios de águas claras como o Trombetas, onde pesquisas de CAMARGO E MIYAI (1988) revelaram concentrações médias de 0,60 mg Ca/l. Segundo ESTEVES (1988), as baixas concentrações de cálcio são ainda mais críticas nos igarapés da floresta. Segundo SIOLI (1954), há algumas décadas, quando os métodos analíticos não apresentavam grande sensibilidade, estas águas eram tidas como livres de cálcio.

Ferro Solúvel

Na água o ferro está presente principalmente nas suas formas iônicas Fe (II), o íon ferroso Fe^{2+} , e o Fe (III), íon férrico Fe^{3+} . O íon ferroso é na realidade um hexaaquocomplexo octaédrico em água. Precipita hidróxido ferroso $Fe(OH)_2$ quando tratado com base. Este é um precipitado branco, quando puro, mas quase sempre aparece como um precipitado verde claro devido à existência de um intermediário na oxidação razoavelmente rápida de $Fe(OH)_2$ para $Fe(OH)_3$ pelo O_2 . O íon ferroso é oxidado a Fe^{3+} muito lentamente, mesmo em solução ácida. O hidróxido ferroso é levemente anfotérico, dissolvendo-se em NaOH concentrado, a quente.

O íon férrico é essencialmente incolor em água, embora as soluções de sais férricos sejam vistas geralmente amarelas ou amarelas-acastanhadas devido à hidrólise, que forma complexos tais como $Fe(OH)^{2+}$ e $Fe(OH)^{++}$, os quais são na realidade $Fe(OH)(H_2O)^{5++}$ e $Fe(OH)_2(H_2O)^{4+}$, respectivamente. As tonalidades amarelas da água são devidas à presença de sais férrico. A adição de base ao íon férrico precipita um material gelatinoso marrom-avermelhado chamado hidróxido de ferro, $Fe(OH)_3$, mas na verdade é um óxido hidratado, $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$. Este é muito menos solúvel que o hidróxido ferroso e não é anfotérico.

O ferro e o manganês são os mais abundantes de um grupo de metais em que as trocas de valência, em função do potencial redox, são muito semelhantes. A partir de certo EH, a forma oxidada precipita rapidamente e se separa do meio, com o que a forma divalente passa a trivalente. A forma reduzida é mais solúvel e, como nos ambientes lênticos, a região de baixo potencial redox está nas camadas profundas e no sedimento (como pode ocorrer nos períodos de estratificação térmica), primeiro solubiliza-se o manganês e mais tarde o ferro.

O ferro forma facilmente complexos com moléculas orgânicas, sendo frequente sua associação com moléculas vivas (como a hemoglobina). Em muitos ambientes aquáticos, o ferro é introduzido na coluna d' água via alimentação de camadas profundas que o introduzem sob forma ferrosa. Pelo

ciclo natural na superfície da terra, o material sedimentado, especialmente o recente, pode conter uma maior proporção de Fe^{+3} que as rochas antigas ou intrusivas.

No ambiente aquático, o ferro se oxida a férrico em diversas condições e tomando aspectos diferentes, em crostas sobre o sedimento aquático ou sobre as conchas, em módulos ou pisólitos, ou em suspensão. As formas coloidais dos hidróxidos metálicos retêm íons diversos, sendo que o ferro e titânio podem ser encontrados na forma de minerais magnéticos, alguns depositados no interior de bactérias.

O gênero de algas *Trachelomonas* sp, se caracteriza por uma teca ou carapaça rígida que é formada em sua maior parte por hidróxido de ferro. Dentre as bactérias, a família Siderocapsaceae reúne uma série de organismos que oxidam compostos de ferro e depositam ferro oxidado (*Siderococcus* sp) ou ferro e manganês (*Siderocapsa* sp, *Naumanniella* sp, *Ochrobium* sp) em torno das células. O gênero *Gallionella* sp tem 90% de seu peso formado por óxido de ferro. Entretanto, um excesso de ferro pode provocar intoxicação nos organismos aquáticos.

No presente estudo em todas as campanhas e pontos de amostragem encontrou-se uma concentração de ferro solúvel inferior a 0,10 mg Fe/l.

Fosfato Total

Geralmente, nas águas continentais, o fósforo é o principal fator limitante da produção e também o principal responsável pela eutrofização artificial destes ecossistemas. Segundo ESTEVES (1988), todo o fósforo presente em águas naturais encontra-se sob a forma de fosfato.

Em águas continentais, o fosfato é encontrado sob várias formas. Em limnologia, todas as formas são importantes, mas o ortofosfato tem maior significado por ser a principal forma assimilável pelos produtores. Na água, o íon fosfato pode estar sob diferentes espécies iônicas, variando em função do pH do meio. Nas águas continentais o pH varia geralmente entre 5 e 8, predominando as espécies iônicas $\text{H}_2\text{P}_0_4^-$ e $\text{HP}_0_4^-$.

O fosfato presente nos hidroambientes tem sua origem em fontes naturais e artificiais. O enriquecimento natural ocorre pela intemperização de minerais primários presentes nas rochas da bacia de drenagem, onde a apatita é a forma mais importante. O fosfato carregado pelo escoamento pode alcançar os ambientes aquáticos sob duas formas principais: solúvel e adsorvido às argilas. As fontes artificiais mais importantes são os esgotos domésticos, efluentes industriais, fertilizantes agrícolas e material particulado de origem industrial contido na atmosfera.

Quando o fosfato chega ao ecossistema aquático, grande parte é rapidamente precipitada no sedimento. Entretanto, OHLE (1958) demonstrou que quando este fosfato exógeno é encontrado sob a forma de fosfato orgânico dissolvido, ele é rapidamente decomposto pelos microorganismos e reassimilado pelos produtores ainda no hipolímnio. A porção que se precipita, dependendo das condições físico-químicas do meio (por exemplo: hipolímnio aeróbio), nunca mais retorna ao metabolismo límnic. Entretanto, em condições de hipolímnio anóxico e sobretudo em anaerobiose, ocorre justamente um fenômeno contrário, ou seja, a liberação do fosfato retido no sedimento para a coluna d' água.

Ao contrário das regiões temperadas, nos trópicos a distribuição de diferentes frações de fosfato na coluna d' água não parece estar estreitamente relacionada com o estado trófico do hidroambiente. Segundo ESTEVES (1988), nas regiões tropicais durante o período de estratificação térmica, observa-se acentuado aumento de concentração das diferentes frações de fosfato com a profundidade, independente do nível de produção fitoplanctônica. A distribuição de fosfato ao longo da coluna d' água em hidroambientes tropicais está mais relacionada com a concentração de oxigênio e ao regime de estratificação térmica, do que com a produtividade primária fitoplanctônica.

As concentrações de fosfato total em todos os pontos amostrados no presente estudo foram extremamente baixas, sempre inferiores a 0,01 mg PO₄-P/l. Vê-se que estas concentrações são bastante inferiores ao limite máximo permitido pelo CONAMA para a Classe 2; 0,025 mg PO₄-P/l.

Os estudos de CAMARGO e MIYAI (1988) no lago Curuçá e no rio Trombetas revelaram concentrações de fosfato inferiores a 0,005 mg/l, confirmando os resultados encontrados neste estudo.

Manganês Total

O manganês é um elemento químico bastante frequente na superfície terrestre, em consequência disto seus compostos são encontrados em todos os corpos d' água, mesmo em pequenas concentrações. Ele é um elemento indispensável ao metabolismo dos seres vivos como micronutriente. O manganês exerce grande influência sobre a ciclagem de outros nutrientes, como o fosfato. Além disto, tem grande relevância no metabolismo de certas bactérias que obtêm energia pela oxidação de formas reduzidas de manganês.

O manganês presente na água pode estar sob a forma oxidada e/ou reduzida e se precipita como MnCO₃, MnS, Mn(OH)₂. A solubilização se dá sob a forma de bicarbonato Mn(HCO₃)₂.

As bactérias atuam sobre o manganês de duas maneiras, oxidando este elemento para obtenção de energia e metabolizando a matéria orgânica complexada ao manganês, precipitando-o. As principais bactérias ligadas ao Mn são do gênero *Metallogenium*, que possuem muitas espécies quimiotróficas e heterotróficas. As quimiotróficas obtêm energia a partir da oxidação do óxido de manganês (MnO), sulfato de manganês (MnSO₄) e carbonato de manganês (Mn₂O₃) e dióxido de manganês (MnO₂).

As algas e as macrófitas aquáticas podem interferir no ciclo do manganês, acumulando-o ou precipitando-o sob a forma de Mn(OH)₃. O precipitado pode ser facilmente reconhecido pela película de cor marrom, formada sobre as plantas.

Em todos os pontos e campanhas de amostragem, as concentrações de manganês foram sempre inferiores a 0,10 mg/l, dentro do limite máximo permitido pela legislação ambiental que é de 0,10 mg/l.

Elevadas concentrações de manganês e de ferro na água trazem consequências danosas principalmente ao fitoplâncton, porque estes elementos se acumulam na parede celular e na capa mucosa, impedindo o crescimento da célula. Por esta razão sais destes elementos são utilizados como algicidas.

Nitrogênio Amoniacal

O nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo dos ecossistemas aquáticos. Ele está presente nestes ambientes por várias formas: nitrato, nitrito, amônia, íon amônio, óxido nitroso, nitrogênio molecular, nitrogênio orgânico dissolvido e particulado. As principais fontes naturais de nitrogênio podem ser a fixação de nitrogênio molecular (bactérias e cianofíceas), a chuva e materiais orgânicos e inorgânicos de origem alóctone.

Nos ambientes aquáticos, na zona eufótica, o principal caminho percorrido pelo nitrogênio é o seguinte: N molecular ⇒ N orgânico ⇒ N amoniacal ⇒ N nitroso ⇒ N nítrico ⇒ absorção. O nitrato, juntamente como íon amônio, representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários. O nitrito representa uma fase intermediária entre a amônia (forma mais reduzida) e o nitrato (forma mais oxidada), e é encontrado em baixas concentrações notadamente em ambientes oxigenados.

Concentrações superiores a 0,25 mg/l de amônia livre afetam o crescimento de peixes, embora a concentração letal seja considerada superior (0,5 mg/l). Entretanto, ressalta-se que, para que isso ocorra, devem haver simultaneamente elevados valores de pH (>9,0), temperatura (>26 °C) e baixos valores de potencial de oxiredução.

A origem natural do nitrogênio amoniacal se dá através da água de chuva, que contém pequenas quantidades provenientes da atmosfera carregada de poluição industrial e das descargas elétricas. A água da chuva pode conter de 0,1 a 2,0 mg/l de nitrogênio. Origina-se também de dejetos humanos e industriais.

A amônia é uma substância muito tóxica, especialmente ao cérebro. A toxicidade da amônia ao cérebro não é completamente entendida, mas dois fatores principais podem ser identificados. O primeiro é de que o pK' da amônia é bastante alto, de forma que no pH do sangue ela ocorre quase na forma de íon amônio (NH_4^+). Os íons NH_4^+ não são facilmente permeáveis na membrana plasmática ou nas mitocôndrias.

Entretanto, a amônia livre (NH_3), um molécula neutra, é facilmente permeável. O segundo fator é de que a entrada de amônia na mitocôndria cerebral leva à formação de glutamato desidrogenase. O resultado final é que o α -cetoglutarato é retirado dos estoques intermediários do ciclo do ácido cítrico na mitocôndria cerebral, diminuindo a velocidade de oxidação da glicose, o principal combustível do cérebro.

A amônia em sua forma ionizável não é causadora de problemas ambientais devida à sua pequena permeabilidade na membrana plasmática. A elevada toxicidade da amônia se encontra na sua forma não ionizável (neutra), de elevada permeabilidade. Por essa razão, o padrão CONAMA para a Classe 2 estabelece limites para a porção não ionizável da amônia, onde o limite máximo é 0,02 mg/l. No presente estudo foi analisado o nitrogênio amoniacal como um todo, composto pelas parcelas ionizáveis e não ionizável. Por essa razão, para efeito de análise, adotou-se o padrão da Classe 3 que é dado em termos de nitrogênio amoniacal e onde o limite máximo permitido é 1,0 mg/l.

No presente estudo encontrou-se respectivamente concentrações médias de amônia de 0,39; 1,08 e 1,58 mg/l, para os pontos MRN-1, MRN-2 e MRN-3. Os estudos de CAMARGO e MIYAI (1988) revelaram uma média de 0,07 mg/l. Do ponto de vista ambiental, as concentrações encontradas neste estudo, apesar de baixas, não podem ser desprezadas. Visto que amônia e os nitratos são as formas assimiláveis de nitrogênio para a maioria dos produtores, e, como não se detectou nitratos (como também fosfatos) nos ambientes estudados, estas pequenas concentrações de amônia surgem como praticamente a única fonte de nutrientes para os produtores do plâncton.

Segundo VOLLENWEIDER (1968), os hidroambientes que possuem até 0,3 mg/l de N-amoniacal são classificados como oligotróficos, de 0,3 a 2,0 mg/l como mesotrófico e acima de 2,0 mg/l são ambientes eutróficos.

A fixação do nitrogênio molecular, ou seja, sua transformação em nitrogênio protéico é realizada pelos organismos procariontas (bactérias e cianofíceas - algas azuis). Este é um processo tipicamente redutor e a primeira etapa é a formação do nitrogênio orgânico particulado e dissolvido. Após esta etapa, ocorre a amonificação, ou seja, a formação de amônia (NH_3) pela decomposição aeróbia e/ou anaeróbica da parte nitrogenada da matéria orgânica por organismos heterotróficos.

Nitrogênio Nitroso

A formação de nitritos é uma etapa intermediária da nitrificação, ou seja, a transformação de amônia a nitrato. A transformação de amônia a nitrito é realizada por bactérias do gênero *Nitrosomonas*.

O nitrito é geralmente encontrado em baixas concentrações notadamente em ambientes oxigenados, pois a nitrificação é um processo predominantemente aeróbio e, como tal, ocorre somente em locais onde há oxigênio disponível.

O fitoplâncton pode assimilar nitrito, em caso de escassez do íon amônio e nitrato; neste caso, o nitrito é reduzido a amônia no interior da célula, por meio da enzima denominada nitritoreductase. Entretanto, em elevadas concentrações, o nitrito é extremamente tóxico à maioria dos organismos aquáticos.

Em nenhum dos pontos de amostragem, a concentração média ultrapassou o limite máximo permitido para a Classe 2; 1,0 mg/l. Os valores encontrados, sempre abaixo de 0,10 mg/l demonstram que a nitrificação vem ocorrendo normalmente. Águas com excesso de nitrito, quando ingeridas pelo homem podem provocar hipotensão arterial (adulto) e a metemoglobinemia (recém-nascidos). O seu efeito deletério sobre a saúde é mais pronunciado que o nitrato.

Nitrogênio Nitrato

O nitrato é a forma de nitrogênio mais oxidada e provavelmente o ânion mais estável nas condições existentes nas águas superficiais. Devido à sua estreita relação com o ciclo de vida, as concentrações de nitrato são fortemente influenciadas pelas atividades das plantas e animais. As bactérias possuem um papel importante na relação dos nitratos na água.

O nitrato é o produto final da nitrificação. A transformação de nitrito a nitrato é realizada pelas bactérias do gênero *Nitrobacter* e é também um processo predominantemente aeróbio. Juntamente com o íon amônio, o nitrato é a forma assimilável de nitrogênio.

As concentrações encontradas em todos os pontos de amostragem foram inferiores a 0,05 mg/l. Os estudos de CAMARGO & MIYAI (1988) revelaram concentrações médias de 0,008 mg/l, portanto, de acordo com o que foi observado no presente estudo.

Nitrogênio Orgânico

No ambiente aquático existem duas formas de nitrogênio orgânico, o dissolvido e o particulado. O particulado tem sua origem na fixação do nitrogênio molecular, na absorção da amônia, na desnitrificação (transformação de nitrato a N - molecular) e através da entrada de material alóctone. Já o nitrogênio orgânico dissolvido tem sua origem principal na lise celular (por senescência ou herbivoria), na decomposição e excreção pelo fitoplâncton e macrófitas aquáticas. As principais formas de nitrogênio orgânico dissolvido são a uréia, aminoácidos e peptídeos.

Somente quando a concentração das formas inorgânicas de nitrogênio atinge valores muito baixos ou são esgotadas é que as formas orgânicas são aproveitadas.

No presente estudo, as concentrações médias foram 0,8 mg/l no ponto MRN-1 e 1,1 mg/l nos pontos MRN-2 e MRN-3. De maneira geral, as concentrações de nitrogênio em suas diferentes formas, observadas nos ambientes estudados foram semelhantes às observadas em lagos de várzea e em rios de água preta e inferiores às concentrações de lagos de várzea e rios de água branca, as concentrações de nitrogênio encontradas colocam os hidroambientes estudados numa posição intermediária entre águas pretas e águas brancas.

Óleos e Graxas

Na determinação de óleos e graxas não está especificamente o resultado das gorduras, mas também de todas as substâncias com características físico-químicas semelhantes, solúveis em éter. Quando presentes em excesso podem interferir em processos biológicos anaeróbicos, devido à formação de uma película oleosa na superfície, que impede a troca de gases, e também pela formação de depósitos nas margens, provocando uma degradação ambiental.

No padrão CONAMA para Classe 2, a legislação estabelece que os óleos e graxas devem estar virtualmente ausentes na água. Na verdade o termo "virtualmente ausente" não é quantificado. A maioria dos órgãos ambientais consideram que uma água pertencente à Classe 2 não deve apresentar óleos e graxas, ou seja, o resultado da análise deve ficar abaixo do limite de detecção do método que é de 0,1 mg/l.

Sem a menor dúvida, o parâmetro óleos e graxas foi o que apresentou a maior heterogeneidade de comportamento no presente estudo. Em todos os pontos e campanhas foram detectados óleos e

graxas acima do padrão permitido. É um comportamento de difícil entendimento, visto que, com exceção do ponto MRN-2, os demais não sofrem nenhuma influência da Mineração Rio do Norte. No ponto MRN-2 detectou-se em outubro 11,41 mg/l, um valor bastante elevado principalmente se comparado aos demais pontos. Os óleos e graxas encontrados nos pontos MRN-2 e MRN-3 podem ter sua origem na própria floresta (óleos vegetais).

O padrão CONAMA, classe 2, está mais relacionado à frequência de ocorrência do que com a própria concentração detectada. Ou seja, ele está mais ligado ao fato da presença/ausência, pois a concentração máxima permitida não é fixada.

Oxigênio Dissolvido

As principais fontes de oxigênio para a água são via atmosfera, via produção pela fotossíntese e também pela renovação da água pela entrada de efluentes. Por outro lado, as perdas se devem, principalmente, à oxidação da matéria orgânica e íons metálicos, à perda para a atmosfera e respiração de organismos aquáticos.

Nos ambientes lóticos, o movimento da água acelera a difusão e por essa mesma razão não permite a saturação. O movimento da água destrói os gradientes de concentração e acelera o transporte. Posto que os ambientes lóticos recebem matéria orgânica dos ecossistemas terrestres vizinhos, tendem a ser deficitários em oxigênio. Isto tem particular importância nos ambientes lóticos contaminados por um excesso de matéria orgânica, onde a absorção do oxigênio atmosférico pelo curso d' água define a velocidade com que se transcorre as reações de decomposição.

A condição normal de ambientes lóticos é de déficit de saturação. O déficit potencial, quer dizer, a soma total de oxigênio que a água pode absorver é muito maior do que o avaliado em relação com a capacidade de consumo de oxigênio dos materiais oxidáveis presente na água. Esta avaliação é dada pelo resultado da DBO.

As concentrações de O.D. encontradas em todos os pontos amostrados estiveram sempre acima do limite mínimo permitido para a classe 2 (5,0 mg/l). O fato dos hidroambientes estudados serem de água corrente facilita a oxigenação do corpo d'água, impedindo seu déficit. Assim, o O.D. não é fator limitante para os ambientes estudados.

pH

Por definição o pH mede apenas a concentração dos íons já dissociados na água. As águas naturais, em geral, têm pH entre 5,0 e 9,0 e, na maioria das vezes, são ligeiramente alcalinas devido à presença de carbonatos e bicarbonatos.

A maior influência do pH sobre as comunidades aquáticas está no fato de que ele atua diretamente no processo de permeabilidade da membrana celular, interferindo, portanto, no transporte iônico intra e extra celular e entre os organismos e o meio. As variações bruscas de pH podem dizimar comunidades inteiras, pois estas geralmente não conseguem alterar seu metabolismo na mesma velocidade da mudança do meio. Isto ocorre geralmente em ambientes de baixa alcalinidade, devido ao fraco poder de tamponamento. Não se deve esquecer que o pH é uma medida logarítmica onde pequenas variações podem trazer várias consequências.

O pH é considerado uma das variáveis mais importantes no estudo limnológico. Entretanto devido ao grande número de fatores que podem influenciá-lo, torna-se um dos parâmetros de interpretação mais difícil, (ESTEVES, 1998).

Nas duas primeiras campanhas de amostragem (setembro e outubro) encontrou-se nos três pontos um pH médio de 6,91. Nestas campanhas, em todos os pontos estudados o pH esteve na faixa recomendada para a classe 2, ou seja, de 6,0 a 9,0. Porém, na campanha de novembro, esta média baixou para 4,70. O mesmo comportamento foi observado para a alcalinidade.

Segundo ESTEVES (1988), ecossistemas aquáticos que apresentam baixos valores de pH têm elevadas concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos de origem alóctone e autóctone. Nestes ecossistemas geralmente são encontradas elevadas concentrações de ácido sulfúrico, nítrico, oxálico, acético, além do ácido carbônico, que são produzidos, principalmente, através da atividade metabólica dos microorganismos aquáticos.

De acordo com SIOLI (1965) as águas da amazônia como um todo apresentam pH ácidos. Os valores obtidos no presente estudo não fogem à regra. Os baixos valores de pH estão relacionados com a pequena capacidade de tamponamento da água (baixa alcalinidade) dada a pouca quantidade de sais dissolvidos e a intensa atividade fotossintética do fitoplâncton.

Sílica

A sílica e os silicatos são extremamente abundantes na natureza. A sílica é o elemento formador do quartzo e das areias. Os silicatos são utilizados na indústria do vidro, da mica, da porcelana, do cimento, etc. Nas águas naturais, a sílica é encontrada sob a forma solúvel em maior quantidade e,

sob a forma coloidal, em menor quantidade. A sua solubilidade depende diretamente do pH e da temperatura, sendo que o seu teor de saturação varia de aproximadamente 5,0 mg/l a 0 °C a 140,0 mg/l a 25 °C. Geralmente, ambientes aquáticos que não apresentam interferências antrópicas contém concentrações menores que 10,0 mg/l de sílica.

Os valores médios encontrados, respectivamente, nos pontos MRN-1, MRN-2 e MRN-3 foram 1,73; 4,25 e 3,23. Tais valores são comparáveis àqueles encontrados por ALVES (1983) no lago Verde (2,45 mg/l), um lago típico de águas pretas. CAMARGO & MIYAI (1988) encontraram no rio Trombetas uma média de 72,03 mg/l e no lago Curuçá de 19,0 mg/l.

Série Sólida

Os parâmetros físicos da série sólida estão relacionados com sedimento alóctone. A carga sólida dos ambientes aquáticos geralmente aumentam no período chuvoso devido ao aporte de sedimentos carregados pelas águas pluviais.

O aumento da pluviosidade traz consigo a elevação da concentração de substâncias que são carregados pela chuva . É o caso das partículas sólidas que são transportadas dos ecossistemas terrestres para os cursos d' águas.

O movimento da água exerce uma força na superfície do substrato provocando três tipos de modificação: erosão do material sólido, transporte e sedimentação. O transporte pode ser efetuado arrastando o material sólido no leito ou sob a forma de suspensão. A correlação entre os três tipos, depende da velocidade da água, do tipo de substrato e das modificações no balanço hídrico.

A carga sólida nos cursos d' água varia em função das condições geológicas, hidrológicas e meteorológicas. Regiões acidentadas, como na área de influência da MINERAÇÃO RIO DO NORTE muito favorecem a erosão pluvial. Mesmo com baixa precipitação, muito material sólido é carregado para os hidroambientes.

A série sólida mede a quantidade de partículas sólidas do corpo d' água. Na água, os sólidos podem se encontrar predominantemente em três formas: sedimentados, dissolvidos ou suspensos. A predominância de um ou de outro tipo é dependente das características da água e das partículas. As partículas sólidas encontradas em um corpo d' água podem ter origem em processos ocasionados pelo próprio corpo d' água (erosão fluvial), como também em processos exógenos, como já foi mencionado anteriormente.

No presente estudo analisou-se os sólidos dissolvidos, sedimentáveis, suspensos e totais. Os resultados encontrados em sua maioria, revelam uma pequena carga sólida que não chega a comprometer a dinâmica dos cursos d'água.

Temperatura

Dentre os parâmetros de qualidade da água, a temperatura exerce papel importante, pois influencia todas as características que um corpo d'água apresenta, o que é de vital importância para a flora e fauna.

Pela própria localização geográfica do empreendimento, observa-se uma pouca amplitude térmica tanto diurna quanto sazonal. As temperaturas mínima e máxima do ar foram respectivamente 25,0 e 28,0 °C. Quanto a água observou-se 23,0 e 24,0 °C. Estas variações são naturais e características de ambientes equatoriais.

Turbidez

A turbidez é a medida da capacidade da água de dispersar a radiação solar. Os principais responsáveis pela turbidez são os sólidos suspensos e compostos dissolvidos. Ela depende em grande parte de partículas coloidais originárias de rochas que tenham contato com o corpo d'água.

Não se pode confundir turbidez com cor. A cor da água é um parâmetro que depende fisicamente da difração e reflexão da luz e quimicamente das substâncias dissolvidas. Estas substâncias são em maior parte extratos vegetais como o tanino, ácido húmico e humato (partículas sólidas dissolvidas). Entretanto, substâncias metálicas como o ferro e o manganês também causam cor. A cor é um parâmetro que depende diretamente da entrada de substâncias exógenas no corpo d'água. Tanto a turbidez quanto a cor da água apresentam relação com a série sólida, principalmente a turbidez.

A exemplo de outros parâmetros físico-químicos, a turbidez apresentou um padrão de variação muito pequeno. Os valores encontrados foram baixos, como de certa forma já se podia esperar devido a pequena carga sólida. O valor mais elevado foi detectado no ponto MRN-2 em outubro, (5,60 UNT) e o mais baixo no ponto MRN-1 e MRN-3, ambos em setembro, (2,60 UNT).

Fatores como a própria hidrodinâmica do corpo d'água podem influenciar a variação da turbidez. Pode-se citar o movimento de suspensão das partículas do sedimento, em decorrência do aumento da vazão dos tributários nos períodos de chuva. Vale ressaltar que em nenhum ponto de amostragem a turbidez ultrapassou o limite máximo permitido à classe 2, que é de 100 U.N.T.

frequência destes micróbios em fezes de animais homeotermos e em águas associadas a dejetos animais.

A relação obtida entre os coliformes fecais e os estreptococos fecais é um importante indicador da origem provável das fezes. De uma maneira geral, a ocorrência de estreptococos fecais em água sugere poluição fecal recente, enquanto sua ausência indica pouca ou nenhuma contaminação com fezes de animais homeotermos.

2.5.2.2.2 - Metodologia

Em campo, as amostras de água para os exames bacteriológicos foram coletadas em frascos de vidro previamente esterilizados. Estas amostras foram transportadas para o laboratório sob refrigeração. O tempo decorrido entre a coleta e a semeadura em meios de cultura foi no máximo de 12 horas.

A determinação do número mais provável de coliformes totais, fecais e estreptococos fecais foi feita utilizando-se a técnica de tubos múltiplos, conforme descrito em Standard Methods (APHA-AWWA-WPCF), 1985.

Para a determinação do grupo coliforme, a técnica consiste, essencialmente, na inoculação de diferentes volumes e diluições de cada amostra de água, em 3 séries de 5 tubos de ensaio, contendo tubos de Durham invertidos e 10 ml de caldo lactosado de concentração dupla e simples. Adotou-se o seguinte procedimento: inicialmente 10 ml da amostra foram transferidos para um erlenmeyer contendo 90 ml de água de diluição com tampão fosfato e homogeneizado manualmente. Desta diluição, transferiu-se 10 ml para cada um dos 5 tubos de caldo lactosado duplo, 1 ml para cada um dos 5 tubos de caldo lactosado simples e 0,1 ml para outros 5 tubos de caldo lactosado simples. Foram usados, portanto, neste procedimento, três diferentes volumes da amostra (1; 0,1 e 0,01 ml).

Todos os tubos foram incubados a 35°C durante 24 horas. Após este período foi efetuada a 1ª leitura, retirando-se os tubos de caldo lactosado positivo, isto é, aqueles que apresentaram formação de gás no tubo de Durham. Os tubos negativos foram conservados na estufa por mais 24 horas e, após este período, os tubos positivos foram retirados e os negativos desprezados.

Para a determinação dos coliformes totais foi utilizado o caldo lactosado verde brilhante bile a 2% (C.L.V.B.B.) e para a determinação dos coliformes fecais foi utilizado o meio caldo E.C. De cada tubo de caldo lactosado positivo com 24 ou 48 horas de incubação, foi inoculado um tubo de C.L.V.B.B. e um tubo de caldo E.C.. Para isto, foi utilizada uma alça de platina. Os tubos de C.L.V.B.B. foram incubados a 35 °C durante 48 horas e os que apresentaram formação de gás nos tubos de Durham, após 24 e 48 horas, foram considerados positivos. Os tubos de caldo E.C. foram

incubados em banho-maria a 44,5 °C durante 48 horas e os procedimentos de leitura foram os mesmos usados para os tubos contendo C.L.V.B.B.

Com os dados obtidos, foi feita a determinação do NMP de coliformes totais e fecais. Para isto foi utilizada a tabela de cálculos de número mais provável apresentada no Standard Methods (APHA-AWWA-WPCF), 1985. O número de coliformes foi expresso em NMP por 100 ml.

Os números mais prováveis de estreptococos fecais foram determinados através da metodologia descrita no Standard Methods (op. cit). A técnica consiste também na inoculação de diferentes volumes e diluições de cada amostra de água, em 3 séries de 5 tubos de ensaio contendo o meio azida dextrose (A.D.) dupla e simples.

Os procedimentos de diluição e inoculação da amostra em meio A.D. foram os mesmos feitos para a determinação do grupo coliforme no meio caldo lactosado.

Após a leitura, os tubos positivos do meio A.D. foram inoculados (usando-se alça de platina) no meio metil violeta (M.V.) para a confirmação da existência de estreptococos fecais. As leituras positivas para os meios A.D. e M.V. foram dadas através de suas turvações. A determinação de NMP de estreptococos fecais foi feita, também, usando-se a mesma tabela usada para o grupo coliforme.

2.5.2.2.3 - Resultados e Discussão

Considerando que a deterioração das condições sanitárias constitui problema relevante, já que a água é um recurso natural importante para a manutenção da biota, saúde e bem estar humano, bem como para o equilíbrio ecológico, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) estabeleceu limites do número de coliformes totais e fecais e estreptococos fecais adequados à cada classe ou tipo de uso da água. Dessa maneira, procura-se manter os níveis de qualidade sanitária que deveriam atender às necessidades da comunidade.

A microbiota aquática é de fundamental importância na ciclagem de matéria e energia no meio ambiente. Os microorganismos são encontrados nos extremos da cadeia trófica, fechando o ciclo de passagem de energia pela degradação da matéria orgânica.

Alguns ciclos biogeoquímicos que acontecem na natureza, como a ciclagem do nitrogênio, são totalmente dependentes dos microorganismos. Em nenhum ciclo biogeoquímico eles têm maior participação do que no ciclo do nitrogênio. Nesse ciclo pode-se encontrar representantes de praticamente todos os grupos fisiológicos (autotróficos, heterotróficos, aeróbios, anaeróbios, etc),

que tomam parte em quatro processos básicos: amonificação, nitrificação, desnitrificação e nitrato-amonificação.

Os microrganismos (bactérias) do grupo coliforme são utilizados para se avaliar as condições sanitárias de uma água. Eles atuam como indicadores de poluição fecal, pois ocorrem em grande número na flora intestinal humana e de animais de sangue quente.

A presença de coliformes na água indica poluição com risco potencial da presença de organismos patogênicos e sua ausência é evidência de uma água bacteriologicamente potável, uma vez que são mais resistentes na água que as bactérias patogênicas de origem intestinal.

Na determinação do número mais provável de bactérias do grupo coliforme, é feita a diferenciação entre os coliformes de origem fecal e não fecal. Algumas bactérias do grupo coliforme são encontradas no solo e em vegetais e têm a capacidade de se multiplicar na água com relativa facilidade. Entretanto, constatou-se que entre os coliformes há bactérias que são comprovadamente de origem fecal, não se multiplicando com facilidade no ambiente externo e têm sobrevivência similar à das bactérias patogênicas.

Os resultados das análises bacteriológicas realizadas no presente estudo podem ser vistos nas Tabelas III.2.11 a III.2.13, a seguir.

Pode-se observar que as densidades de coliformes totais é marcadamente superior às de coliformes fecais. Fato semelhante também ocorre quanto aos estreptococos fecais, que também apresentaram densidades superiores que coliformes fecais.

Em relação às bactérias do grupo coliforme predominam coliformes totais (sub-grupo não fecal mais sub-grupo fecal), principalmente o sub-grupo não fecal, ou seja, coliformes de solo, de vegetais, etc. Aquelas do sub-grupo fecal, representadas principalmente pela *Escherichia coli*, apresentaram baixas densidades. Os estreptococos fecais, que não fazem parte do grupo coliforme, também apresentaram densidades superiores aos coliformes fecais.

Devido ao fato de ser ter encontrado mais estreptococos do que coliformes fecais, a relação Coliformes Fecais/Estreptococos Fecais (CF/EF) na maioria dos pontos e campanhas foi menor do que 1,0. Isto indica uma contaminação fecal muito recente, visto que os estreptococos fecais apresentam um limitado tempo de sobrevivência na água. Na maioria das campanhas de amostragem, as densidades observadas para coliformes e para estreptococos foram inferiores ao limite máximo fixado pela legislação. Além disso, este fato também revela que os coliformes fecais encontrados nos corpos d' água estudados são predominantemente de origem não humana.

No mês de novembro, detectou-se nos pontos MRN-2 e MRN-3, densidades de coliformes totais acima de 16.000 NMP/ 100 ml. Representa um valor superior ao limite máximo permitido pelo CONAMA para a Classe 2 (5.000,0 NMP/ 100 ml). Entretanto, como salientado anteriormente, são predominantemente coliformes do sub-grupo não fecal, não representando assim grandes problemas. De uma maneira geral, os ambientes estudados apresentam boa qualidade ambiental no que diz respeito aos organismos do grupo coliforme e estreptococos.

TABELA III.2.11

Parâmetros Bacteriológicos

PONTO DE AMOSTRAGEM: MRN - 1

CAMPANHAS	PARAMETROS (NMP/100 ml)			RELAÇÃO CE/EF
	Coliformes Totais (CT)	Coliformes Fecais (CF)	Estreptococos Fecais (EF)	
	Limite CONAMA *	Limite CONAMA *	Limites CONAMA *	
	5.000,0	1.000,0	-	
26/09/93	340,0	120,0	140,0	0,86
29/10/93	240,00	40,00	140,00	0,29
24/11/93	50,00	4,00	33,00	0,12

(*) Deliberação Normativa 020/86 (Classe 2)

OBS: Relação CE/EF maior que 4,1 indica contaminação por excrementos humanos e menor que 0,7, por excrementos não humanos. Valores intermediários indicam contaminação por excrementos humanos e não humanos, conjuntamente (A.P.H.A., 1985)

TABELA III.2.12

Parâmetros Bacteriológicos

PONTO DE AMOSTRAGEM: MRN - 2

CAMPANHAS	PARAMETROS (NMP/100 ml)			RELAÇÃO CE/EF
	Coliformes Totais (CT)	Coliformes Fecais (CF)	Estreptococos Fecais (EF)	
	Limite CONAMA *	Limite CONAMA *	Limites CONAMA *	
	5.000,0	1.000,0	-	
26/09/93	800,00	270,00	90,00	3,00
29/10/93	1.000,00	220,00	70,00	3,14
24/11/93	>= 16.000,00	2,00	17,00	0,12

(*) Deliberação Normativa 020/86 (Classe 2)

OBS: Relação CE/EF maior que 4,1 indica contaminação por excrementos humanos e menor que 0,7, por excrementos não humanos. Valores intermediários indicam contaminação por excrementos humanos e não humanos, conjuntamente (A.P.H.A., 1985)

TABELA III.2.13

Parâmetros Bacteriológicos

PONTO DE AMOSTRAGEM: MRN - 3

CAMPANHAS	PARAMETROS (NME/100 ml)			RELAÇÃO CE/EF
	Cólliformes Totais (CT)	Cólliformes Fecais (CF)	Estreptococos Fecais (EF)	
	Limite CONAMA *	Limite CONAMA *	Limites CONAMA *	
	5.000,0	1.000,0	-	
26/09/93	700,00	40,00	110,00	0,36
29/10/93	400,00	20,00	220,00	0,09
24/11/93	>= 16.000,00	12,00	500,00	0,02

(*) Deliberação Normativa 020/86 (Classe 2)

OBS: Relação CE/EF maior que 4,1 indica contaminação por excrementos humanos e menor que 0,7, por excrementos não humanos. Valores intermediários indicam contaminação por excrementos humanos e não humanos, conjuntamente (A.P.H.A., 1985)

3 - MEIO BIOLÓGICO

3.1 - Ecossistemas Terrestres

3.1.1 - Vegetação

3.1.1.1 - Considerações Gerais

A MRN localiza-se, em termos fitogeográficos, dentro do Domínio das Terras Baixas Florestadas da Amazônia (Ab' Saber, 1971). Este domínio é caracterizado como sendo marcadamente zonal, de posição equatorial e sub-equatorial. Apresenta planícies de inundação labirínticas e meândricas, tabuleiros de vertentes convexizadas, morros baixos mamelonares ou semi-mamelonizados nas áreas que bordejam a bacia sedimentar amazônica.

Fernandes e Bezerra (1990) preferem utilizar o termo Província Amazônica ou Hiléia Brasileira para a região florestada do Norte do Brasil, sendo que Rizzini (1979) subdivide a Província Amazônica em sub-províncias, estando a área da MRN na subdivisão do Jari-Trombetas, caracterizando-se, segundo o autor, numa região montanhosa de rochas cristalinas com vegetação heterogênea. Braga (1979) cita Prance (1977) utilizando a mesma denominação de Rizzini (1979) para a região em estudo.

Segundo a classificação fitogeográfica do IBGE (1993), que prefere utilizar termos ecológicos-fisionômicos ao invés de regionais, a região da MRN estaria inserida dentro da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas ou Floresta Pluvial Tropical de Terras Baixas, fazendo referência a uma tipologia florestal dependente de alto índice pluviométrico e com uma densa biomassa vegetal.

Com exceção do IBGE (1993), os demais autores fazem referências às diversas tipologias que compõem esta região:

Floresta de Terra Firme: situa-se nas partes mais altas, fora do alcance das enchentes. Fisionomicamente mostra uma paisagem muito uniforme, apesar de, quando estudada em detalhes, apresentar constante variação em relação à composição florística (Braga, 1979). Ocorrem muitas espécies por unidade de área, sem uma nítida predominância de uma ou de algumas delas. A cobertura foliar como um todo renova-se pouco a pouco e não todas de uma vez, sendo em sua maioria constituída por folhas largas. Por este motivo esta vegetação foi denominada por Andrade-Lima (1966) como Floresta perenifólia, latifoliada, higrófila, hileanas amazônicas.

Nesta tipologia vegetal estão as árvores de maior porte como castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa*) e angelim (*Dinizia excelsa*). As famílias Leguminosae, Moraceae e Sapotaceae apresentam grande

riqueza de espécies nestas matas, enquanto as palmeiras, apesar do relativamente pequeno número de espécies, são frequentes, através dos gêneros *Astrocaryum*, *Attalea* e *Geonoma* (Ferri, 1980).

Braga (1979) subdivide este tipo florestal em mata pesada ou densa, mata de cipó, mata aberta de bambu, mata de encosta, campina alta e mata seca, enquanto outros autores colocam estas tipologias a parte, porém concordando quanto às suas características específicas.

Destas fitofisionomias, apenas a mata densa e campina alta, ou campinarana, se fazem presentes na região da MRN. A primeira possui, segundo Braga (1979), grande biomassa, limpa por baixo, desprovida de cipós no solo e nos troncos das árvores e apresenta-se escura no sub-bosque, com ocorrência de espécies adaptadas a baixa iluminação. As campinas altas, ou caatinga alta, ou campinarana possuem biomassa alta, penetração de luz razoável e dossel por volta de 15 m. Tudo indica que constituem um estágio de evolução das campinas baixas, sem que necessariamente estas últimas alcancem como estágio final a campina alta. O nível de espécies endêmicas é alta, as quais apresentam capacidade de sobrevivência em solo de areia pura e lavada (areia quartzosa e podzol hidromórfico).

Floresta de Várzea: biomassa mediana, muito ou pouco iluminada, bastante limpa por baixo. O seu porte é bem menor que o da floresta de terra firme e suas madeiras, em geral, mais moles. Situam-se nas planícies de alagação dos rios de água branca (Fernandes e Bezerra, 1990). Esta fisionomia não foi detectada na área de influência da MRN.

Floresta de Igapó: relativamente pobre em biomassa, vegetação muito especializada com pouca diversidade específica e em algumas áreas rica em endemismo. Epífitas ocorrem em grande número. Há uma grande variação de situações biológicas particulares, microclimáticas e, conseqüentemente, um maior número de adaptações ecológicas. O termo é utilizado para designar áreas com alagação permanente ou não, de águas paradas ou quase paradas. As principais espécies desta tipologia são: *Aldina latifolia* (macucu do igapó), *Astrocaryum jauari* (jauri), *Calophyllum brasiliense* (Jacareúba), entre outras.

Manguezal ou Siriubal: formação vegetal sobre água salobra, pobre em espécies. Acompanha toda a costa, não só da Amazônia, mas de todo o Brasil. Não ocorre na área em estudo.

Área não Florestal: . campo de várzea
 . campo de terra firme ou savana
 . campinas
 . vegetação serrana baixa

Também não se fazem presentes na região de Porto Trombetas.

Segundo o Projeto RADAMBRASIL (1976) na folha de Santarém, onde está inserida a área da MRN, a floresta tropical densa da região ocorre em dois ecossistemas distintos: floresta das baixas altitudes, ocupando os terraços do Quaternário e os platôs do Terciário; e floresta submontana que ocupa áreas do Paleozóico e do Pré-cambriano.

A primeira tipologia é apontada para a área em estudo e apresenta as espécies *Dinizia excelsa*, *Bertholletia excelsa* e *Cedrelunga catanaeformis*, como características do estrato emergente, e *Manilkara* spp., *Protium* spp. e *Pouteria* spp, no estrato intermediário.

Os ecossistemas dos baixos platôs possuem solos com estrutura pesada (argilosos) com elevada ocorrência de abiuranas (*Pouteria* spp.), matamatás (*Escheweilera* spp.), louros (*Ocotea* spp. e *Aniba* spp.) ucuúbas (*Virola* spp. e *Iryanthera* spp.) e macucus (*Licania* spp. e *Aldina* spp.). Porém, as espécies que melhor caracterizam estes ecossistemas são: acariquara-roxa, breu (*Protium* spp.), sucupira (*Diplotropis* sp.), castanheiras e cupiúbas, seguidas de mandioqueiras (*Qualea* spp.), maçarandubas e cordeiro. Para as árvores de CAP maior ou igual a 1 m foi encontrado um volume médio de 107 m³/ha, com mais ou menos 59 indivíduos.

Este mesmo relatório cita ainda a ocorrência, para a região representada na folha de Santarém, das formações de savana, savana arbórea, savana arbórea aberta, savana parque e floresta tropical aberta. Esta última é definida como uma floresta degradada onde as copas não se tocam, às vezes dominadas por cipós ou estão com ocorrência de palmeiras, principalmente *Orbiguia martiana* (babaçu). Nenhuma destas ocorre na área da MRN.

Especificamente na área da MRN foram realizados inventários florestais pelo INPA (1982), que caracteriza a área como relativamente homogênea e pela FCAP (1991) que coloca o tipo florestal como semelhante a uma floresta aberta devido a pouca frequência de árvores com DAP > 45 cm.

Pereira e Knowles (1986) definem a cobertura vegetal nativa da MRN como floresta sempre verde, primitiva, heterogênea, clímax com árvores latifoliadas, palmeiras, cipós e bambus. As árvores dominantes atingem o máximo de 45 m com média em torno de 30m.

Ferreira (1980) apresenta uma longa lista de espécies coletadas na bacia do rio Trombetas e seus afluentes, indicando data, habitat e local de coleta, representando um trabalho de grande utilidade como instrumento básico para qualquer estudo relacionado à cobertura vegetal na região. Porém não introduz nenhuma conceituação a mais sobre as características da vegetação.

3.1.1.2 - Metodologia

Para a caracterização da cobertura vegetal da área de influência do Projeto de Expansão da MRN foram realizadas consultas às publicações científicas, relatórios técnicos e de divulgação da própria mineradora e de terceiros, entrevistas com pessoal técnico da empresa e de prestadoras de serviço, visita ao Herbário do INPA em Manaus e campanha de campo no período de 7 a 21 de outubro de 1993.

Durante os trabalhos de campo toda a área foi percorrida, caracterizando-se de forma geral os principais aspectos da estrutura florística e fisionômica da vegetação nativa e das áreas em reabilitação, bem como uma avaliação preliminar do processo de revegetação.

Nas áreas de interesse direto realizou-se amostras sistemáticas para auxiliar na caracterização fitossociológica e do potencial madeireiro da área. Foram demarcadas através do método de parcelas um total de 35 amostras de 100 x 10 m, totalizando 3,5 ha de área amostrada. A distribuição das parcelas se deu da seguinte forma: 10 em cada um dos platôs (Papagaio e Periquito), 10 sob a linha da futura correia transportadora e 5 em áreas reabilitadas, escolhendo-se locais onde a revegetação apresentava-se mais exuberante.

Como parâmetros de exclusão para amostra, usou-se o valor mínimo de 30 cm de CAP para a formação florestal e de 15 cm para as áreas reabilitadas. As lianas foram consideradas em conjunto sem a preocupação de identificação da espécie. Também os indivíduos mortos foram amostrados, considerando-os como uma classe em separado.

Em cada parcela foram demarcadas duas sub-parcelas de 5 x 2 m (10 m²) no total de 700 m², onde foram considerados apenas os indivíduos não amostrados nas parcelas, ou seja, os de CAP < 30 cm para a floresta e os de CAP < 15 cm nas áreas reabilitadas. Esta amostra auxiliou no entendimento do processo de dinâmica da regeneração natural e da sinúsia herbácea/arbustiva tanto na floresta como na área de reabilitação.

Medidas de espessura do "litter" foram tomadas ao acaso em algumas parcelas, apenas para se ter uma idéia da sua disposição no solo.

Os dados das parcelas amostradas em ambientes de floresta foram todos analisados em conjunto caracterizando-se a vegetação nativa sob futuro impacto como um todo, não havendo a preocupação de separar possíveis comunidades distintas. No caso desta ocorrência são apresentados ao longo do texto os devidos comentários.

As parcelas amostradas em reabilitação foram locadas em áreas onde foi utilizado o processo de escarificação e colocação de solo orgânico sobre a superfície reabilitada há mais ou menos 10 anos. Em quatro das cinco parcelas amostradas, além desse processo, plantou-se mudas de essências nativas e exóticas e somente uma das parcelas foi demarcada onde atuou a regeneração natural, sendo esta uma área de reduzida extensão. Estas duas áreas foram analisadas separadamente para melhor caracterizar o processo de reabilitação. No caso da área de regeneração natural a análise foi realizada apenas para se ter uma idéia geral, pois apenas uma parcela não fundamenta nenhum detalhamento.

Para a área de floresta de terra firme e de revegetação com plantio elaborou-se a curva do incremento no número de espécies em função do aumento da área amostrada (curva espécie x área).

Os dados coletados para cada indivíduo amostrado foram: circunferência à altura do peito (CAP) com o uso de fita métrica, estimativa da altura total e do fuste com o auxílio de uma vara de 5 m e identificação das espécies através do nome vulgar dado pelos técnicos práticos ("mateiros") da MRN, anotando-se as principais características morfológicas de cada uma para posterior verificação junto ao herbário do INPA e de levantamentos florísticos anteriormente realizados na área da mineração. Também utilizou-se as seguintes referências bibliográficas: Corrêa (1969), Cavalcante (1976), Rizzini (1978), Loureiro et al (1979) e Lorenzi (1992).

Este método de identificação das espécies certamente apresenta uma margem de erro, daí, por segurança, o grande número de "cf.", indicando a dúvida em se tratar realmente daquela espécie relacionada. As árvores de potencial madeireiro com CAP maior que 130 cm tiveram seu fuste classificado num valor de 1 a 3, conforme seu potencial de fornecimento de toras de 4 m, denominado de qualidade de fuste. Para tanto, utilizou-se os critérios empregados no trabalho do INPA (1992): 1 para aquelas que apenas poderiam fornecer uma tora de 4 m de tamanho, 2 para as possíveis de fornecer duas toras e 3 para as com possibilidade de fornecer 3 ou mais toras. A média destes valores para cada espécie é apresentada em tabela.

Os parâmetros analisados para as espécies e famílias foram: densidade, frequência e dominância, absolutas e relativas, sendo que o somatório destes últimos aponta o índice de Valor de Importância (IVI). Calculou-se o índice de diversidade de Shannon para cada área amostrada e a similaridade entre elas foi feita pelo índice de Jaccard. Todos estes parâmetros são descritos com detalhes em Mueller-Dombois e Ellemberger (1974), Braun-Blanquet (1979) e Martins (1991), dispensando maiores descrições no presente trabalho.

As espécies e famílias amostradas são apresentadas em tabelas onde estão ordenadas de forma decrescente em relação ao IVI. Para cada espécie estão indicados seus principais valores absolutos e relativos e suas alturas mínima, média e máxima.

Os dados de altura e circunferência são mostrados em gráficos de intervalos de classes para melhor visualização da estrutura fisionômica das fitocenoses.

A avaliação do potencial madeireiro foi desenvolvido através do cálculo de volume das principais espécies, utilizando-se a fórmula descrita no RADAMBRASIL (1976): $V=0,7 \times (H.C)^2/4$ l, onde o fator de forma de 0,7 é retirado de Heinsdijk (1960), sendo uma média geral para as madeiras. Para algumas espécies este valor de forma foi substituído por valores encontrados pelo levantamento florestal desenvolvido pela missão FAO (1973), caso as referidas espécies estivessem mencionadas. Porém, certamente estes valores apresentam alguma margem de erro já que não se realizou cubagem das árvores na área da MRN e o valor de Heinsdijk (1960) é uma média bastante ampla, enquanto os da FAO podem não ser válidos especificamente para a área em estudo. Mas a partir destes se tem uma idéia razoável do volume total de madeira disponível.

As potencialidades de uso de cada espécie foram levantadas junto aos "mateiros" e em consulta à literatura especializada: Rizzini (1978), Loureiro et. (1979), Loureiro e Lisboa (1979), INPA (1991) e AIMEX (1993).

3.1.1.3 - Características Estruturais e Fisionômicas

Dentro das conceituações anteriormente definidas encontrou-se na área sob influência da MRN as formações de floresta de terra firme, floresta de igapó e campinarana.

A Floresta de Terra Firme, ou Ombrófila Densa, cobre toda a área dos platôs ainda não minerados, suas bordas e amplas áreas arredor. Caracteriza-se pela grande biomassa vegetal, por um dossel em torno de 30 m de altura, onde predominam as abiuranas (*Pouteria* spp.) e breus (*Protium* spp.), e pela presença de árvores emergentes com até 45 m, onde se destaca o angelim pedra (*Dinizia excelsa*). O sub-bosque, apesar de "limpo", apresenta grande densidade de palmeiras, principalmente muru-muru (*Astrocaryum* sp) e indivíduos jovens de bacaba (*Oeonocarpus bacaba*). Nas margens do curso superior dos igarapés e em suas nascentes, onde se formam solos brejosos, as árvores se apresentam com menor porte e em menor diversidade, destacando-se a abiurana do brejo (*Pouteria* sp), açai (*Euterpe oleracea*) e andiroba (*Carapa guianensis*).

Inventário florestal realizado na área do platô Saracá pelo INPA (1982) indicou uma densidade de 145,9 ind/ha para árvores com DAP (diâmetro à altura do peito) (\geq) 20 cm, uma área basal de 17,983 m²/ha e o volume de madeiras de 193,177 m³/ha, com 291 espécies amostradas, caracterizando a área como relativamente homogênea. No mesmo platô, o inventário realizado pela Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP, 1991), considerando árvores DAP \geq 15 cm encontrou o volume total de 574,058 m³/ha, com um total de 210 espécies amostradas. Identifica a vegetação como semelhante a

uma floresta aberta devido à pouca frequência de árvores com DAP > 45 cm e sub-bosque formado por grande quantidade de *Oeonocarpus bacaba*, além de outras espécies de palmeiras.

A formação de campinarana ocorre sobre um bolsão de areia quartzosas em área conhecida como km 5 e 6 apresentando-se com um porte mais baixo (em torno de 15 m de altura) e menor diversidade específica. Ressalta-se a maior presença da família Myrtaceae.

Nas águas pouco profundas e quase paradas como no lago Batata e igarapé Água Fria ocorre a mata de igapó com baixíssima diversidade de espécies, havendo dominância da cuiarama do igapó (espécie não identificada da família Lecythidaceae).

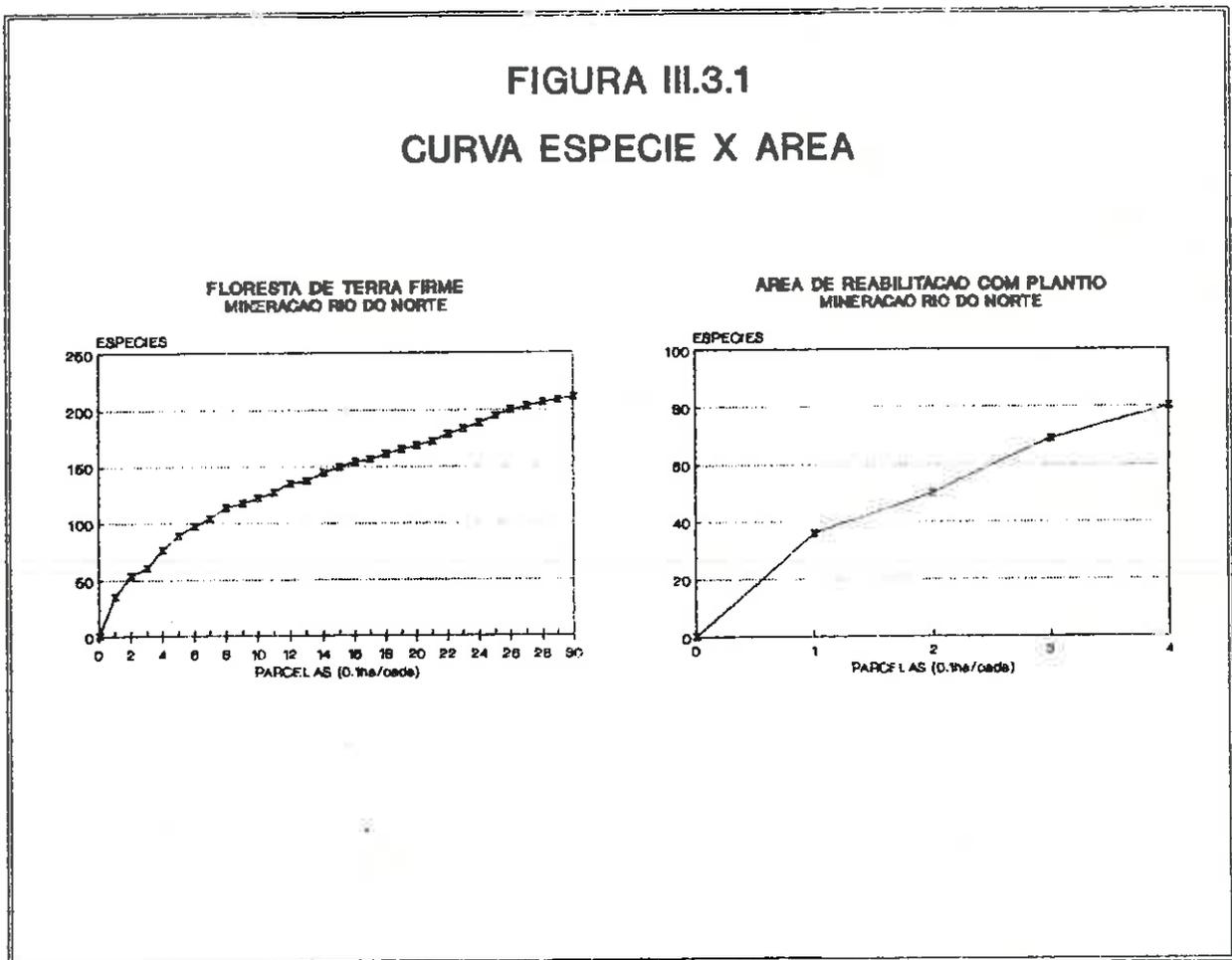
No platô Saracá, onde atualmente se desenvolvem os trabalhos de exploração minerária, encontram-se áreas em diferentes etapas do processo exploratório. Existem desde áreas ainda não desmatadas, incluindo Saracá III neste projeto de expansão, até áreas já exauridas, reabilitadas há mais ou menos 10 anos e que atualmente encontram-se cobertas por uma vegetação com altura máxima em torno de 10 m. Estes processos de recuperação das áreas mineradas são melhor detalhados no item sobre impacto ambiental e medidas mitigadoras.

A vegetação das áreas em estágio mais avançado de reabilitação, assim como a cobertura vegetal das áreas dos platôs Periquito e Papagaio e ao longo do alinhamento da correia transportadora, foi amostrada através do método de parcelas. Objetivou-se uma melhor caracterização destas fitocenoses em relação a seus aspectos fitossociológicos e potencial madeireiro e, no caso das áreas reabilitadas, promover um aspecto de avaliação do processo de revegetação empregado na área.

As amostras da floresta de terra firme dos platôs e seus arredores foram analisadas em conjunto por apresentarem semelhança tanto no aspecto florístico como fisionômico. Nas áreas de reabilitação foram realizadas 5 parcelas sendo que 4 em áreas de revegetação através de plantio e apenas uma foi amostrada em área de regeneração natural, onde não foi realizado nenhum plantio.

O tamanho da amostra mostrou-se insuficiente para abarcar uma significativa representatividade do universo florístico existente em qualquer das três áreas. A Figura III.3.1 mostra a curva do incremento no número de espécies em função do aumento da área amostrada.

FIGURA III.3.1
CURVA ESPECIE X AREA



Para a floresta de terra firme a curva inicia um leve processo de estabilização, indicando que com pouco mais haveria uma suficiência na amostra em representar o total de espécies ali existentes. Para a área de reabilitação através de plantio, a curva não demonstrou nenhuma tendência à estabilização não só devido ao pequeno tamanho da amostra, mas também refletindo uma característica da técnica de plantio onde agrupou-se indivíduos da mesma espécie em certos locais, acentuando a diferença entre parcelas.

Para a área de regeneração natural, não foi feita curva espécie x área, pelo fato de ter sido amostrada apenas uma parcela. Os dados gerais das amostras são apresentados na Tabela III.3.1, onde é possível se perceber a grande diferença existente entre a área de floresta nativa e as áreas reabilitadas. Mesmo considerando a diferença no tamanho da área amostrada, o número de espécies, a diversidade e a dominância (209 espécies, 4,61 nats/indivíduo e 44,90 m²/ha, respectivamente) da floresta de terra firme foram bem superiores aos valores das áreas reabilitadas. O comportamento contrário apresentado em relação à densidade (513,67 ind./ha na floresta, contra 1050,00 na área plantada e 1250,00 ind./ha na regeneração natural) se deve à diferença no CAP mínimo amostrado para cada área (30 cm na floresta e 15 cm nas áreas reabilitadas).

TABELA III.3.1

**Principais Dados das Vegetação Amostrada
Mineração Rio do Norte, Porto Trombetas/PA**

Parâmetros	Unidade	F1.T. Firme	Plantio	Reg.Nat.
Área amostrada	ha	3.0	0.4	0.1
Num, indivíduos		1541	420	125
Espécies amostradas		209	79	22
Famílias amostradas		51	32	13
Densidade	ind/ha	1050.67	1050.00	1250.00
Dominância	m ² /ha	44.90	12.92	13.52
Ind, jovens	ind/m ²	3.69	1.72	1.20
P1, her./arbustivas	ind/m ²	0.29	0.67	0.30
Lianas	%	1.82	0	2.40
Ind, mortos	%	4.02	4.52	12.09
Diversidade	H'	4.61	3.75	2.67

A maior média de indivíduos jovens por metro quadrado presentes no sub-bosque correspondeu a floresta de terra firme (3,69 ind/m²) e o menor na regeneração natural (1,20 ind/m²), enquanto as plantas herbáceas se fizeram mais presentes na área de plantio (0,67 ind/m²) e em menor quantidade na regeneração natural (0,30 ind/m²). A maior porcentagem de lianas (2,4%) e de mortas (12,09%) foi apresentada pela área de regeneração natural, enquanto na área de plantio não houve nenhuma amostra de indivíduos lianas e na floresta de terra firme a menor taxa de mortos (4,02%).

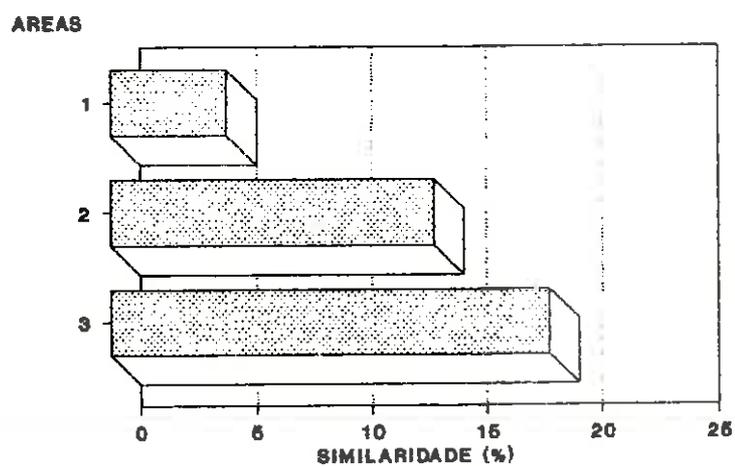
Comparando-se as duas áreas de reabilitação (onde houve plantio e a de regeneração natural), encontra-se uma diversidade maior no plantio (3,75 nats/ind contra 2,67), enquanto a dominância e densidade se mostraram superiores na regeneração natural (13,52 m² /ha contra 12,92 e 1250 ind./ha contra 1050, respectivamente).

Em termos florísticos as três áreas apresentam baixa similaridade entre elas (Figura III.3.2). A maior similaridade ficou entre a área de plantio e a regeneração natural, com 19% de espécies em comum. Esta maior similaridade, apesar de ainda baixa, se deve principalmente às espécies típicas de áreas abertas (clareiras) que colonizaram não só a área de regeneração natural mas também as áreas plantadas, nascendo espontaneamente entre as mudas.

A similaridade de 14% entre a floresta de terra firme e a área de plantio está relacionada ao fato das mudas ali plantadas serem selecionadas da própria floresta, com algumas poucas exceções. Porém o número de espécies da floresta é muito alto em relação ao número de espécies utilizadas no plantio, daí a baixa similaridade.

A menor similaridade apresentada entre a floresta de terra firme e a regeneração natural é devida à presença nesta segunda área exclusivamente de espécies exigentes de ambientes com grande intensidade luminosa para que ocorram nas florestas em áreas de clareiras, sendo que algumas delas exigem extensas áreas ensolaradas, como é o caso da maioria das espécies de Cecropia. A seguir apresenta-se descrição mais detalhada das áreas amostradas.

FIGURA III.3.2
SIMILARIDADE ENTRE AREAS
MINERACAO RIO DO NORTE



LEGENDA - AREAS

- 1 - FLORESTA DE TERRA FIRME x REGENERACAO NATURAL
- 2 - FLORESTA DE TERRA FIRME x REABILITACAO COM PLANTIO
- 3 - REABILITACAO COM PLANTIO x REGENERACAO NATURAL

3.1.1.3.1 - Floresta de Terra Firme

Esta tipologia é a cobertura vegetal que encontra-se na maior parte da Amazônia, apresentando certa uniformidade em sua fisionomia mas variando bastante em seu aspecto florístico de local para local (Braga, 1979).

Foram amostrados 3 ha em 30 parcelas, sendo 10 no platô Papagaio, 10 no Piriquito e 10 ao longo da linha da correia transportadora entre os platôs Saracá e Papagaio. Duas parcelas desta última série foram marcadas sobre uma área brejosa, em área de afloramento do lençol freático. Apesar de apresentarem composição florística e estrutura fisionômica diferenciadas das demais, foram agrupadas e analisadas em conjunto com todas outras. Este procedimento foi adotado em função do objetivo de se caracterizar a área sob impacto direto da mineração como um todo, não havendo a preocupação de distinguir diferentes comunidades, o que demandaria um estudo mais longo, com maiores detalhes e com diferente método.

Foram amostrados 1541 indivíduos de CAP \geq 30 cm, correspondendo a uma densidade de 513,67 ind/ha, pertencentes a 209 espécies e 51 famílias. A densidade encontrada quando comparada com as levantadas pelos inventários do INPA (1982) e FCAP (1991) mostra valores maiores em relação ao platô Saracá, mesmo não considerando os mortos, lianas e a família *Arecaceae* (*Palmae*), os quais não foram considerados nestes trabalhos. Para indivíduos com DAP \geq 20 cm (diâmetro mínimo no trabalho do INPA) foram amostrados 203,33 ind./ha contra 145,9 do INPA, 39,36% maior. Para indivíduos de DAP \geq 10 cm (diâmetro do trabalho do FCAP), houve um valor 6,4% maior. A diferença com este último não apresenta significância, o mesmo não acontecendo com o INPA. Esta diferença pode estar relacionada com efeito de borda que é aumentado nas parcelas menores.

A espécie que apresentou a maior densidade foi *Oenocarpus bacaba* (bacaba) (4,35% dos indivíduos amostrados), seguida por *Piper* sp.1 (jacami) (3,63%) e *Eschweilera odora* (matamatá branco) com densidade relativa de 3,63%. Quando se soma a estes dados os valores de dominância (área basal) e de frequência relativas, calculando-se o Índice de Valor de Importância (IVI) esta relação modifica-se consideravelmente.

Como apresentado na Tabela III.3.2, a espécie de maior IVI na área amostrada é *Dinizia excelsa* (angelim pedra, IVI=12.17), em função da grande dimensão de seus troncos que alcançam CAP de até 735 cm, resultando numa grande dominância. A seguir, vem a espécie *Eschweilera odora* (matamatá branco) com IVI de 9,92, cf. *Chrysophyllum* (abiurana vermelha da folha miúda) (IVI=8,16) e *Oenocarpus bacaba* (bacaba) (IVI=7,95).

Os dados de IVI agrupados em classes (Figura III.3.3) representam a grande heterogeneidade da estrutura florística da floresta em estudo. Mais de 65% das espécies amostradas apresentam índice de importância menor que 1 e apenas uma (angelim pedra) apresenta o IVI maior que 10.

TABELA III.3.2 - Espécies amostradas em floresta de terra firme em ordem decrescente de IVI. Mineração Rio do Norte, Porto Trombetas, Pará

ESPÉCIE	FAMÍLIA	nome vulgar	Dens.A. (ind/ha)	Freq.A. %	Dom.A. (m ² /ha)	Den.R. %	Fre.R. %	Dom.R. %	IVI	ALTURA (m)		
										mín	méd	máx
<i>Dintzia excelsa</i>	LEGUMINOSAE-MIM.	angelim pedra	1.67	16.67	5.49	0.32	0.50	11.35	12.17	45.20	46.0	
<i>Eschweilera odora</i>	LECYTHIDACEAE	mata mata branco	16.33	80.00	2.11	3.18	2.38	4.36	9.92	7.0	22.86	
cf. <i>Chrysophyllum</i> sp.	SAPOTACEAE	abiurana vermelha folha miúda	14.00	56.67	1.81	2.73	1.68	3.75	8.16	7.0	24.21	
<i>Oenocarpus bacaba</i>	ARBACEAE	baeaba	22.33	83.33	0.54	4.35	2.48	1.12	7.95	5.0	14.75	
<i>Pouteria</i> sp.1	SAPOTACEAE	abiurana amarelo	13.33	53.33	1.12	2.60	1.59	2.31	6.49	9.0	24.28	
<i>Chrysophyllum pruriens</i>	SAPOTACEAE	abiurana vermelha	9.33	43.33	1.55	1.82	1.29	3.20	6.31	14.0	25.46	
<i>Geissospermum sericeum</i>	APOCYNACEAE	quinarana	10.00	56.67	1.26	1.95	1.68	2.61	6.24	5.0	19.83	
<i>Piper</i> sp.1	PIPERACEAE	jacami	18.67	56.67	0.26	3.63	1.68	0.55	5.87	4.0	10.62	
<i>Pouteria engleri</i>	SAPOTACEAE	abiurana casca grossa	9.67	60.00	1.00	1.88	1.78	2.07	5.73	8.0	25.86	
<i>Micropholis guianensis</i>	SAPOTACEAE	muraiceia / rosadinho	9.67	66.67	0.90	1.88	1.98	1.86	5.72	8.0	23.41	
<i>Eugenia</i> sp.	MYRTACEAE	murta branca / murta preta	14.67	70.00	0.34	2.86	2.08	0.71	5.65	8.0	15.73	
<i>Feltusa</i> sp.	SAPOTACEAE	abiurana vermelha folha grande	10.67	66.67	0.62	2.08	1.98	1.28	5.34	6.0	21.07	
<i>Protium apiculatum</i>	BURSERACEAE	breu vermelho	13.33	63.33	0.32	2.60	1.88	0.66	5.14	8.0	16.98	
<i>Hevea guianensis</i>	EUPHORBIACEAE	seringa itauba / seringueira	8.00	56.67	0.84	1.56	1.68	1.73	4.97	10.0	26.96	
<i>Couepia</i> sp.	CHRYSOBALANACEAE	cariperana	9.33	66.67	0.49	1.82	1.98	1.02	4.82	3.0	21.00	
<i>Licania latifolia</i>	CHRYSOBALANACEAE	maucou vermelho	12.00	60.00	0.31	2.34	1.78	0.64	4.76	6.0	17.47	
<i>Goupia glabra</i>	CELASTRACEAE	cupiúba	2.67	23.33	1.66	0.52	0.69	3.44	4.65	18.0	32.25	
<i>Piper</i> sp.2	PIPERACEAE	jameca / jacami preto	11.00	50.00	0.36	2.14	1.49	0.74	4.37	7.0	15.61	
<i>Pouteria surinamensis</i>	SAPOTACEAE	abiurana branco	8.33	53.33	0.53	1.62	1.59	1.10	4.31	10.0	21.56	
<i>Tetragastris panamensis</i>	BURSERACEAE	breu preto	9.67	60.00	0.30	1.88	1.78	0.63	4.30	7.0	18.93	
<i>Guatteria cf. proocera</i>	ANNONACEAE	envira pindaíba preta	9.33	63.33	0.25	1.82	1.88	0.52	4.22	7.0	19.21	
<i>Minquartia guianensis</i>	OLACACEAE	acariguara	4.33	30.00	1.05	0.84	0.89	2.16	3.90	7.0	23.77	
<i>Pouteria</i> sp.2	SAPOTACEAE	abiurana do brejo	8.00	3.33	0.95	1.56	0.10	1.96	3.61	9.0	20.46	
<i>Hymenolobium sericeum</i>	LEGUMINOSAE-PAP.	angelim da mata	1.33	13.33	1.43	0.26	0.40	2.95	3.61	9.0	26.00	
<i>Duguetia</i> sp.	ANNONACEAE	envira preta casca lisa	7.00	46.67	0.18	1.36	1.39	0.37	3.12	6.0	18.14	
<i>Eschweilera amara</i>	LECYTHIDACEAE	mata mata vermelho	5.33	40.00	0.29	1.04	1.19	0.60	2.82	9.0	24.19	
cf. <i>Havetiopsis</i>	CLAUSACEAE	apui	2.00	13.33	0.93	0.39	0.40	1.91	2.70	10.0	25.50	
<i>Swartzia corrugata</i>	LEGUMINOSAE-PAP.	coração de nego / gombreira preta / pau preto	4.33	36.67	0.26	0.84	1.09	0.54	2.47	14.0	23.70	
<i>Cariniana micrantha</i>	LECYTHIDACEAE	tauari coco	0.67	6.67	1.00	0.13	0.20	2.07	2.40	35.0	38.50	
<i>Mouriri plasschaertii</i>	MELASTOMATACEAE	meruba / murauba	4.67	33.33	0.21	0.91	0.99	0.44	2.34	9.0	19.71	
<i>Pouteria lasiocarpa</i>	SAPOTACEAE	abiurana casca fina	5.33	33.33	0.15	1.04	0.99	0.31	2.34	7.0	18.75	
<i>Sacoglottis mato grossensis</i>	HUMIRIACEAE	axua / axua de morcego	4.67	30.00	0.25	0.91	0.89	0.52	2.32	9.0	23.29	
<i>Inga velutina</i>	LEGUMINOSAE-MIM.	inga vermelho	4.00	36.67	0.17	0.78	1.09	0.36	2.23	8.0	20.50	
<i>Couepia longipendula</i>	CHRYSOBALANACEAE	castanha de galinha	4.33	30.00	0.22	0.84	0.89	0.46	2.20	12.0	19.15	
<i>Osteophloeum platysperum</i>	MYRISTICACEAE	ucubarana	4.33	33.33	0.15	0.84	0.99	0.32	2.15	12.0	19.85	
<i>Protium</i> sp.	BURSERACEAE	breu amarelo	4.33	30.00	0.13	0.84	0.89	0.27	2.01	11.0	16.38	
<i>Sterculia pruriens</i>	STERCULIACEAE	NIXA	4.00	33.33	0.10	0.78	0.99	0.21	1.98	6.0	19.83	

CONTINUAÇÃO

ESPÉCIE	FAMÍLIA	nome vulgar	Dens.A. (ind/ha)	Freq.A. (%)	Dom.A. (m ² /ha)	Den.R. (%)	Fre.R. (%)	Dom.R. (%)	IVI	AL T U R A (m)		
										mín	máx	
<i>Eperua cf. duckeana</i>	LEGUMINOSAE-CEAS.	mutapiranga folha miúda	3.00	26.67	0.25	0.58	0.79	0.52	1.89	14.0	26.89	40.0
<i>Ocotea myriantha</i>	LURACEAE	louro abacafé	2.33	20.00	0.39	0.45	0.59	0.81	1.86	17.0	27.71	40.0
<i>Licania miterantha</i>	CHRYSOBALANACEAE	farinha seca / parapanari	2.67	26.67	0.26	0.52	0.79	0.53	1.84	18.0	26.25	33.0
<i>Brosimum sp.</i>	MORACEAE	janita / muiatinga preta	3.33	30.00	0.15	0.65	0.89	0.30	1.84	10.0	19.00	30.0
<i>Licania egleri</i>	CHRYSOBALANACEAE	caripe de vidro	3.00	26.67	0.22	0.58	0.79	0.45	1.83	9.0	18.67	29.0
<i>Guarea trichilioides</i>	MELIACEAE	jatauba	3.67	26.67	0.15	0.71	0.79	0.31	1.82	13.0	22.27	29.0
<i>Tocypellium manuense</i>	LURACEAE	louro preto	3.67	30.00	0.10	0.71	0.89	0.21	1.81	12.0	18.91	28.0
<i>Tachigalia myrmecophylla</i>	LEGUMINOSAE-CEAS.	tachi pitomba	2.33	23.33	0.30	0.45	0.69	0.63	1.78	8.0	26.57	40.0
<i>Psidium sp.</i>	MYRTACEAE	arçoa goiaba	3.67	26.67	0.12	0.71	0.79	0.25	1.76	8.0	16.64	28.0
<i>Miconia sp.2</i>	MELASTOMATACEAE	mara mara vermelho	3.33	30.00	0.10	0.65	0.89	0.20	1.74	6.0	14.80	28.0
<i>Pouteria sp.3</i>	SAPOTACEAE	abiurana vermelha casca arrepriada	3.00	23.33	0.17	0.58	0.69	0.36	1.64	14.0	24.33	30.0
<i>Holopyxidium jarana</i>	LECYTHIDACEAE	jarana / ajarana	2.67	26.67	0.15	0.52	0.79	0.30	1.62	9	19.38	37
<i>Buchenavia huberi</i>	COMBRETACEAE	cuirarana	0.67	6.67	0.62	0.13	0.20	1.28	1.61	25.0	25.00	25.0
<i>Brosimum parinarioides</i>	MORACEAE	amapa	1.67	16.67	0.38	0.32	0.50	0.78	1.60	22.0	32.60	40.0
<i>sp.1</i>	LEGUMINOSAE-MIM.	fava	1.00	6.67	0.56	0.19	0.20	1.16	1.55	34.0	37.00	43.0
<i>Tovomitia macrophylla</i>	CLUSTACEAE	manguirana	3.00	23.33	0.10	0.58	0.69	0.21	1.49	7.0	14.67	25.0
<i>Dialium guianensis</i>	LEGUMINOSAE-CEAS.	jutai porroca	2.00	20.00	0.22	0.39	0.59	0.46	1.45	23.0	28.50	32.0
<i>Rouleria cf. calliophylla</i>	LINACEAE	quaruba branca / pau gaivota / areuá	4.33	13.33	0.10	0.84	0.40	0.21	1.45	10.0	17.00	26.0
<i>Duckesia sericea</i>	HUMIRIACEAE	uchi coroa	1.33	13.33	0.38	0.26	0.40	0.78	1.43	20.0	28.25	40.0
<i>Qualea sp.</i>	VOCHYSIACEAE	quaruba amarela	3.00	23.33	0.06	0.58	0.69	0.13	1.41	8.0	16.78	25.0
<i>Virola cf. surinamensis</i>	MYRISTICACEAE	ucueba mama de moça/ ucueba branca	0.67	6.67	0.52	0.13	0.20	1.07	1.40	37.0	38.50	40.0
<i>Vismia cf. duckei</i>	CLUSTACEAE	lacre vermelho	2.33	23.33	0.12	0.45	0.69	0.25	1.39	9.0	19.71	30.0
<i>Guatteria sp.3</i>	ANNONACEAE	envira catinga de porco	2.67	26.67	0.03	0.52	0.79	0.05	1.37	6.0	10.63	25.0
<i>Aniba cf. per mollis</i>	LURACEAE	louro rosa	2.33	23.33	0.08	0.45	0.69	0.17	1.32	11.0	16.14	27.0
<i>Lecythis usitata</i>	LECYTHIDACEAE	sapucaia / castanha sapucaia	1.33	13.33	0.32	0.26	0.40	0.66	1.32	10.0	22.25	40.0
<i>Endopleura uchi</i>	HUMIRIACEAE	uchi liso / uichi pucu	1.00	10.00	0.39	0.19	0.30	0.81	1.31	30.0	36.00	40.0
<i>Nectandra sp.</i>	LURACEAE	louro inhamui	1.67	13.33	0.27	0.32	0.40	0.57	1.29	6.0	21.60	42.0
<i>Dipteryx odorata</i>	LEGUMINOSAE-PAP.	cumaru amarelo /verdadeiro	1.00	10.00	0.37	0.19	0.30	0.76	1.25	27.0	31.67	38.0
<i>sp.13</i>	NI	anjá / anajarana	2.33	23.33	0.03	0.45	0.69	0.06	1.20	8.0	11.14	16.0
<i>Pithecolobium jupunba</i>	LEGUMINOSAE-MIM.	angelim bordado / fava mapuchiqui	1.67	16.67	0.18	0.32	0.50	0.38	1.20	7.0	21.60	38.0
<i>Jessenia batana</i>	ARECACEAE	pataú	3.00	13.33	0.10	0.58	0.40	0.21	1.19	7.0	16.00	20.0
<i>Ouratea ferruginea</i>	OCHNACEAE	uchi de morcego	1.33	13.33	0.22	0.26	0.40	0.45	1.11	24.0	26.25	29.0
<i>Guarea sp.2</i>	MELIACEAE	jatua vermelho	2.33	16.67	0.07	0.45	0.50	0.15	1.10	12.0	20.00	27.0
<i>Furterpe oleracea</i>	ARECACEAE	ayai	3.67	6.67	0.08	0.71	0.20	0.16	1.07	8.0	16.36	28.0
<i>Escheveiera sagotiana</i>	LECYTHIDACEAE	mata mata cí	2.67	13.33	0.07	0.52	0.40	0.14	1.05	11.0	22.13	26.0
<i>Hymenaea cf. parviflora</i>	LEGUMINOSAE-CEAS.	jatoba mirim /jutai mirim	1.00	6.67	0.32	0.19	0.20	0.66	1.05	33.0	34.67	36.0
<i>Inga cf. falcistipula</i>	LEGUMINOSAE-MIM.	inga branco /inga xixica da varzea	2.00	20.00	0.03	0.39	0.59	0.06	1.04	6.0	16.17	27.0

CONTINUAÇÃO

ESPÉCIE	FAMÍLIA	nome vulgar	Dens.A. (ind/ha)	Freq.A. %	Dom.A. (m ² /ha)	Den.R. %	Fre.R. %	Dom.R. %	IVI	ALTURA (m)		
										mín	méd	máx
<i>Dipteryx magnifica</i>	LEGUMINOSAE-PAP.	cumaru rosa	1.00	10.00	0.26	0.19	0.30	0.54	1.03	25.0	27.00	31.0
<i>Theobroma sylvestris</i>	STERSULIACEAE	cacaurana	2.00	20.00	0.02	0.39	0.59	0.04	1.03	6.0	7.00	9.0
<i>Trattinickia burserifolia</i>	BURSERACEAE	breu sucuruba	1.33	13.33	0.17	0.26	0.40	0.35	1.00	26.0	31.25	40.0
<i>Tetragastris trifoliolata</i>	BURSERACEAE	breu mescla	0.67	6.67	0.33	0.13	0.20	0.67	1.00	29.0	32.00	35.0
<i>Carapa guianensis</i>	MELIACEAE	andiroba	3.00	3.33	0.15	0.58	0.10	0.30	0.98	8.0	22.00	31.0
<i>Aniba canelilla</i>	LAURACEAE	louro preciosa	1.67	16.67	0.07	0.32	0.50	0.15	0.97	10.0	19.40	29.0
<i>Virola cf. calophyllóidea</i>	MYRISTICACEAE	ucubua vermelha	1.67	16.67	0.06	0.32	0.50	0.12	0.94	9.0	19.20	35.0
sp.9	NI	óleo acacia	1.33	13.33	0.13	0.26	0.40	0.27	0.93	26.0	29.25	34.0
<i>Enterolobium schomburkii</i>	LEGUMINOSAE-MIM.	faya orelha de nego	0.33	3.33	0.37	0.06	0.10	0.76	0.93		40.00	
<i>Virola michelli</i>	MYRISTICACEAE	ucubua preta	1.67	16.67	0.05	0.32	0.50	0.11	0.93	13.0	22.60	27.0
<i>Richardella manaensis</i>	SAPOTACEAE	aburana cutite peludo	1.67	10.00	0.15	0.32	0.30	0.30	0.92	13.0	22.20	34.0
<i>Guarea sp.1</i>	MELIACEAE	jatua branco	1.67	16.67	0.05	0.32	0.50	0.09	0.91	10.0	17.60	25.0
<i>Manilkara amazonica</i>	SAPOTACEAE	maparajuba	1.67	16.67	0.03	0.32	0.50	0.07	0.89	8.0	18.80	33.0
<i>Nucleopsis sp.</i>	MORACEAE	muiratinga amarela	1.67	16.67	0.02	0.32	0.50	0.05	0.87	7.0	11.80	18.0
<i>Myrcia sp.</i>	MYRTACEAE	murá vermelha	2.00	13.33	0.04	0.39	0.40	0.07	0.86	12.0	19.83	30.0
<i>Enterolobium sp.</i>	LEGUMINOSAE-MIM.	tamburil	0.33	3.33	0.33	0.06	0.10	0.67	0.84		40.00	
<i>Newtonia suaveolens</i>	LEGUMINOSAE-MIM.	timborana	0.33	3.33	0.33	0.06	0.10	0.67	0.84		40.00	
<i>Mezjaurus lindaviana</i>	LAURACEAE	ifauba abacate	1.33	13.33	0.08	0.26	0.40	0.16	0.81	15.0	20.50	29.0
<i>Astronium lecointei</i>	ANACARDIACEAE	muiracatiara preta	1.00	10.00	0.15	0.19	0.30	0.31	0.80	13.0	21.33	37.0
<i>Diptryx cf. polyphylla</i>	LEGUMINOSAE-PAP.	cumaru ferro	1.00	6.67	0.19	0.19	0.20	0.40	0.79	20.0	23.67	28.0
<i>Ormosia discolor</i>	LEGUMINOSAE-PAP.	tento	0.33	3.33	0.30	0.06	0.10	0.62	0.78		40.00	
<i>Guatteria amazonica</i>	ANNONACEAE	envira conde	0.67	6.67	0.22	0.13	0.20	0.45	0.78	22.0	31.00	40.0
<i>Swartzia cf. acuminata</i>	LEGUMINOSAE-PAP.	pinilla /paraculaca	1.00	10.00	0.14	0.19	0.30	0.29	0.78	16.0	23.33	30.0
<i>Tachigalia paniculata</i>	LEGUMINOSAE-CEAS.	tachi preto	1.33	13.33	0.04	0.26	0.40	0.09	0.74	8.0	22.75	30.0
<i>Aspidosperma oblongum</i>	APOCYNACEAE	carapanãba	0.33	3.33	0.27	0.06	0.10	0.56	0.73		37.00	
<i>Guatteria cf. ovatifolia</i>	ANNONACEAE	envira branca	1.33	13.33	0.02	0.26	0.40	0.05	0.70	14.0	18.50	26.0
<i>Duguetia riparia</i>	ANNONACEAE	envira ata	1.33	13.33	0.02	0.26	0.40	0.04	0.69	8.0	13.75	19.0
<i>Anacardium spruceanum</i>	ANACARDIACEAE	cajuí	0.67	6.67	0.17	0.13	0.20	0.35	0.68	25.0	37.50	40.0
<i>Swartzia platygine</i>	LEGUMINOSAE-PAP.	gombeira branca	1.00	10.00	0.09	0.19	0.30	0.18	0.67	16.0	24.00	30.0
<i>Brosimum sp.</i>	SAPOTACEAE	muirpiranga branco	1.00	10.00	0.08	0.19	0.30	0.17	0.66	17.0	23.67	27.0
<i>Aspidosperma exalatum</i>	APOCYNACEAE	araracanga	1.00	10.00	0.08	0.19	0.30	0.17	0.66	23.0	27.33	34.0
<i>Noyeria mollis</i>	MORACEAE	muiratinga preta	1.00	10.00	0.08	0.19	0.30	0.16	0.66	9.0	22.00	29.0
sp.3	SAPOTACEAE	aburana cutite folha munda	1.00	6.67	0.12	0.19	0.20	0.25	0.65	16.0	24.67	30.0
<i>Alexa grandiflora</i>	LEGUMINOSAE-PAP.	fava melancia /melancieira	1.00	10.00	0.07	0.19	0.30	0.15	0.65	14.0	23.33	40.0
<i>Bellucia imperialis</i>	MELASTOMATACEAE	muuba / goiaba de anta	1.00	10.00	0.07	0.19	0.30	0.15	0.64	15.0	24.00	29.0
<i>Pithecolobium racemosum</i>	LEGUMINOSAE-MIM.	angelim rajado	1.33	10.00	0.04	0.26	0.30	0.08	0.63	12.0	19.50	24.0
<i>Parinari montana</i>	CHRYSOBALANACEAE	pajura de anta/ pajura grande	1.00	10.00	0.06	0.19	0.30	0.13	0.63	20	29.00	35

CONTINUAÇÃO

ESPÉCIE	FAMÍLIA	nome vulgar	Dens.A. (ind/ha)	Freq.A. (%)	Dom.A. (m ² /ha)	Den.R. (%)	Fre.R. (%)	Dom.R. (%)	IVI	ALTURA (m)		
										mín	máx	
Micropholis sp.2	SAPOTACEAE	balata vermelha	1.33	10.00	0.02	0.26	0.30	0.04	0.60	15.0	19.00	25.0
cf. Labatia sp.	SAPOTACEAE	aburana cutite fedorenta	1.00	10.00	0.04	0.19	0.30	0.08	0.57	15.0	19.33	28.0
Jacaranda copaia	BIGNONIACEAE	para para	1.67	6.67	0.02	0.32	0.20	0.04	0.57	12.0	18.33	30.0
Micropholis sp.1	SAPOTACEAE	balata amarela	1.00	10.00	0.03	0.19	0.30	0.06	0.56	8.0	20.00	26.0
Guatteria olivacea	ANNONACEAE	envira fofo	1.00	10.00	0.03	0.19	0.30	0.05	0.54	8	15.33	26
cf. Parkia sp.	LEGUMINOSAE-MIM.	coremtrá / macucu branco	1.00	10.00	0.02	0.19	0.30	0.05	0.54	13.0	19.33	24.0
cf. Chimarris barbata	RUBIACEAE	pau amarelo/pau de tucandeira	1.00	10.00	0.02	0.19	0.30	0.05	0.54	7.0	10.33	16.0
Qualea acuminata	VOCHYSIACEAE	mandioqueira escamosa	1.00	10.00	0.02	0.19	0.30	0.04	0.53	9.0	20.00	29.0
cf. Warszewiczia sp.	RUBIACEAE	pau rabo de arara	1.00	10.00	0.02	0.19	0.30	0.04	0.53	14.0	15.33	16.0
Aniba parviflora	LAURACEAE	louro puxuri	1.00	10.00	0.01	0.19	0.30	0.03	0.52	8.0	9.67	12.0
Cordia alliodora	BORAGINACEAE	uruiá	1.00	10.00	0.01	0.19	0.30	0.02	0.52	9.0	17.67	24.0
Theobroma subcavanum	STERCULIACEAE	ucupui/ cupui /cupurana	1.33	6.67	0.02	0.26	0.20	0.05	0.50	7.0	10.00	14.0
Psychoptalum olacoides	OLACACEAE	muirapuama	1.33	6.67	0.02	0.26	0.20	0.04	0.49	10.0	14.50	21.0
Ormosia costulata	LEGUMINOSAE-PAP.	tento vermelho	0.33	3.33	0.15	0.06	0.10	0.32	0.48		35.00	
Caryocar villosum	CARYOCARACEAE	piquiá verdadeiro	0.33	3.33	0.14	0.06	0.10	0.29	0.45		35.00	
Sclerolobium cf. melanocarpum	LEGUMINOSAE-CEAS.	tachi vermelho	0.33	3.33	0.14	0.06	0.10	0.28	0.44		40.00	
Apeiba echinata	TILIACEAE	envira pente de maacaco	0.67	6.67	0.05	0.13	0.20	0.11	0.44	25.0	26.00	27.0
Peltogyne cf. lecointei sp.1	LEGUMINOSAE-CEAS.	violeta / pau roxo	0.33	3.33	0.13	0.06	0.10	0.27	0.44		40.00	
Pouroma sp.	LEGUMINOSAE-PAP.	fava mucuna	0.67	6.67	0.04	0.13	0.20	0.09	0.42	17.0	26.00	35.0
	CECROPIACEAE	embaúba bengue/ embaúba viçak	1.00	6.67	0.01	0.19	0.20	0.02	0.41	7.0	10.33	12.0
Mezilaurus sp.	LAURACEAE	itauba amarela	0.33	3.33	0.11	0.06	0.10	0.24	0.40		32.00	
Pouroma cf. longipendula	CECROPIACEAE	embaúba urva	0.67	6.67	0.03	0.13	0.20	0.06	0.39	9.0	19.50	30.0
Guatteria sp.1	ANNONACEAE	envira boró	0.67	6.67	0.03	0.13	0.20	0.06	0.38	9.0	17.50	26.0
Aparisthrium cordatum	EUPHORBACEAE	pau de índio	0.67	6.67	0.03	0.13	0.20	0.06	0.38	14.0	21.00	28.0
Dyospyros sericea	EBENACEAE	caqui	0.33	3.33	0.11	0.06	0.10	0.22	0.38		37.00	
Chrysophyllum cf. brasiliensis	SAPOTACEAE	--	0.33	3.33	0.10	0.06	0.10	0.21	0.38		33.00	
Licaria sp.	LAURACEAE	louro chumbo	0.67	6.67	0.02	0.13	0.20	0.04	0.37	13.0	15.50	18.0
Anacardium giganteum	ANACARDIACEAE	cajuçu	0.33	3.33	0.10	0.06	0.10	0.21	0.37	44.0	44.00	44.0
Mezilaurus itauba	LAURACEAE	itauba preta	0.33	3.33	0.10	0.06	0.10	0.21	0.37		38.00	
Andira retusa	LEGUMINOSAE-PAP.	andira uchi	0.67	6.67	0.02	0.13	0.20	0.04	0.37	13.0	13.50	14.0
Duguetia cf. flagelaris	ANNONACEAE	envira pindaíba amarela	0.67	6.67	0.02	0.13	0.20	0.04	0.36	11.0	17.50	24.0
Duroia cf. fusifera	RUBIACEAE	purui grande	0.67	6.67	0.02	0.13	0.20	0.03	0.36	10.0	14.00	18.0
cf. Anacardium sp.	ANACARDIACEAE	cajurana	0.67	6.67	0.02	0.13	0.20	0.03	0.36	9.0	15.50	22.0
Swartzia sp.	LEGUMINOSAE-PAP.	gombreira	0.67	6.67	0.01	0.13	0.20	0.03	0.36	18.0	24.00	30.0
Tapirira guianensis sp.2	ANACARDIACEAE	tatapirica	0.33	3.33	0.09	0.06	0.10	0.19	0.35		34.00	
Ambelania acida	LEGUMINOSAE-MIM.	fava pititu	0.67	6.67	0.01	0.13	0.20	0.02	0.35	12.0	18.00	24.0
Cedrella huberi	APOCYNACEAE	pepino da mata	0.67	6.67	0.01	0.13	0.20	0.02	0.35	14.0	15.00	16.0
Simaba cedron	MELIACEAE	quaruba rosa	0.67	6.67	0.01	0.13	0.20	0.02	0.35	19.0	22.50	26.0
Spondias sp.	SIMARUBACEAE	pau para tudo	0.67	6.67	0.01	0.13	0.20	0.02	0.34	5.0	12.50	25.0
Bixa urucurana	ANACARDIACEAE	tapebarana	0.67	6.67	0.01	0.13	0.20	0.02	0.34	8.0	9.00	10.0
Hymenaea courbaril	BIXACEAE	urucurana	0.67	6.67	0.01	0.13	0.20	0.02	0.34	17.0	21.00	25.0
	LEGUMINOSAE-CEAS.	jatoba apu	0.67	6.67	0.01	0.13	0.20	0.02	0.34	9.0	11.50	14.0

CONTINUAÇÃO

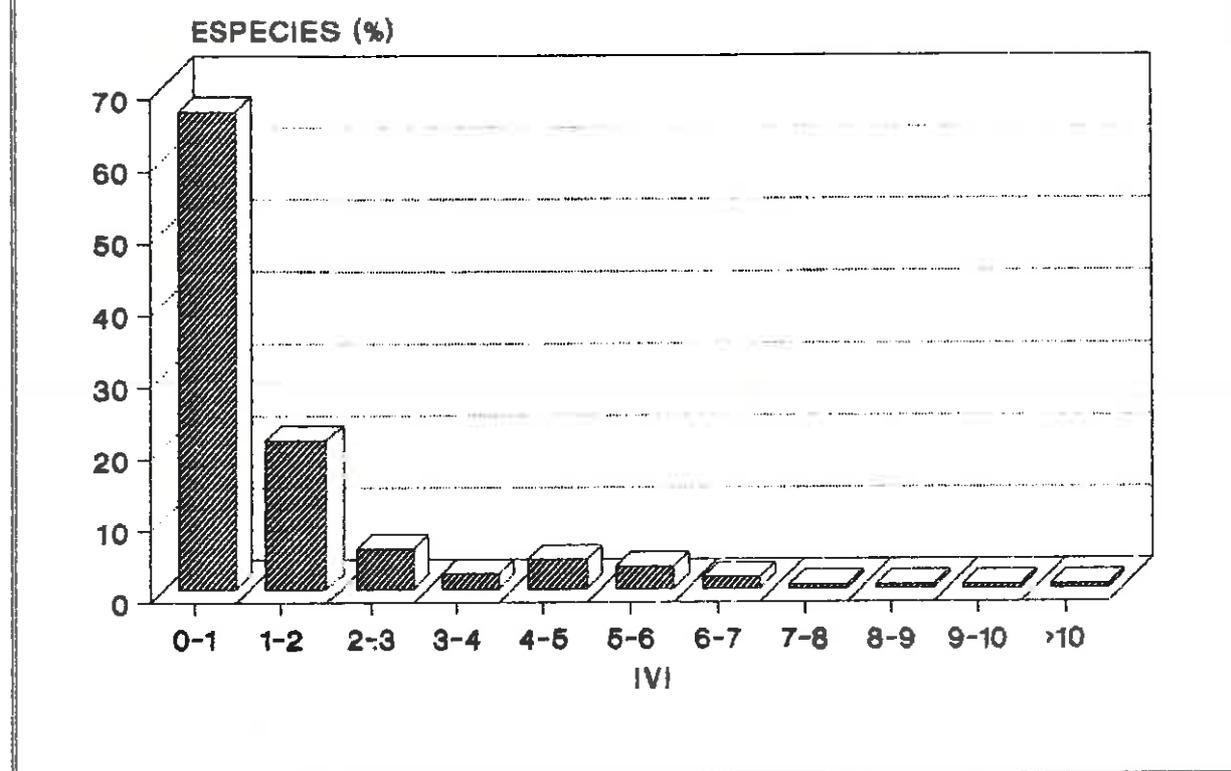
ESPÉCIE	FAMÍLIA	nome vulgar	Dens.A. (ind/ha)	Freq.A. %	Dom.A. (m ² /ha)	Den.R. %	Fre.R. %	Dom.R. %	IVI	ALTURA (m)		
										mín	méd	máx
Rinorea macrocarpa	VIOLACEAE	canela de velho /olaria	0.67	6.67	0.01	0.13	0.20	0.02	0.34	10.0	10.50	11.0
Xylopia sp.1	ANNONACEAE	envira pacori preta / envira pocovim	0.67	6.67	0.01	0.13	0.20	0.01	0.34	7.0	10.50	14.0
sp.4	SAPOTACEAE	abiurana vermelha	0.33	3.33	0.07	0.06	0.10	0.14	0.30		30.00	
Parkia sp.	LEGUMINOSAE-MIM.	parica /angico	0.33	3.33	0.06	0.06	0.10	0.12	0.28		30.00	
Couepia racemosa	CHRYSOBALANACEAE	pajurá amarelo	0.33	3.33	0.05	0.06	0.10	0.11	0.27		30.00	
Diplostropis purpurea	LEGUMINOSAE-PAP.	sucupira escumosa	0.33	3.33	0.05	0.06	0.10	0.10	0.26		29.00	
sp.1	MYRTACEAE	araça para	0.67	3.33	0.01	0.13	0.10	0.01	0.24	10.0	15.00	20.0
Myrcia atramentifera	MYRTACEAE	cumate	0.33	3.33	0.04	0.06	0.10	0.07	0.24		31.00	
Luehea sp.	TILIAEAE	açóla cavalo	0.33	3.33	0.02	0.06	0.10	0.05	0.21		19.00	
Eperua bijuga	LEGUMINOSAE-CEAS.	muirapiranga preta	0.33	3.33	0.02	0.06	0.10	0.04	0.21		25.00	
Glycoxydon sp.	SAPOTACEAE	abiu jara	0.33	3.33	0.02	0.06	0.10	0.04	0.21		23.00	
Pithecolobium sp.	LEGUMINOSAE-MIM.	angelim aroeira	0.33	3.33	0.02	0.06	0.10	0.04	0.21		30.00	
Bocagopsis sp.	ANNONACEAE	envira preta folha miuda	0.33	3.33	0.02	0.06	0.10	0.04	0.20		27.00	
Peltogyne paniculata	LEGUMINOSAE-CEAS.	cruzeiro / escorrega macaco	0.33	3.33	0.02	0.06	0.10	0.04	0.20		31.00	
Licania cf. kunthiana	CHRYSOBALANACEAE	agricia	0.33	3.33	0.02	0.06	0.10	0.04	0.20		20.00	
sp.4	NI	--	0.33	3.33	0.02	0.06	0.10	0.04	0.20		19.00	
sp.2	ANNONACEAE	envira turi preto	0.33	3.33	0.02	0.06	0.10	0.04	0.20		30.00	
sp.5	NI	--	0.33	3.33	0.02	0.06	0.10	0.04	0.20		26.00	
sp.8	NI	--	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.03	0.19		26.00	
Cecropia scyadophylla	CECROPIACEAE	embauba turen	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.03	0.19		19.00	
Xylopia sp.2	ANNONACEAE	envira turi vermelha	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.03	0.19		24.00	
sp.6	NI	--	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.02	0.19		19.00	
cf. Pouteria sp.	SAPOTACEAE	abiurana amarela	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.02	0.18		27.00	
Astrocarium sp.	ARECACEAE	tucuma açu	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.02	0.18		23.00	
Spondias lutea	ANACARDIACEAE	tapereba	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.02	0.18		16.00	
Platymiscium duckei	LEGUMINOSAE-PAP.	macauba	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.02	0.18		21.00	
Siparuna sp.	MONIMIACEAE	capitú	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.02	0.18		15.00	
Duroia sp.	RUBIACEAE	--	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.02	0.18		27.00	
Cynometra hostmanniana	LEGUMINOSAE-CEAS.	jutairana do varjão	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.02	0.18		17.00	
Myrcia fallax	MYRTACEAE	murta grande	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.02	0.18		17.00	
sp.1	SAPOTACEAE	muirapitima	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.01	0.18		17.00	
sp.1	NI	pau mulato	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.01	0.18		19.00	
sp.14	NI	marissaro da mata	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.01	0.18		27.00	
sp.12	NI	canelarana	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.01	0.18		13.00	
sp.3	NI	--	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.01	0.18		20.00	
Brosimum acutifolium	SAPOTACEAE	mureté	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.01	0.18		13.00	
Bombacopsis sp.	BOMBACACEAE	munguba	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.01	0.17		5.00	
Cedrelinga catenaciformis	LEGUMINOSAE-MIM.	cedroarana	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.01	0.17		17.00	
Quararibea ochrolealx	BOMBACACEAE	inajarana	0.33	3.33	0.01	0.06	0.10	0.01	0.17		16.00	
Gnatteria sp.2	ANNONACEAE	envira pacuriricha / hananinha	0.33	3.33	0.00	0.06	0.10	0.01	0.17		13.00	
Nectandra rubra	LAURACEAE	louro vermillho	0.33	3.33	0.00	0.06	0.10	0.01	0.17		21.00	

CONTINUAÇÃO

ESPÉCIE	FAMÍLIA	nome vulgar	Dens.A. (ind/ha)	Freq.A. %	Dom.A. (m ² /ha)	Den.R. %	Fre.R. %	Dom.R. %	IVI	ALTURA (m)		
										mín	méd	máx
Diptotropis sp.	LEGUMINOSAE-PAP.	sucupira amarela	0.33	3.33	0.00	0.06	0.10	0.01	0.17			18.00
sp.1	ANNONACEAE	envira tarana	0.33	3.33	0.00	0.06	0.10	0.01	0.17			12.00
Oenocarpus sp.	ARECACEAE	bacabai	0.33	3.33	0.00	0.06	0.10	0.01	0.17			8.00
Miconia sp.1	MELASTOMATACEAE	mara mara branco	0.33	3.33	0.00	0.06	0.10	0.01	0.17			12.00
cf. Vantanea sp.	HUMIRIACEAE	macucu preto	0.33	3.33	0.00	0.06	0.10	0.01	0.17			20.00
sp.7	NI	imburana vermelha folha grande	0.33	3.33	0.00	0.06	0.10	0.01	0.17			13.00
Annona amboaty	ANNONACEAE	envira taia	0.33	3.33	0.00	0.06	0.10	0.01	0.17			8.00
Pouteria sp.4	SAPOTACEAE	abjurana	0.33	3.33	0.00	0.06	0.10	0.01	0.17			12.00
sp.10	NI	caxuá	0.33	3.33	0.00	0.06	0.10	0.01	0.17			8.00
Hemicrepidispermun rhoifolium	BURSERACEAE	breu branco	0.33	3.33	0.00	0.06	0.10	0.01	0.17			13.00
Cordia sp.	BORAGINACEAE	grão de porco	0.33	3.33	0.00	0.06	0.10	0.01	0.17			12.00
Iriartea exorriza	ARECACEAE	paxiúba	0.33	3.33	0.00	0.06	0.10	0.01	0.17			9.00
Aniba hostnmaniana	LAURACEAE	louro amarelo	0.33	3.33	0.00	0.06	0.10	0.01	0.17			8.00
Dorris spruceana	LEGUMINOSAE-PAP.	facheiro	0.33	3.33	0.00	0.06	0.10	0.01	0.17			10.00
sp.1	LAURACEAE	louro	0.33	3.33	0.00	0.06	0.10	0.00	0.17			6.00
-----	-----	lianas	9.33	63.33	0.14	1.82	1.88	0.29	3.99			9.19
-----	-----	indivíduos mortos	20.67	86.67	3.34	4.02	2.58	6.90	13.50	3.0	3.0	39.0

INDIVÍDUOS AMOSTRADOS 1541
 ESPÉCIES AMOSTRADAS 209
 DENSIDADE TOTAL 513.67
 DOMINANCIA TOTAL 44.90
 DIVERSIDADE 4.61

FIGURA III.3.3
DISTRIBUICAO EM CLASSES DE IVI
FLORESTA DE TERRA FIRME - MRN



Num total de 51 famílias amostradas (Tabela III.3.3), a que apresentou o maior IVI da amostra foi Sapotaceae (57,31), representando 21,14% dos indivíduos amostrados, seguida pelas leguminosas com IVI de 46,67, apresentando uma grande dominância relativa (25,79%) e o maior número de espécies amostradas.

TABELA III.3.3

**Famílias Amostradas em Florestas de Terra Firme em Ordem Decrescente de IVI.
Mineração Rio do Norte, Porto Trombetas/PA**

FAMÍLIA	Nº Esp.	Den. R. (%)	Freq. R. (%)	Dom. R. (%)	IVI
SAPOTACEAE	24	21,14	16,55	19,62	57,31
LEGUMINOSAE	41	8,89	11,99	25,79	46,67
LECYTHIDACEAE	6	6,00	5,35	8,13	19,48
CHRYSOBALANACEAE	8	6,82	6,74	3,39	16,95
ANNONACEAE	16	5,65	6,54	1,76	13,96
BURSERACEAE	6	6,13	5,25	2,59	13,98
ARECAEAE	6	6,20	3,37	1,53	11,10
LAURACEAE	13	3,38	4,46	2,60	10,44
PIPERACEAE	2	6,13	3,17	1,29	10,59
MYRTACEAE	6	4,48	3,57	1,14	9,19
APOCYNACEAE	4	2,48	2,28	3,36	8,12
CLUSIACEAE	3	1,52	1,78	2,37	5,67
MYRTACEAE	4	1,72	2,18	1,61	5,52
EUPHORBIACEAE	2	1,79	1,88	1,79	5,46
HUMIRIACEAE	4	1,52	1,68	2,12	5,32
MELACEAE	5	2,34	2,08	0,88	5,31
MORACEAE	4	1,59	2,18	1,29	5,06
MELASTOMATACEAE	4	1,93	2,28	0,08	5,01
CELASTRACEAE	1	0,55	0,69	3,44	4,68
OLACAEAE	2	1,17	1,09	2,20	4,46
STERCULIACEAE	3	1,52	1,78	0,30	3,60
ANACARDIACEAE	7	0,83	1,19	1,13	3,14
VOCHYSIACEAE	2	0,83	0,99	0,18	1,99
RUBIACEAE	4	0,62	0,89	0,13	1,64
COMBRETACEAE	1	0,14	0,20	1,28	1,62
LINACEAE	1	0,90	0,40	0,21	1,50
OCHNACEAE	1	0,28	0,40	0,45	1,13
CECROPIACEAE	3	0,41	0,40	0,10	1,01
BORAGINACEAE	2	0,28	0,50	0,30	0,70
TILIACEAE	2	0,21	0,30	0,16	0,66
BIGNONIACEAE	1	0,34	0,20	0,04	0,59
CARYOCARACEAE	1	0,07	0,10	0,29	0,45
EBENACEAE	1	0,07	0,10	0,22	0,39
BOMBACACEAE	2	0,14	0,20	0,02	0,36
SIMAROUBACEAE	1	0,14	0,20	0,02	0,35
BIXACEAE	1	0,14	0,20	0,02	0,35
VIOLACEAE	1	0,14	0,20	0,02	0,35
Não identificadas	14		2,48	0,82	5,02

A Figura III.3.4 mostra a família Sapotaceae com a maior densidade da amostra (21,14%) seguida por leguminosae (9,75%) e Chrysobalanaceae (6,82%). Em termos de diversidade de espécies (Figura III.3.5), a família Leguminosae ultrapassa as Sapotaceae, representando 21,13% das espécies amostradas contra 12,37%. Um total de 24 famílias presentes na amostra foram representadas por apenas 1 espécie.

As lianas, englobando diversas espécies, representaram apenas 1,82% dos indivíduos amostrados demonstrando sua pouca ocorrência na área. Porém na interpretação destes dados, deve-se considerar o CAP de exclusão que foi de 30 cm, pois a grande parte dos indivíduos desta sinússia possui circunferência menor que este limite. O IVI apresentando por elas foi de 3,99.

Os indivíduos mortos representaram 2,58% do total de indivíduos e apresentaram o maior IVI da amostra (13,50). Destaca-se sua grande dominância relativa (6,90%) em função do elevado número de árvores mortas de grande porte.

A camada de litter depositada no solo da floresta apresentou uma média de 11,37 cm, estando dentro da medida encontrada por Ferraz (1990). O mínimo foi de 0 e o máximo de 50 cm de espessura. Esta variação mostra a grande variedade de ambientes existentes no solo da floresta, permitindo o desenvolvimento de espécies de diferentes exigências de "safe site" (local seguro) para germinação.

A estrutura fisionômica é representada de forma resumida nas Figuras III.3.6 e III.3.7 em relação à altura e diâmetro das árvores, respectivamente. A primeira figura mostra a existência de dois estratos predominantes. Um entre 25 e 30 m que representa o dossel da floresta onde estão grande parte das abiuernas, breus e matamatás. Acima desta altura estão as emergentes, onde destacam-se os angelins pedra (*Dinizia excelsa*), além de tachis (*Tachigalia* spp.), fava arara tucupi (*Parkia multijuga*), piquiá (*Caryocar villosum*), etc. O outro estrato predominante estaria entre 10 e 15 m, sendo caracterizado pelas bacabas (*O. bacaba*) e indivíduos jovens do estrato superior. Algumas espécies são típicas do estrato inferior da mata (até 10 m), como é o caso do jacami branco (*Piper* sp.), além de neste estrato haver um grande banco de reserva dos estratos superiores.

A Figura III.3.7 aponta uma acentuada concentração de indivíduos no menor intervalo de classe (56% no intervalo de 10 a 20 cm de DAP), decrescendo consideravelmente nos intervalos seguintes. Esta característica, juntamente com o demonstrado pela figura anterior, mostra como, em geral, as árvores possuem pouco diâmetro em relação à sua altura proeminente.

FIGURA III.3.4
DENSIDADE POR FAMILIA
FLORESTA DE TERRA FIRME - MRN

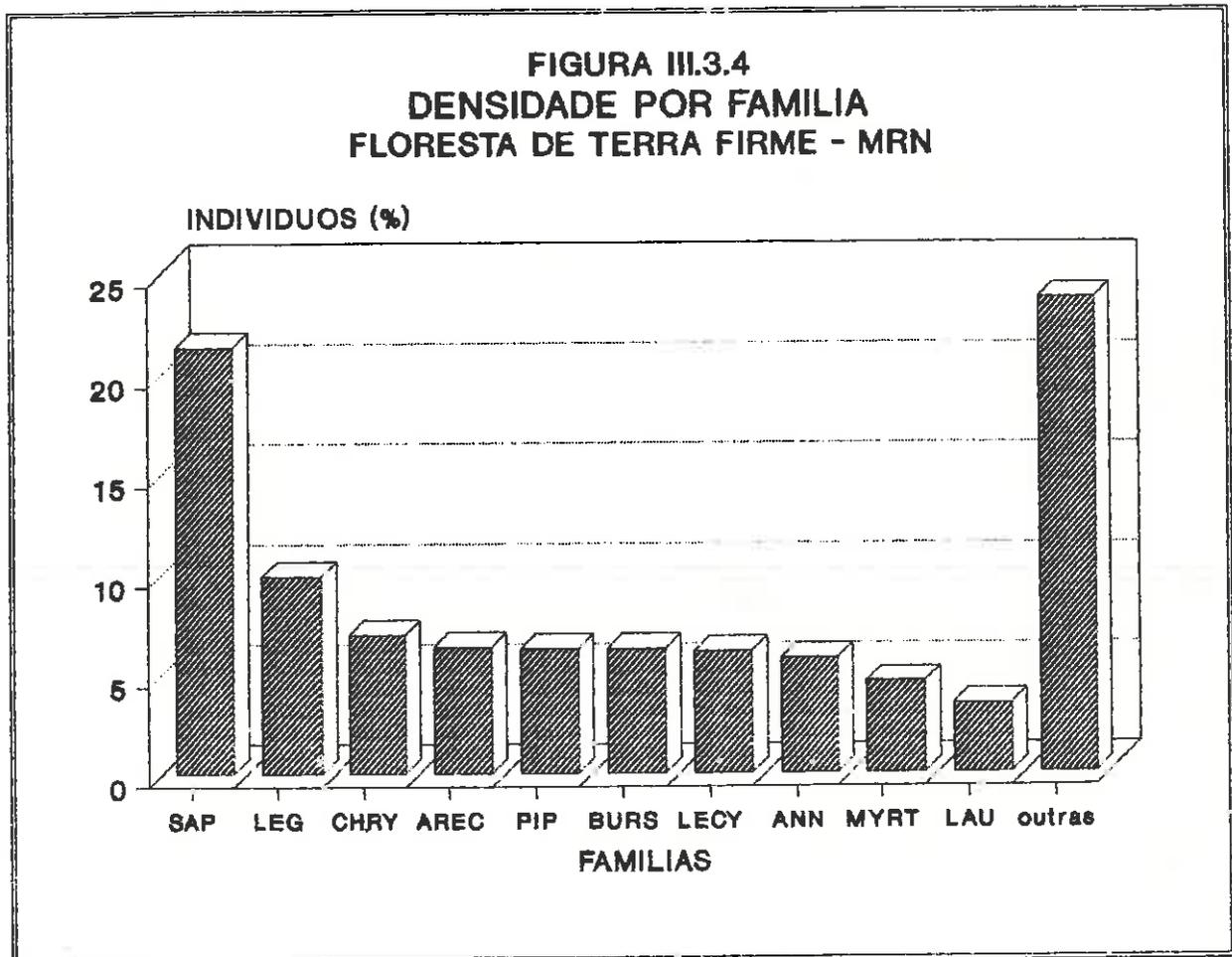


FIGURA III.3.5
DIVERSIDADE POR FAMÍLIA
FLORESTA DE TERRA FIRME - MRN

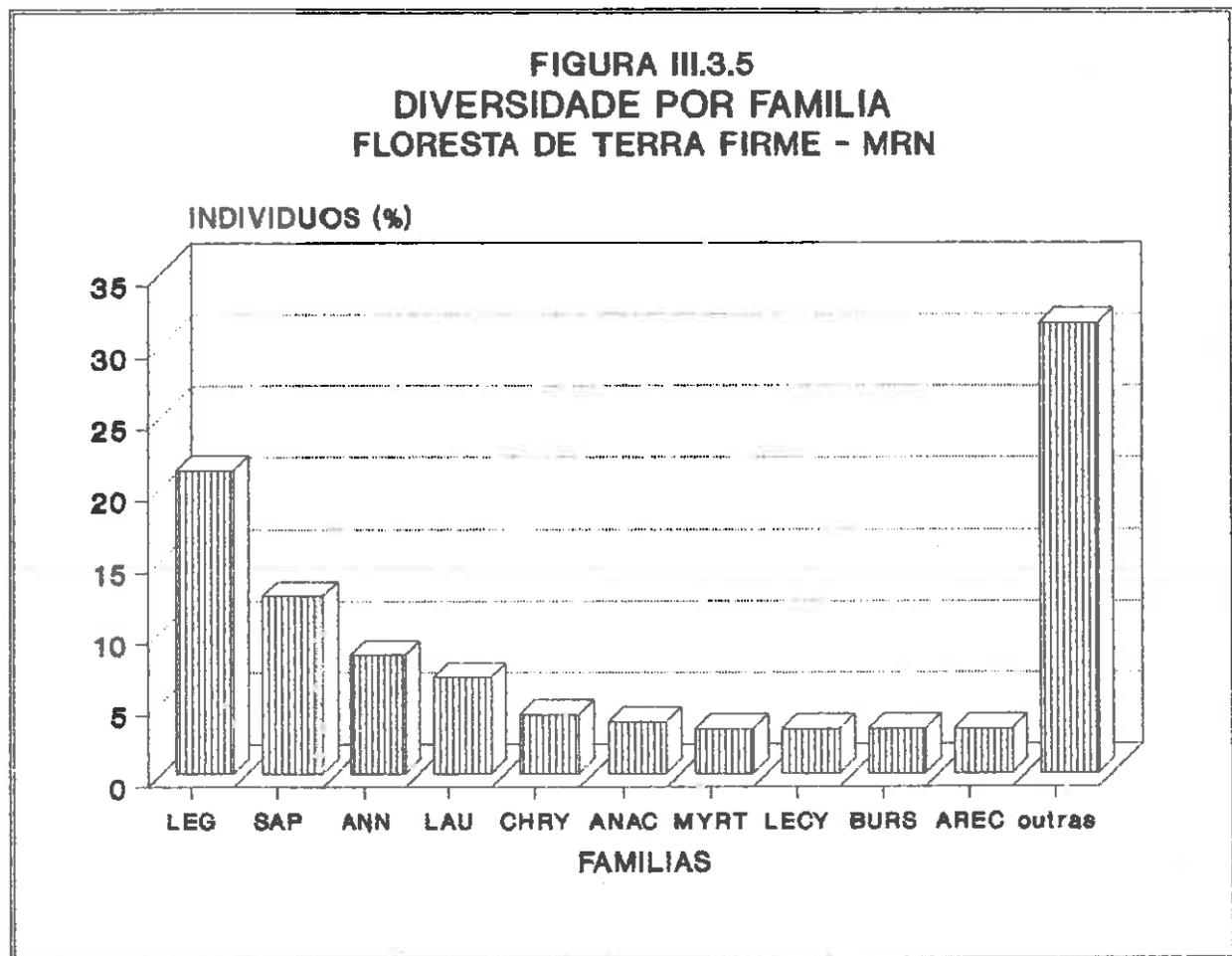


FIGURA III.3.6
CLASSE DE ALTURA
FLORESTA DE TERRA FIRME - MRN

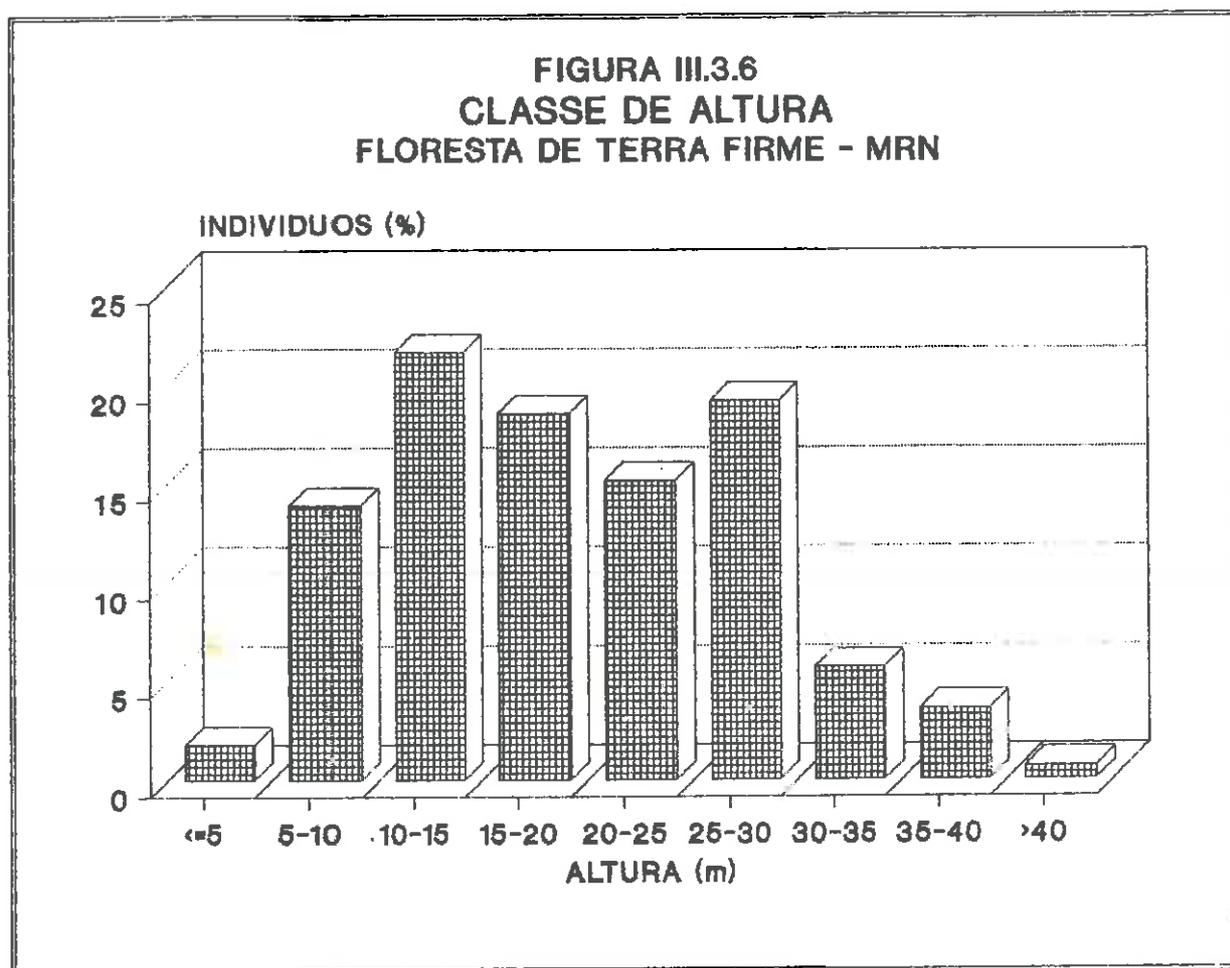
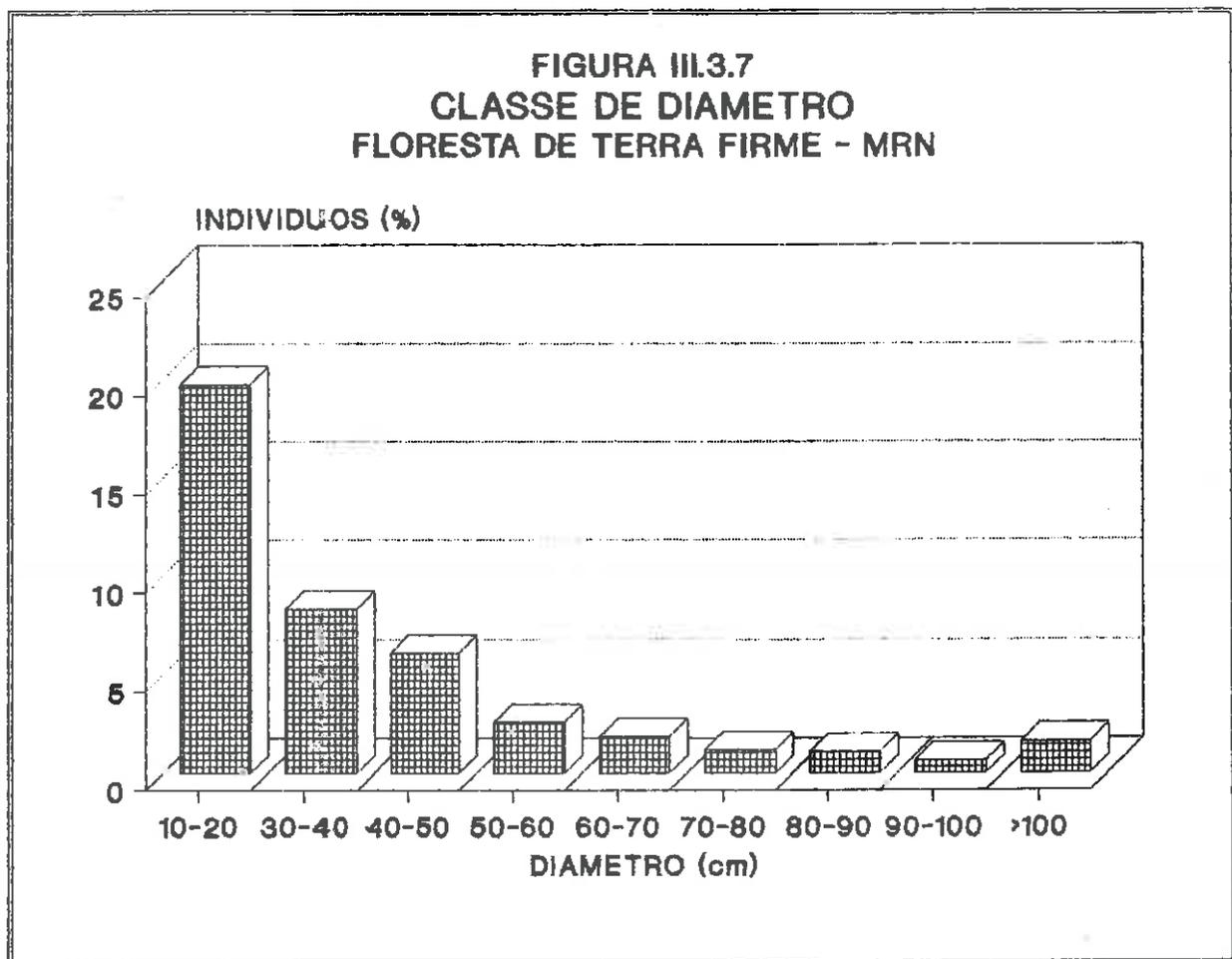


FIGURA III.3.7
CLASSE DE DIAMETRO
FLORESTA DE TERRA FIRME - MRN



O sub-bosque é composto principalmente por muru-muru (*Astrocaryum sp*) e um grande número de indivíduos jovens das árvores de maior porte. A Tabela III.3.1 apresenta uma média de 3,69 indivíduos /m² de jovens de espécies adultas compondo o banco de plântulas da mata. Este número variou de no máximo 10,5 até o mínimo de 0,4 indivíduos/m², refletindo a grande variedade de microhabitat existente no solo, que acarreta a formação de diferenciados potenciais germinativos.

As plantas herbáceas, arbustivas e sub-arbustivas, onde se inclui o muru-muru, se fazem presentes em pequeno número de indivíduos e também de espécies. Apresentaram uma média de 0,29 ind/m², variando de 0 a 4. Este pequeno número reflete as condições de baixa luminosidade, havendo um reduzido número de espécies adaptadas a tais situações. Em sua maior parte pertencem à família gramínea (Bambuza). O valor mais alto (4 ind./m²) foi encontrado em uma área de afloramento de lençol freático, onde existe uma menor densidade de indivíduos arbóreos, permitindo uma maior incidência luminosa, e a espécie (*Heliconia sp.*), adaptada a este ambiente, apresenta-se em grande quantidade.

3.1.1.3.2 - Áreas de Reabilitação

3.1.1.3.2.1 - Área de Plantio

As amostras foram realizadas na área denominada como C - leste onde o plantio das mudas foi realizado há 10 anos, utilizando técnicas de escarificação e reposição de solo vegetal, segundo relato de funcionários da MRN.

Foram amostrados 0,4 ha incluindo apenas os indivíduos de CAP maior ou igual a 15 cm. Um total de 420 indivíduos foram amostrados, resultando numa densidade de 1050 ind./ha.

Apesar do maior número de indivíduos em relação à floresta nativa, devido em parte à abrangência da amostra ≥ 15 cm, enquanto na floresta o CAP foi ≥ 30 cm), há uma luminosidade muito mais acentuada sobre o solo, influenciando diretamente no maior número de plantas herbáceas encontradas (média de 0,67/m²), sendo em grande parte representada pelo capim rabo de cavalo (*cf. Andropogon sp.*). Este número variou de no mínimo 0 até o máximo de 2,3. No primeiro caso, a amostra caiu sob um indivíduo arbóreo de *Acacia mangium* onde havia uma larga camada de folhas no chão impedindo qualquer germinação de sementes. Há a possibilidade de haver algum tipo de alelopatia nesta espécie, seja através da secreção de alguma substância secundária, seja no processo de decomposição das folhas, ou simplesmente sua densa folhagem impediria a germinação de sementes de outras espécies sob sua copa.

A densidade de plântulas e indivíduos jovens de espécies arbóreas foi de 1,72/m², variando de 0,6 a 5,3, indicando já a existência de um processo dinâmico de autogenia das espécies arbóreas. Encontrou-se na área algumas espécies não plantadas e típicas das florestas primitivas, como a bacaba (*Oenocarpus bacaba*), que certamente chegaram até a área trazidas por pássaros.

A espécie de maior IVI nesta área (Tabela III.3.4) foi *Tapirira guianensis* (tatapiririca) (IVI=19,31 e maior densidade da amostra, 6,90%), seguida por *Cecropia syadophylla* (embaúba turen) (IVI=18,40 e maior dominância, 10,51%) e *Dipteryx odorata* (cumaru grande) com o IVI de 12,63.

As espécies *C. syadophylla* e *Cecropia* sp. (embaúba de pico), mesmo não sendo incluídas no plantio inicial, representaram juntas 8,33% dos indivíduos amostrados indicando o grande potencial de colonização de áreas abertas com grande intensidade de insolação destas espécies. Entre as dez espécies de maior IVI na área, seis são espécies típicas de clareiras, sendo encontradas espontaneamente no interior e bordas da floresta nativa. As outras quatro espécies são típicas de vegetação clímax e estão apresentando bom desenvolvimento no processo de reabilitação com plantio. Espécies exóticas, como *Eucalyptus* spp. e *Acacia mangium*, apresentaram boa adaptação a estes ecossistemas de sucessão secundária induzida.

A diversidade, segundo o índice de Shannon, foi de 3,75, podendo ser considerada alta em se tratando de uma área revegetada artificialmente.

Não houve amostra de nenhum indivíduo liana, não significando a inexistência desta sinúsia na área. Ocorrem alguns indivíduos de colonização espontânea, mas de CAP menor que 15 cm e portanto não incluídos na amostra.

Os indivíduos mortos representaram 4,52% do total amostrado, com IVI de 11,90. Em sua maioria eram representantes do gênero *Cecropia* que em geral possuem um curto ciclo de vida.

A distribuição dos valores de IVI em classes (Figura III.3.8) mostra uma maior concentração na classe de 1 a 2 (60%). Não há espécies na classe de 0 a 1, devido ao pequeno tamanho da amostra que desta forma concede maior importância a cada uma das espécies amostradas. É interessante notar a expressiva representatividade da classe de IVI maior que 10, indicando a existência de algumas espécies com grande valor de importância na área amostrada, reflexo não só da prioridade de plantio para algumas, como também da colonização por espécies invasoras (*Cecropia* spp. e *Vismia* spp.).

TABELA III.3.4

Espécies amostradas em área de reabilitação através de plantio, em ordem decrescente de IVI. Platô Saracá, Mineração Rio do do Norte, Porto Trombetas, Pará

ESPECIE	FAMILIA	NOME VULGAR	Dens.A. (ind/ha)	Freq.A. %	Dom.A. (m ² /ha)	Den.R. %	Freq.R. %	Dom.R. %	IVI	AL T U R A (m)		
										min	med	max
Tapirira guianensis	ANACARDIACEAE	tatapiririca	72.5	100.00	1.2284	6.90476	2.8986	9.50511	19.308	4.5	8.2069	12
Cecropia syadophylla	CECROPIACEAE	embaúba turen	52.50	100.00	1.36	5.00	2.90	10.51	18.40	5	10.14	12
Dipteryx odorata	LEGUMINOSAE-PAP.	cumaru grande	65.00	75.00	0.55	6.19	2.17	4.26	12.63	4	8.65	11
Parkia multijuga	LEGUMINOSAE-MIM.	fava arara tucupi	60.00	100.00	0.49	5.71	2.90	3.82	12.43	2.3	5.57	11
Bellucia imperialis	MELASTOMACEAE	muúba	55.00	100.00	0.46	5.24	2.90	3.53	11.66	4	6.95	10
Cecropia sp.1	CECROPIACEAE	embaúba de pico (branca)	35.00	100.00	0.68	3.33	2.90	5.25	11.49	5	9.93	12
Byrsonima cf. crassifolia	MALPIGHIACEAE	murici	17.50	100.00	0.88	1.67	2.90	6.80	11.36	5	8.14	12
Vismia sp.	CLUSIACEAE	lacre	57.50	75.00	0.45	5.48	2.17	3.45	11.10	5	7.85	10
Stryphnodendron cf. polyphyllum	LEGUMINOSAE-MIM.	fava cemuzé	27.50	75.00	0.73	2.62	2.17	5.65	10.44	3	7.09	10
Vismia cf. duckei	CLUSIACEAE	lacre vermelho	47.50	50.00	0.49	4.52	1.45	3.76	9.73	5	7.58	11
Vismia guianensis	CLUSIACEAE	lacre vermelho	30.00	100.00	0.31	2.86	2.90	2.39	8.14	5	7.71	12
Bertholetia excelsa	LECYTHIDACEAE	castanha do para	22.50	50.00	0.41	2.14	1.45	3.17	6.77	5	8.56	12
Eucalypto torelliana	MYRTACEAE	eucalypto torelliana	30.00	50.00	0.26	2.86	1.45	2.02	6.33	5	7.04	10
Dialium guianensis	LEGUMINOSAE-CAES.	jutai pororoca	30.00	50.00	0.25	2.86	1.45	1.95	6.26	3	5.04	8
Qualea sp.	VOCHYSIACEAE	quaruba	30.00	50.00	0.19	2.86	1.45	1.49	5.79	7	8.13	9
Maprounea guianensis	EUPHORBIACEAE	caxixá	22.50	50.00	0.26	2.14	1.45	2.00	5.59	4.5	6.11	9
Mabea cf. caudata	EUPHORBIACEAE	taquari	7.50	25.00	0.49	0.71	0.72	3.82	5.26	9	10.00	11
Tachigalia sp.	LEGUMINOSAE-CAES.	tachi do campo	27.50	50.00	0.14	2.62	1.45	1.06	5.13	5	5.59	7
Laetia procera	FLACOURTIACEAE	psu jacare	20.00	75.00	0.10	1.90	2.17	0.80	4.88	3.5	7.94	12
Brosimum parinariodes	MORACEAE	amapa	10.00	100.00	0.04	0.95	2.90	0.32	4.17	5	6.00	7
Miconia sp.3	MELASTOMACEAE	sapateiro	15.00	50.00	0.12	1.43	1.45	0.92	3.80	7	8.25	9
Goupia glabra	CELASTRACEAE	cupiúba	17.50	50.00	0.08	1.67	1.45	0.65	3.76	6	6.50	7
Acacia mangium	LEGUMINOSAE-MIM.	cassia manja	22.50	25.00	0.34	0.24	0.72	2.64	3.61		8.00	
Hymenolobium sp.	LEGUMINOSAE-PAP.	angelim arceira	12.50	50.00	0.10	1.19	1.45	0.80	3.44	4.5	5.30	6
Trattinnickia burserifolia	BURSERACEAE	breu sucuruba	12.50	50.00	0.09	1.19	1.45	0.69	3.33	6	6.60	8
Roucheria cf. callophylla	LINACEAE	quaruba branca	10.00	50.00	0.07	0.95	1.45	0.54	2.94	4.5	6.88	9
Hymenolobium excelsa	LEGUMINOSAE-PAP.	angelim da mata	10.00	50.00	0.07	0.95	1.45	0.54	2.94	5	6.50	8
Aparisthimun cordatum	EUPHORBIACEAE	pau de indio	7.50	50.00	0.09	0.71	1.45	0.69	2.86	4	4.67	6
Duckesia sericea	HUMIRIACEAE	uchi de morcego	7.50	50.00	0.08	0.71	1.45	0.60	2.77	7	8.00	9
Newionia suaveolens	LEGUMINOSAE-MIM.	timborana	7.50	25.00	0.14	0.71	0.72	1.10	2.53	5	6.33	7
Dynizia excelza	LEGUMINOSAE-MIM.	angelim pedra	7.50	50.00	0.03	0.71	1.45	0.24	2.41	4	4.33	4.5
Duguetia sp.	ANNONACEAE	envira preta casca lisa	5.00	50.00	0.06	0.48	1.45	0.44	2.37	6.5	6.75	7
cf. Havetiopsis sp.	CLUSIACEAE	apuí	5.00	50.00	0.05	0.48	1.45	0.41	2.33	5	5.50	6
Couma macrocarpa	APOCYNACEAE	sorva grande	7.50	50.00	0.02	0.71	1.45	0.15	2.31	3.5	3.83	4
Dalbergia spruceana	LEGUMINOSAE-PAP.	jacarandá	7.50	50.00	0.02	0.71	1.45	0.12	2.28	3.5	4.33	5
NI	NI	palheteiro	7.50	50.00	0.02	0.71	1.45	0.12	2.28	3.5	4.33	5
Stryphnodendron sp.	LEGUMINOSAE-MIM.	fava dentinho	5.00	25.00	0.14	0.48	0.72	1.06	2.26	7	7.50	8
Parkia pendula	LEGUMINOSAE-MIM.	fava de pendulo	5.00	50.00	0.03	0.48	1.45	0.25	2.17	2.5	4.75	7
sp.2	LEGUMINOSAE-PAP.	fava mucuna	5.00	50.00	0.03	0.48	1.45	0.23	2.15	5	6.00	7
Didymopanax morototoni	ARALIACEAE	morototó	2.50	25.00	0.12	0.24	0.72	0.94	1.90		11.00	
Eucalypto pellita	MYRTACEAE	eucalypto pelito	5.00	25.00	0.09	0.48	0.72	0.66	1.86	6.5	8.25	10
Guatteria amazonia	ANNONACEAE	envira conde	5.00	25.00	0.08	0.48	0.72	0.62	1.82	7	8.50	10
Byrsonima sp.	MALPIGHIACEAE	murici grande da mata	5.00	25.00	0.07	0.48	0.72	0.53	1.73	7	7.50	8
Dyospyros sericea	EBENACEAE	caqui	5.00	25.00	0.05	0.48	0.72	0.41	1.61	10	10.00	10
Hymenaea courbaril	LEGUMINOSAE-CAES.	jatobá	7.50	25.00	0.02	0.71	0.72	0.16	1.60	5	6.00	7
Parkia oppositifolia	LEGUMINOSAE-MIM.	fava japacamin	5.00	25.00	0.04	0.48	0.72	0.31	1.51	6	6.50	7
Sacoglottis matogrossensis	HUMIRIACEAE	axuá	5.00	25.00	0.03	0.48	0.72	0.26	1.46	7	7.50	8
Agonandra brasiliensis	OPLIACEAE	pau marfim	2.50	25.00	0.06	0.24	0.72	0.47	1.43		7.00	
NI	NI	quaruba grande	2.50	25.00	0.05	0.24	0.72	0.42	1.38		10.00	
Enterolobium sp.	LEGUMINOSAE-MIM.	tamburil	5.00	25.00	0.02	0.48	0.72	0.13	1.33	5	5.50	6
Tachigalia cf. myrmecophylla	LEGUMINOSAE-CAES.	tachi	5.00	25.00	0.02	0.48	0.72	0.12	1.32	3	4.50	6
Inga sp.	LEGUMINOSAE-MIM.	inga cipó	2.50	25.00	0.04	0.24	0.72	0.31	1.27		8.00	
Cecropia sp.2	CECROPIACEAE	embaúba pequena	2.50	25.00	0.03	0.24	0.72	0.23	1.20		8.00	
Simaba cedron	SIMAROUACEAE	pau para tudo	2.50	25.00	0.03	0.24	0.72	0.22	1.19		8.00	
sp.1	LEGUMINOSAE-MIM.	fava mapuchiqui	2.50	25.00	0.03	0.24	0.72	0.22	1.18		9.00	
Bagassa guianensis	MORACEAE	tatajuba	2.50	25.00	0.03	0.24	0.72	0.21	1.17		10.00	
Parkia sp.	LEGUMINOSAE-MIM.	fava paricá grande	2.50	25.00	0.02	0.24	0.72	0.19	1.15		5.00	

CONTINUA...

...CONTINUAÇÃO

ESPECIE	FAMILIA	NOME VULGAR	Dens.A. (ind/ha)	Freq.A. %	Dom.A. (m2/ha)	Den.R. %	Freq.R. %	Dom.R. %	IVI	ALTURA (m)		
										min	med	max
Miconia sp.1	MELASTOMATACEAE	mara mara branca	2.50	25.00	0.02	0.24	0.72	0.14	1.10	7.00		
Guatteria sp.	ANNONACEAE	envira preta	2.50	25.00	0.02	0.24	0.72	0.12	1.08	9.00		
Pithecoelobium sp.	LEGUMINOSAE-MIM.	angelim veludo	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.10	1.07	8.00		
Cordia alliodora	BORAGINACEAE	uruá pretinho	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.09	1.05	8.00		
Caryocar gabrum	CARYOCARACEAE	piquiarana	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.07	1.04	4.00		
Platymiscium duckei	LEGUMINOSAE-PAP.	macacaúba	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.07	1.04	4.00		
Eucalypto urophylla	MYRTACEAE	eucelipto florofila	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.07	1.03	7.00		
Caryocar villosum	CARYOCARACEAE	piquiá verdadeiro	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.06	1.02	8.00		
NI	NI	NI	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.06	1.02	8.00		
Hevea guianensis	EUPHORBIACEAE	seringa	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.06	1.02	8.00		
Guatteria cf. ovatifolia	ANNONACEAE	envira branca	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.06	1.02	7.00		
Inga cf. velutina	LEGUMINOSAE-MIM.	inga vermelho	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.06	1.02	7.50		
NI	NI	marisarro/mari mari	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.05	1.01	5.00		
Miconia sp.2	MELASTOMATACEAE	mara mara	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.04	1.01	7.00		
sp.1	RUBIACEAE	erva de rato	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.04	1.01	3.00		
Aspidosperma obscurinervium	APOCYNACEAE	marajussara / piquiá marfim	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.04	1.01	1.70		
Swietenia macrophylla	MELIACEAE	mogno	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.04	1.01	5.50		
sp.3	LEGUMINOSAE-MIM.	feva orelha de preto	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.04	1.00	2.50		
NI	NI	NI (exotico)	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.04	1.00	6.00		
Jacaranda copaia	BIGNONIACEAE	para para	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.04	1.00	5.00		
Swartzia cf. acuminata	LEGUMINOSAE-PAP.	pitaíta / paracutaca	2.50	25.00	0.01	0.24	0.72	0.04	1.00	3.00		
Dipteryx cf. polyphylla	LEGUMINOSAE-PAP.	cumaru ferro	2.50	25.00	0.00	0.24	0.72	0.03	1.00	5.00		
---	---	individuos mortos	47.50	100.00	0.58	4.52	2.90	4.47	11.90	2	6.39	11

Area amostrada 0.4

individuos amostrados 420

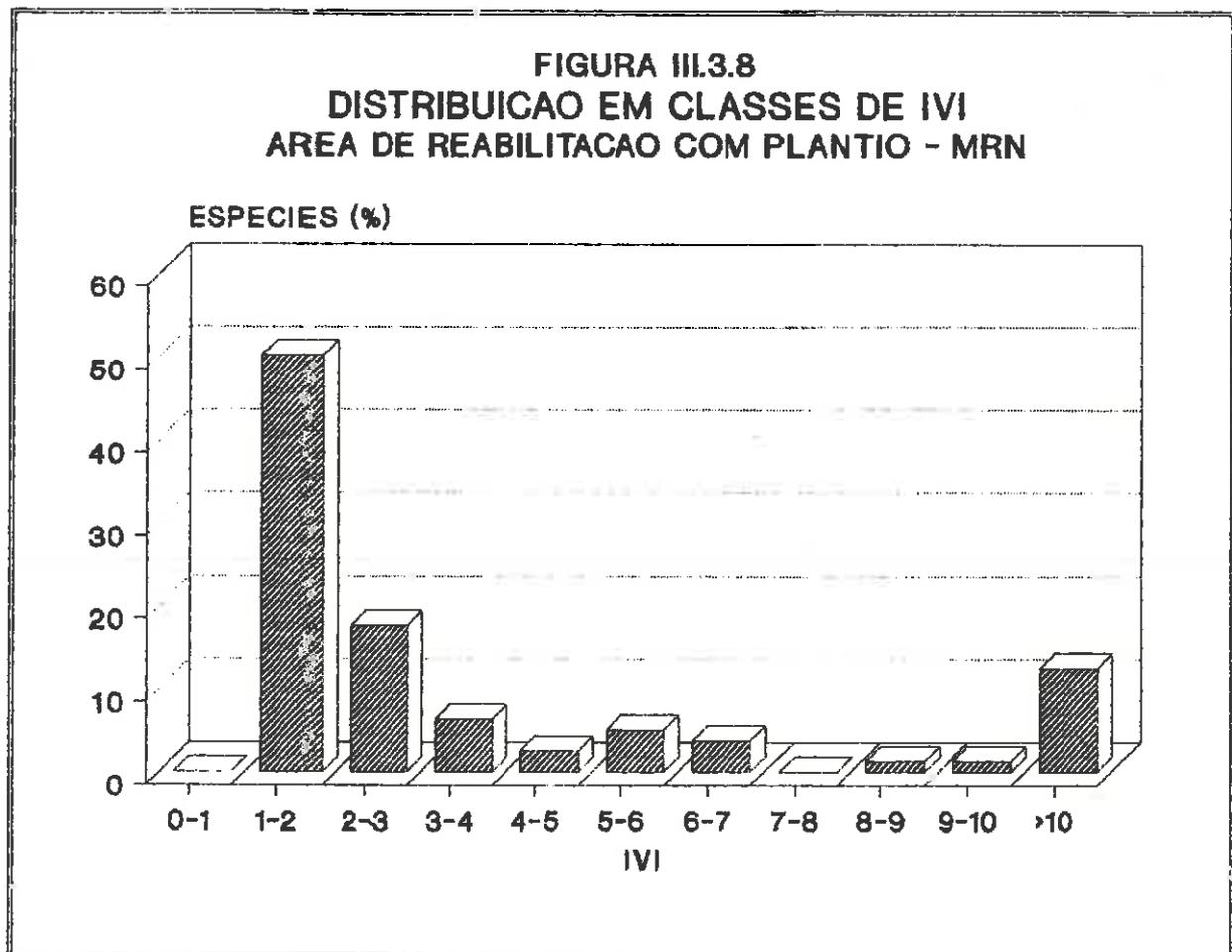
densidade total 1050

dominancia 12.92

diversidade 3.75

especies amostradas 79

FIGURA III.3.8
DISTRIBUICAO EM CLASSES DE IVI
AREA DE REABILITACAO COM PLANTIO - MRN



A família de maior IVI nesta área (Tabela III.3.5) foi Leguminosae (IVI=88,81), seguida com bastante diferença de Clusiaceae (IVI=32,41) e Cecropiaceae (IVI=32,24). Conforme mostra as Figuras III.3.9 e III.3.10, Leguminosae possui não só a maior densidade (32%), como também o maior número de espécies amostradas (36% do total). Em densidade, seguem a esta família as clusiáceas (15%), as cecropiáceas (9,5%) e melastomatáceas e anacardiáceas ambas com 7,5% dos indivíduos amostrados. Em relação à representatividade de espécies por família, as demais não abrangeram nem 5% do total, cada uma delas.

TABELA III.3.5

Famílias Amostradas em Áreas de Plantio em Ordem Decrescente de IVI Platô Saracá, Mineração Rio do Norte, Porto Trombetas/PA

FAMILIA	Nº Esp.	Den. R. (%)	Freq. R. (%)	Dom. R. (%)	IVI
LEGUMINOSAE	28	31,67	30,43	26,70	88,81
CLUSIACEAE	4	13,97	7,97	10,48	32,41
CELASTRACEAE	3	8,98	6,52	16,74	32,24
MELASTOMATAACE	4	7,48	5,80	4,85	18,13
ANACARDIACEAE	1	7,23	2,90	9,95	20,08
EUPHORBIACEAE	4	3,99	4,35	6,87	15,21
MYRTACEAE	3	3,74	2,90	2,88	9,52
VOCHYSIACEAE	1	2,99	1,45	1,56	6,00
MALPIGHIACEAE	2	2,24	3,62	7,67	13,54
LECYTHIDACEAE	1	2,24	1,45	3,32	7,02
FLACOURTIACEAE	1	2,00	2,17	0,84	5,01
CELASTRACEAE	1	1,75	1,45	0,68	3,87
ANNONACEAE	4	1,50	3,62	1,29	6,41
MORACEAE	2	1,25	2,17	0,55	5,42
HUMIRIACEAE	2	1,25	1,45	0,90	4,32
BURSERACEAE	1	1,25	1,45	0,73	3,42
LINACEAE	1	1,00	2,17	0,56	3,01
APOCYNACEAE	2	1,00	0,72	0,20	3,37
EBENACEAE	1	0,50	1,45	0,43	1,66
CARYOCARACEAE	2	0,50	0,72	0,14	2,09
OPLIACEAE	1	0,25	0,72	0,49	1,46
SIMAROUBACEAE	1	0,25	0,72	0,23	1,21
RUBIACEAE	1	0,25	0,72	0,05	1,02
ARALIACEAE	1	0,25	0,72	0,98	1,95
MELIACEAE	1	0,25	0,72	0,05	1,02
BIGNONIACEAE	1	0,25	0,72	0,04	1,02
BORAGINACEAE	1	0,25	0,72	0,09	1,07
Não identificadas	5	1,75	4,35	0,69	6,77

A distribuição em altura (Figura III.3.11) mostra uma leve predominância de dois estratos (entre 4 e 5 m e entre 6 e 7 m),havendo a partir daí um contínuo de copas até o máximo de 12m.

FIGURA III.3.9
DENSIDADE POR FAMILIA
AREA DE REABILITACAO COM PLANTIO - MRN

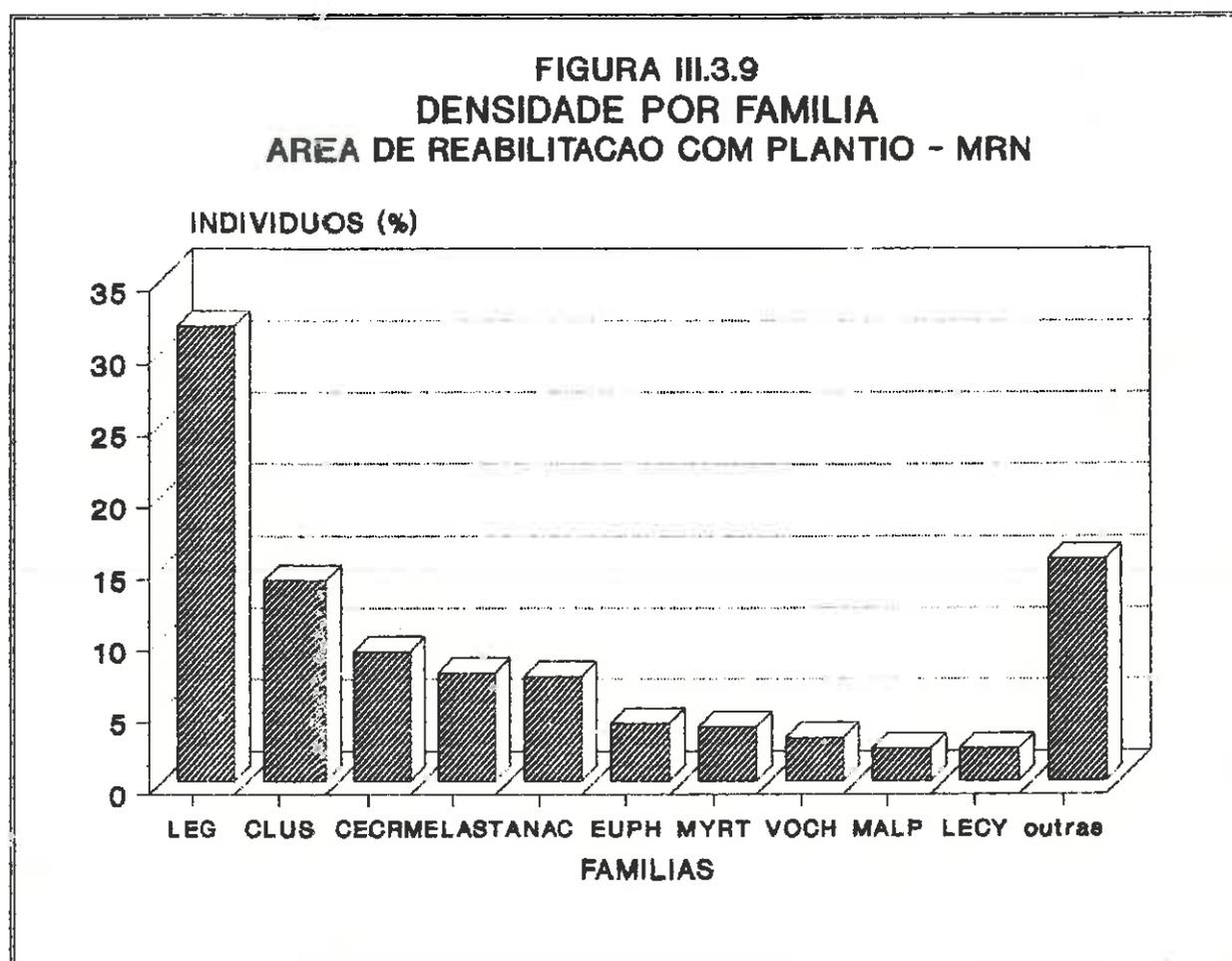


FIGURA III.3.10
DIVERSIDADE POR FAMILIA
AREA DE REABILITACAO COM PLANTIO - MRN

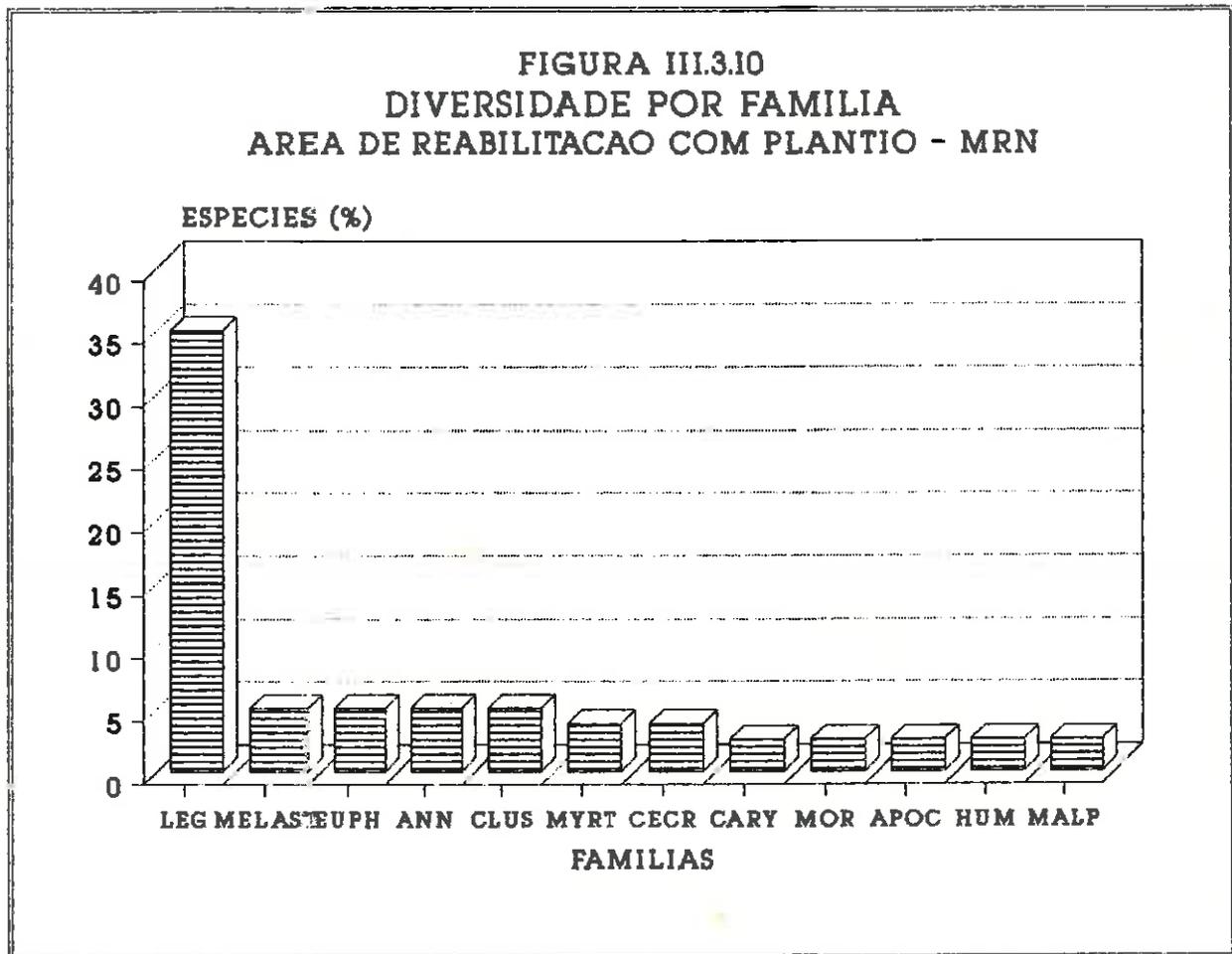
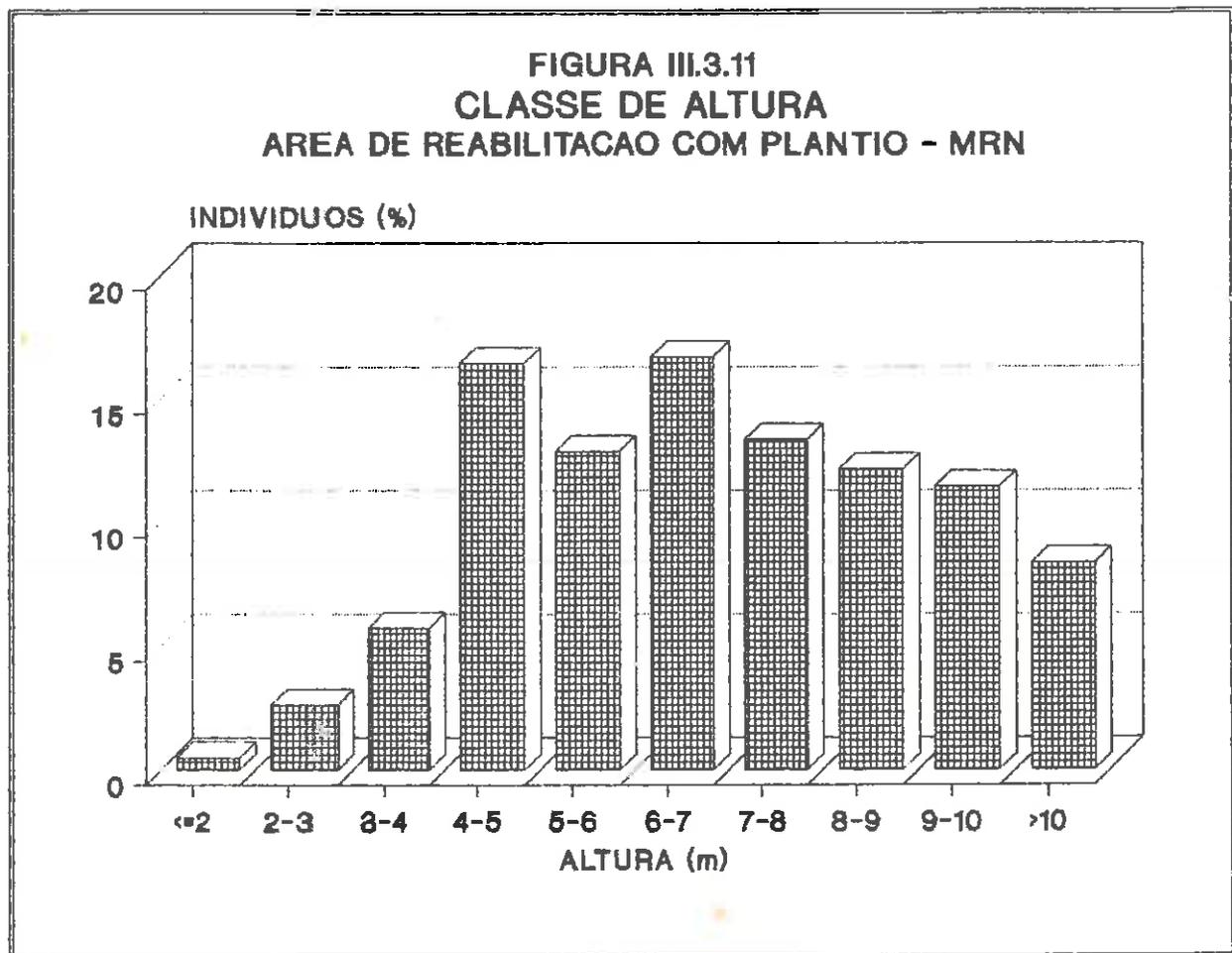


FIGURA III.3.11
CLASSE DE ALTURA
AREA DE REABILITACAO COM PLANTIO - MRN



Quanto à distribuição em classe de diâmetro, a Figura III.3.12 apresenta uma predominância na menor classe, mais de 35% dos indivíduos o possuem até 7,5 cm, decrescendo a partir daí até o máximo de 42 cm de um murici.

A camada de "litter" apresentou uma média de 6,58 cm, tendo o mínimo de 0 e o máximo de 16 cm. Muitas áreas apresentaram-se totalmente desprovidas da camada de serrapilheira estando sujeitas a lixiviações e carreamentos de nutrientes, enquanto as áreas de maior camada possuíam em geral bastante folhas de embaúbas ou às vezes de *Acacia mangium*.

3.1.1.3.2.2 - Regeneração Natural

Apenas encontrou-se uma pequena área com cobertura vegetal considerável onde não foi realizado nenhum tipo de plantio, estando localizada no Bloco A. Em função de possuir uma reduzida extensão e apenas para se ter uma idéia do comportamento do processo de regeneração sem intervenção antrópica direta, demarcou-se somente uma parcela exploratória. Os dados foram analisados, mas com a ressalva de que qualquer generalização pode apresentar graves distorções.

A espécie de maior densidade nesta área (Tabela III.3.6) foi *Laetia procera* (pau jacaré), representando 13,60% dos indivíduos amostrados, seguida por *Vismia guianensis* (lacre vermelho) com 10,40% e *Bellutia imperialis* (muúba) com 9,60%. Esta última espécie também apresentou a maior dominância relativa (14,65% do total de área basal amostrada).

É interessante notar como as espécies do gênero *Cecropia*, sendo reconhecidamente colonizadoras de áreas intensamente ensolaradas e bastante comuns em áreas desmatadas próximas e mesmo nas áreas de plantio, aparecem em número reduzido nesta área estudada. Somados os valores de densidade das duas espécies encontradas, elas representam apenas 1,60% do total de indivíduos amostrados. Porém, dentro do elevado índice de indivíduos mortos encontrados (12,0%) 73,0% destes são representados por embaúbas mortas. Isto sugere que estas espécies já colonizaram a área e atualmente encontram-se em final de ciclo de vida, acrescentando assim um importante volume de matéria orgânica ao solo.

As lianas foram representadas por apenas uma espécie (*Davilla* sp., cipó d'água), somando 2,40% dos indivíduos totais amostrados.

Apenas 22 espécies foram amostradas nesta área e devido à predominância de algumas delas o índice de diversidade de Shannon apresentou-se baixo (2,67 nats/indivíduo).

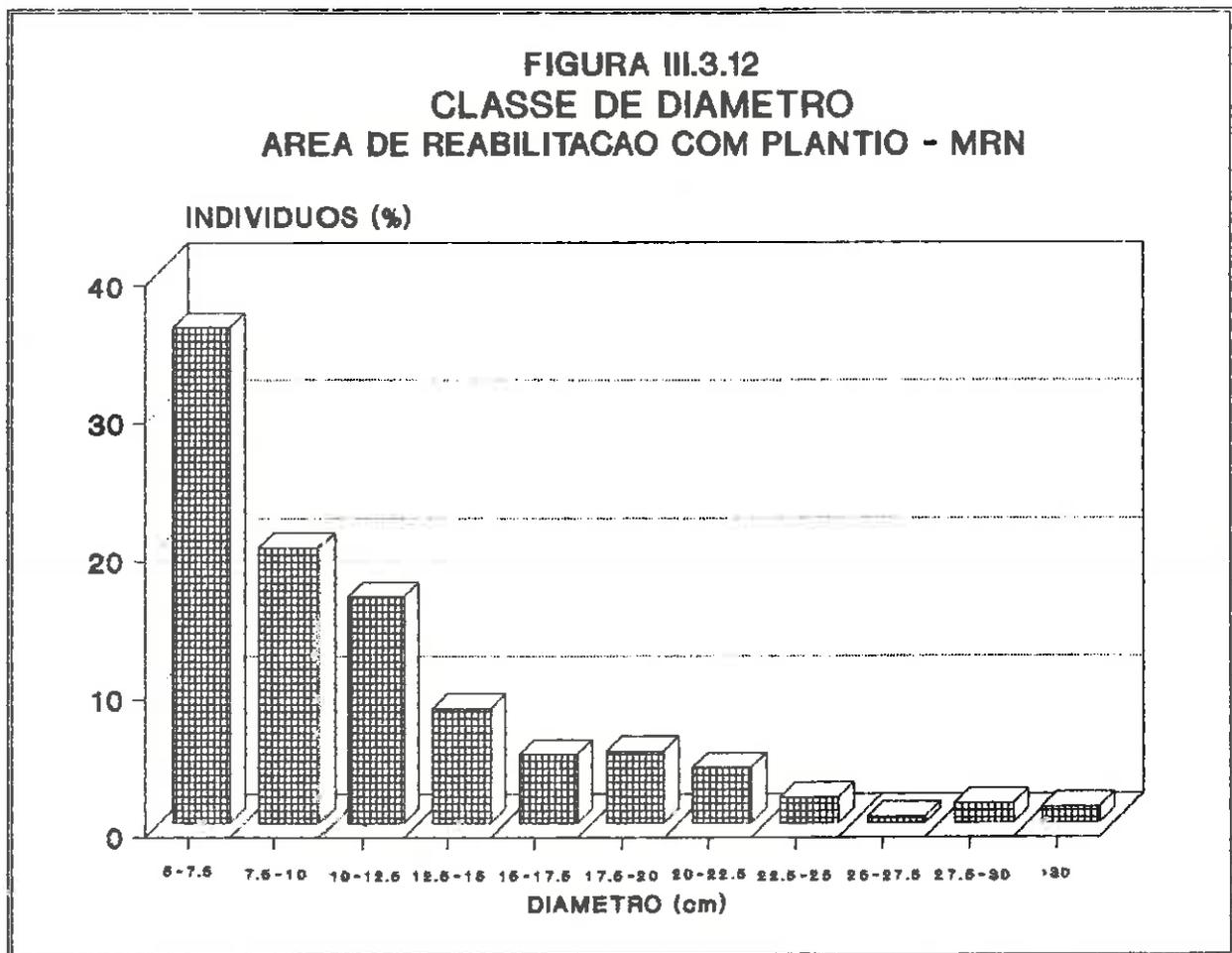
TABELA III.3.6

Espécies amostradas em área de regeneração natural em ordem decrescente de densidade relativa. Platô Saracá. Mineração Rio do Norte, Porto Trombetas, PA

ESPECIE	FAMILIA	NOME VULGAR	Den.R. %	Dom.R. %	ALTURA (m)		
					min	med	max
<i>Laetia procera</i>	FLACOURTIACEAE	pau jacaré	13.60	3.94	5.0	7.47	10.0
<i>Vismia guianensis</i>	CLUSIACEAE	lacre vermelho	10.40	13.98	7.0	8.85	10.0
<i>Bellutia imperialis</i>	MELASTOMATACEAE	muúba	9.60	14.65	8.0	9.50	10.0
<i>Goupia glabra</i>	CELASTRACEAE	cupiúba	8.80	4.09	6.0	7.27	8.0
sp.1	LEGUMINOSAE-PAP.	fava mucuna	8.00	5.77	7.0	8.30	12.0
<i>Miconia</i> sp.1	MELASTOMATACEAE	mara mara	7.20	9.48	8.0	9.00	10.0
<i>Byrsonima</i> cf. <i>crassifolia</i>	MALPIGHIACEAE	murici	5.60	21.41	9.0	10.00	11.0
<i>Vismia</i> sp.	CLUSIACEAE	lacre 3	4.80	3.98	6.0	8.33	10.0
cf. <i>Havetiopsis</i> sp.	CLUSIACEAE	apuí	2.40	2.38	7.0	7.33	8.0
<i>Vismia</i> cf. <i>duckei</i>	CLUSIACEAE	lacre vermelho	2.40	1.11	8.0	8.67	9.0
<i>Guatteria amazonica</i>	ANNONACEAE	envira conde	2.40	1.32	8.0	8.00	8.0
<i>Parkia multijuga</i>	LEGUMINOSAE-MIM.	fava arara tucupi	2.40	2.89	5.0	6.67	8.0
<i>Miconia</i> sp.2	MELASTOMATACEAE	mara mara 2	1.60	0.45	4.0	5.00	6.0
<i>Cecropia</i> sp.1	CECROPIACEAE	embaúba piquenta	0.80	0.56		9.00	
<i>Cecropia syadophylla</i>	CECROPIACEAE	embaúba toren	0.80	0.85		10.00	
<i>Duckesia sericea</i>	HUMIRIACEAE	uchi de morcego	0.80	0.30		7.00	
<i>Ouratea ferruginea</i>	OCHNACEAE	uchi liso	0.80	0.48		6.00	
<i>Didymopanax mototoni</i>	ARALIACEAE	morototó	0.80	3.03		12.00	
<i>Duroia</i> sp.	RUBIACEAE	erva de rato	0.80	0.27		5.00	
<i>Guatteria</i> cf. <i>ovatifolia</i>	ANNONACEAE	envira branca	0.80	0.63		9.00	
<i>Naucleopsis</i> sp.	MORACEAE	muiratinga	0.80	0.18		7.00	
linas (<i>Davilla</i> sp.)	DILLENIACEAE	cipó d'agua	2.40	0.66		--	
---	---	individuos mortos	12	7.60	3.0	5.67	8.0

mortos (embauba) %	0,79
area amostrada	0,10
especies amostradas	22
densidade	1250,00
dominancia	12,88
diversidade	2,67

FIGURA III.3.12
CLASSE DE DIAMETRO
AREA DE REABILITACAO COM PLANTIO - MRN



A família de maior presença nesta área (Tabela III.3.7), tanto no que diz respeito ao número de indivíduos (Figura III.3.13) como no número de espécies (Figura III.3.14), foi Clusiaceae, possuindo 22,73% de densidade relativa e 18,18% da diversidade amostrada. No caso da densidade seguem esta família as melastomatóceas (20,91% dos indivíduos), flacourtiáceas (15,45%) e leguminosas (11,82%). No número de espécies seguem melastomátaceas (13,36%) e depois Cecropiaceae, Annonaceae e Leguminosae, todas elas com 9,1% das espécies amostradas.

TABELA III.3.7

Famílias Amostradas em Áreas de Regeneração Natural em Ordem Decrescente de Densidade Relativa. Platô Saracá, Mineração Rio do Norte, Porto Trombetas/PA.

FAMÍLIA	Nº ESP.	DEN. R. %	DOM. R. %
CLUSIACEAE	4	22,73	21,45
MELASTOMATACEA	3	20,91	24,58
FLACOURTIACEAE	1	15,45	3,94
LEGUMINOSAE	2	11,82	8,66
CELASTRACEAE	1	10,00	4,09
MALPIGHIACEAE	1	6,36	21,41
ANNONACEAE	2	3,64	1,95
DILLENACEAE	1	2,73	0,66
CECROPIACEAE	2	1,82	1,40
OCHNACEAE	1	0,91	0,48
RUBIACEAE	1	0,91	0,27
MORACEAE	1	0,91	0,18
ARALIACEAE	1	0,91	3,03
HUMIRIACEAE	1	0,91	0,30

A distribuição em classes de altura (Figura III.3.15) mostra um predomínio dos indivíduos na faixa entre 8 e 9 m decaindo tanto no sentido da menor altura como para as mais altas. Isto reflete uma característica comum de comportamento a quase todas as espécies ali encontradas. Provavelmente, o aporte de sementes no local se deu num curto intervalo de tempo, seja através de dispersão ou provenientes do solo orgânico colocado na área, e as plântulas sobreviventes apresentaram um crescimento homogêneo atingindo um dossel equivalente com o máximo de 12 m de altura.

A distribuição em classe de diâmetro (Figura III.3.16) apresenta uma curva esperada para uma área em estágio inicial de regeneração. Existe uma concentração na menor classe (mais de 35% entre 6 e 7 cm), decrescendo vertiginosamente em direção aos maiores valores.

A camada de "litter" apresentou uma espessura média de 11,33 cm, com o menor valor de 2 cm e o maior de 16 cm. Em geral, esta camada era formada por troncos e folhas velhas de embaúbas, mostrando a grande importância desta espécie para recomposição do solo.

FIGURA III.3.13
DENSIDADE POR FAMILIA
REGENERACAO NATURAL - MRN

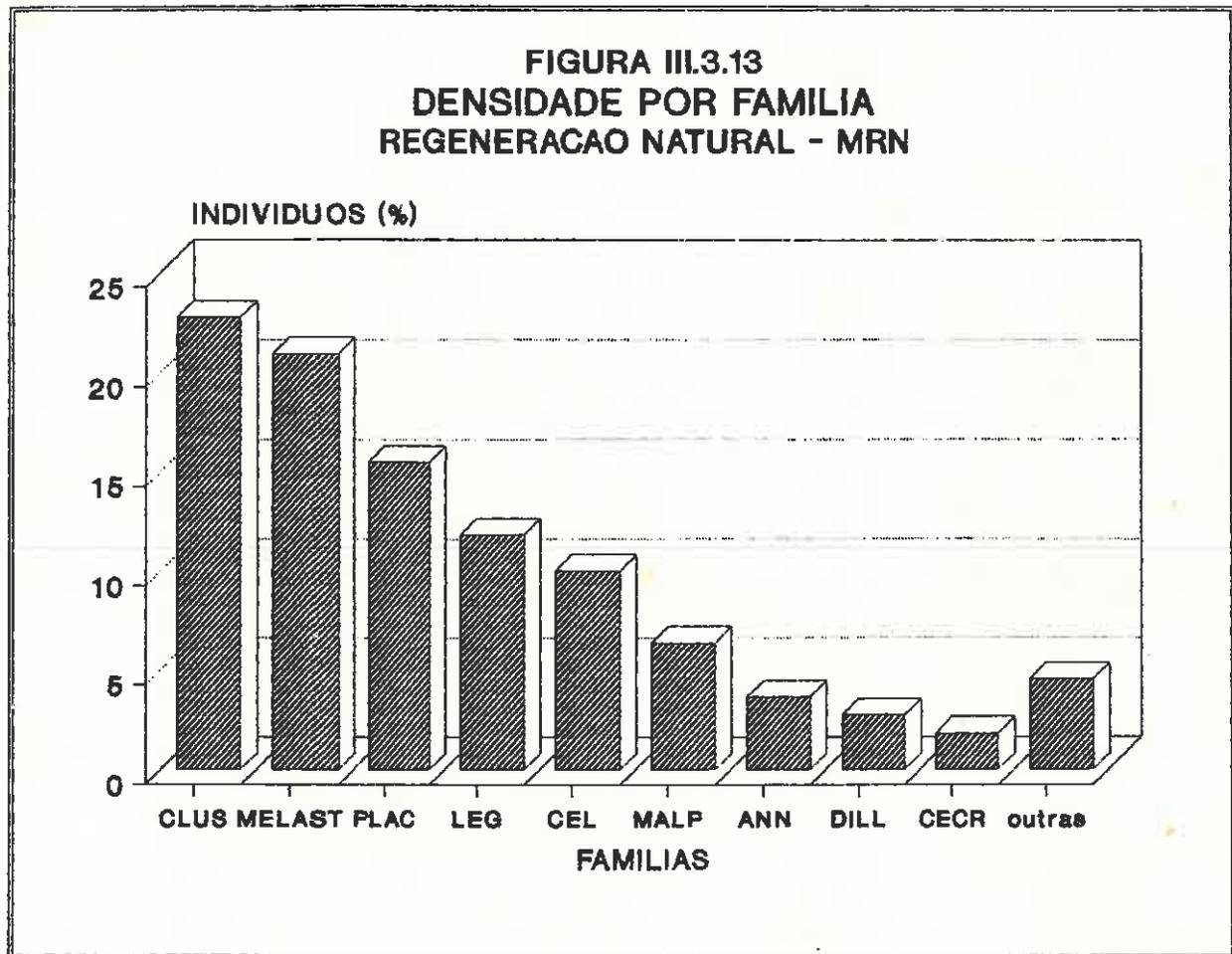


FIGURA III.3.14
DIVERSIDADE POR FAMILIA
REGENERACAO NATURAL - MRN

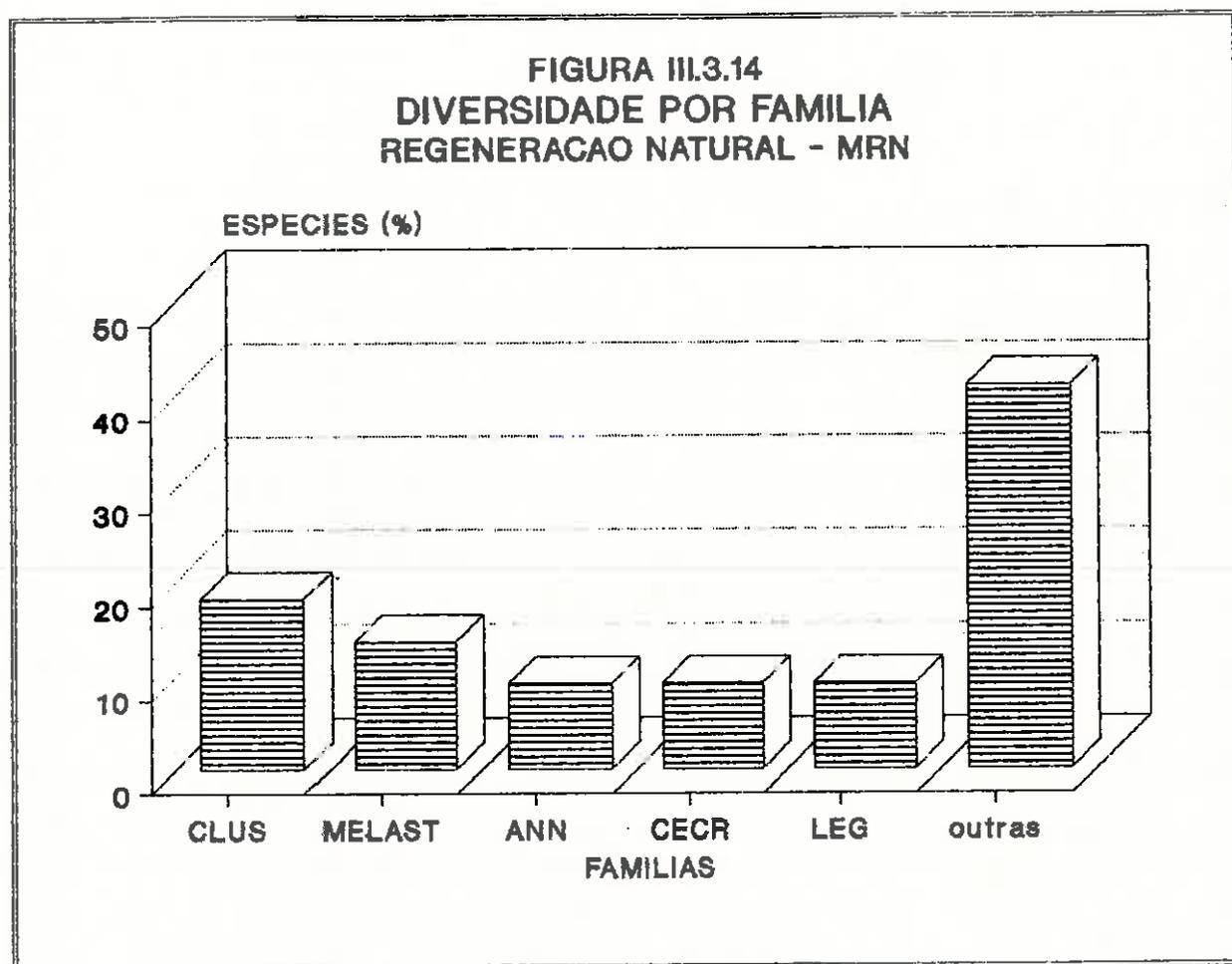


FIGURA III.3.15
CLASSE DE ALTURA
REGENERACAO NATURAL - MRN

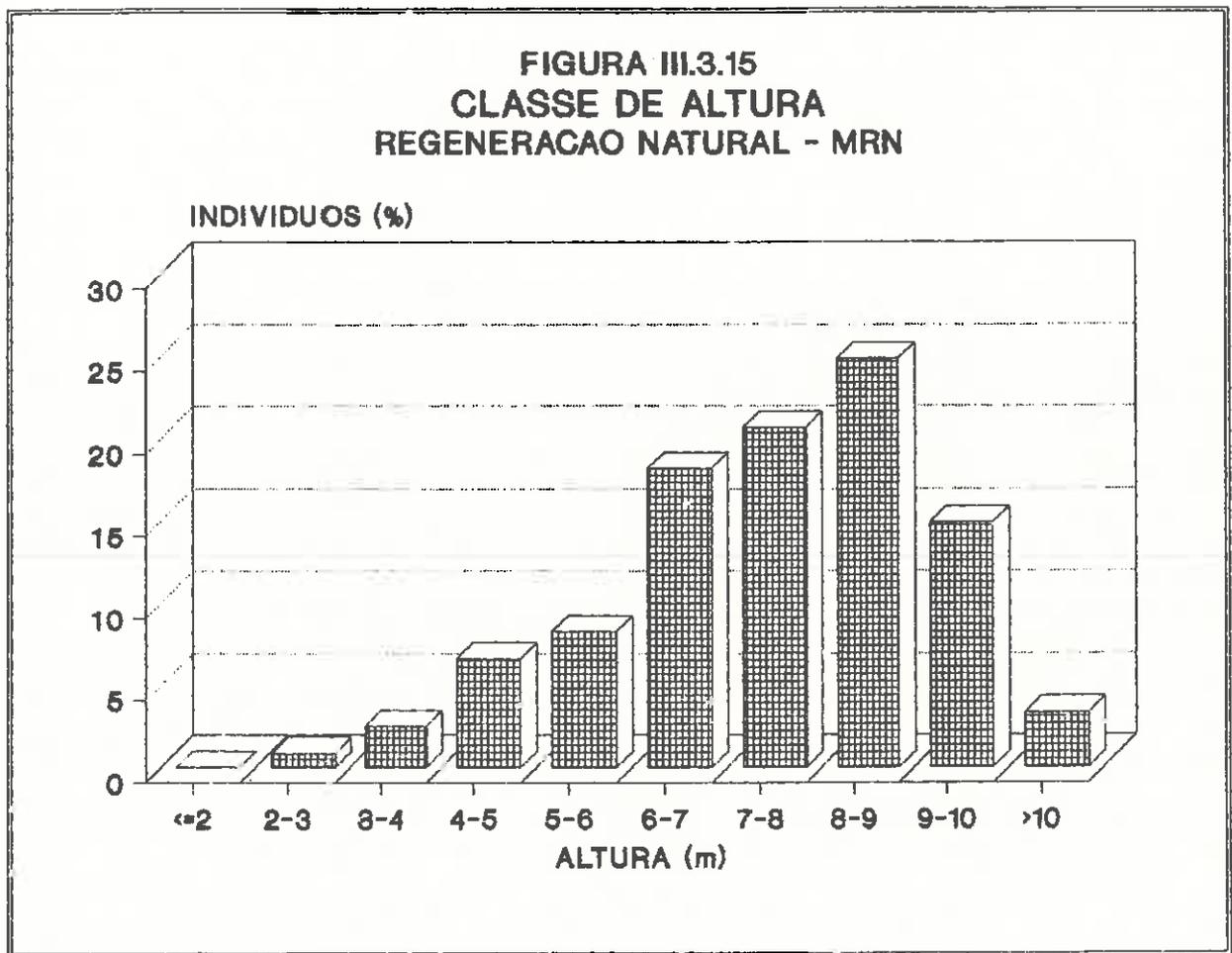
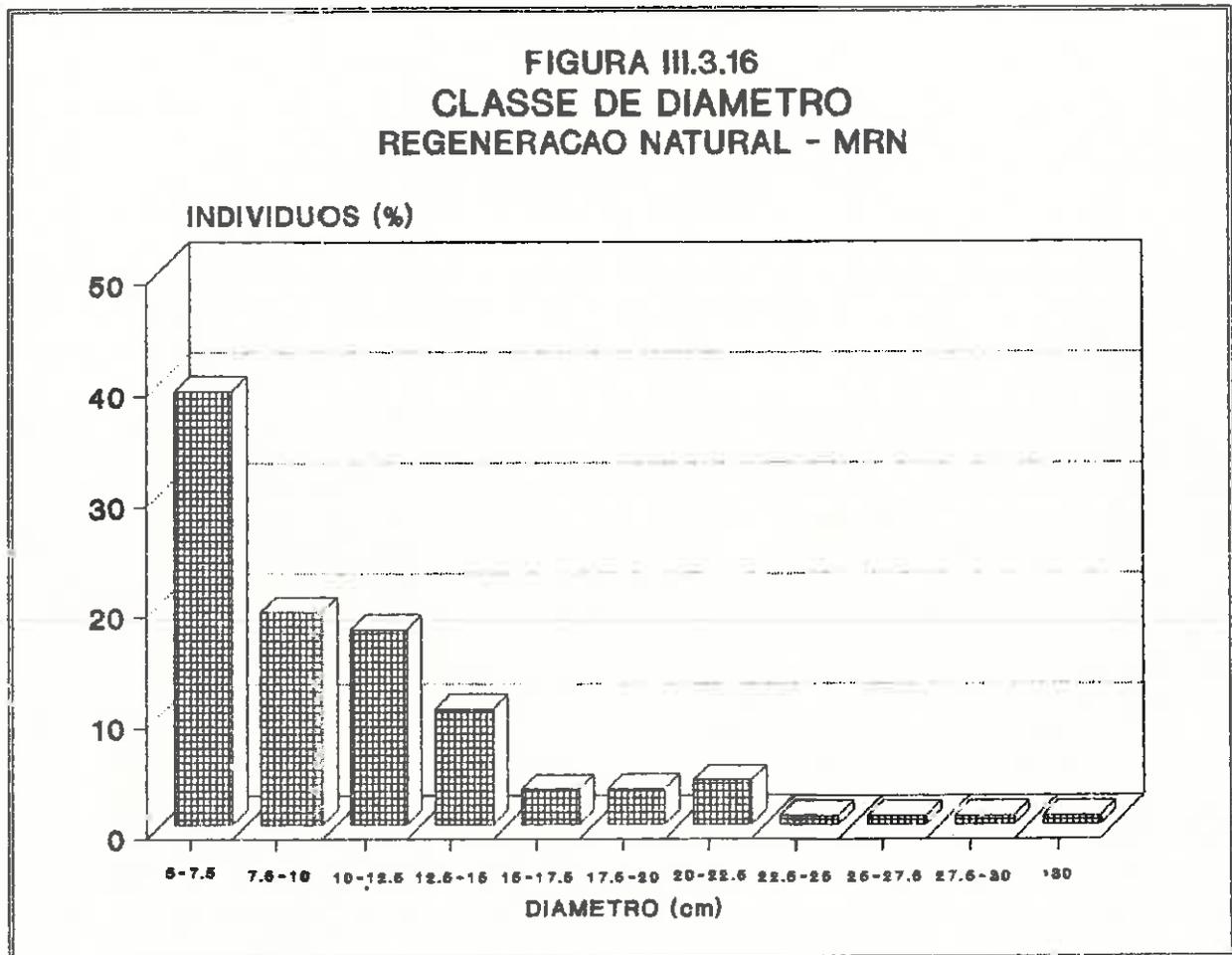


FIGURA III.3.16
CLASSE DE DIAMETRO
REGENERACAO NATURAL - MRN



3.1.1.4 - Potencial Econômico

O uso potencial das essências florestais da Amazônia apresenta-se de forma múltipla, variando desde madeireira, gomífera, resinífera, oleífera, lactífera, até alimentar (Loureiro et al., 1979). Destes usos, o que se tem tornado de maior importância em toda região, principalmente Pará, é o madeireiro, tanto sob o ponto de vista econômico, revelando o grande valor econômico alcançado no mercado interno e externo, como no ambiental, por ser um dos principais motivos de impacto sobre o ecossistema amazônico.

Das 1674 espécies arbóreas conhecidas apenas 30 eram exploradas comercialmente, segundo Loureiro et al. (1979), mostrando a baixa proporção de uso em relação à diversidade. Hoje este conhecimento cresceu bastante assim como a quantidade de espécies comerciáveis. A lista elaborada pela AIMEX (1993) alcança um total de 73 espécies exportadas no período de 1987 a 1992.

No ano de 1992, o Estado do Pará exportou 12,3763 m³ de madeira entre usos diversos como tábuas, laminado e compensado (AIMEX, 1993), equivalendo a um valor pago ao exportador de aproximadamente 166 milhões de dólares; o que sem dúvida faz desta atividade uma importante fatia da balança comercial paraense.

No caso da floresta localizada na área de influência MRN, o potencial de madeiras se apresenta com baixo volume (INPA, 1979; FCAP, 1982), além de não ocorrerem espécies importantes como o mogno (*Swietenia macrophylla*) e haver baixíssima densidade de pau d' arco ou ipê (*Tabebuia serratifolia*), cedro (*Cedrela odorata*) e sucupira (*Diptotropis purpurea*), as madeiras de maior valor no mercado internacional.

Mesmo assim, há um considerável volume de madeiras comerciáveis. Os usos extrativistas perdem sua importância na área a ser minerada, pela necessidade de se retirar toda a cobertura vegetal para que se atinja a bauxita.

Das 209 espécies amostradas na área estudada 66 (31,5%) possuem algum tipo de uso para sua madeira, seja serraria, caixaria, compensado ou laminado; sendo que 24 (36,92% das passíveis de uso e 11,48% do total de espécies amostradas) constam da lista elaborada pela AIMEX (1993) das madeiras exportadas pelo Estado do Pará entre 1987 e 1992. Porém, a serraria localizada em Porto Trombetas utiliza uma baixa porcentagem destas madeiras. Apenas 13 espécies vem sendo beneficiadas, sendo que destas o cedro e o pau d' arco não caíram na amostra, indicando sua reduzida densidade na área.

Esta diferença entre o número de espécies utilizadas pela serraria local e o daquelas que compõem a lista da AIMEX e estão presentes na área, pode se dar tanto por restritos contatos comerciais de venda

por parte da madeireira ou pelo limite da capacidade de serra da empresa que não consegue absorver todo o potencial de madeira retirado das frentes de desmate da mina. Esta segunda possibilidade torna-se mais aceita quando se depara com os pátios da serraria com grande estoque de tábuas e com madeiras deixadas sem aproveitamento nas derrubadas recentes.

O volume total de madeira das espécies potencialmente aproveitáveis encontradas neste trabalho soma 341,71 m³/ha, correspondendo a 46,6 ind./ha. Porém, ao se considerar apenas o volume de madeiras exportáveis, o quantitativo é de 192,89 m³/ha e o volume daquelas utilizadas na serraria local somam 123,52 m³/ha.

Segundo dados levantados pela SUDAM (1979), o índice de aproveitamento médio das madeiras na serraria gira em torno de 55%. Os resíduos vão desde a casca e o alburne até o pó expelido pela serra, passando pelo aplainamento e polimento da madeira. Deve ainda levar em conta a desregulagem e idade de grande parte do maquinário em operação

Neste estudo não foi analisada a possibilidade de madeiras ocas, o que segundo relatos de madeireiros possui um alto índice de ocorrência. Para uma mata nos arredores de Manaus (AM), Rodrigues e Vale (1964) encontraram o elevado valor de 32% de madeiras ocas entre as árvores de DAP \geq 10 cm.

Desta forma, considerando-se os valores médios do índice de aproveitamento das madeiras de 55% e o da existência de troncos ocas de 32%, o volume de madeiras aproveitáveis na floresta de Porto Trombetas reduziria para cerca de 127,80 m³/ha e das espécies exportáveis para 72,14 m³/ha e o das espécies atualmente utilizadas na serraria para 48,94 m³/ha.

A Tabela III.3.8 mostra a lista das espécies de potencial madeireiro amostradas na área, em ordem decrescente de volume. Angelim pedra (*Dinizia excelsa*) encabeça a lista com 86,12 m³/ha de madeira e uma qualidade média do fuste (Q.méd) de 2,6, indicando a possibilidade de se obter mais ou menos 3 toras de 4 m por árvore. A altura média de seu fuste ficou em 22,67 m com o máximo de 25 e o mínimo de 20 m de altura. A seguir, aparecem *Goupia glabra* (cupiúba) com volume de 22,00 m³ e Q.méd. de 2,8 e *Hymenolobium excelsum* (angelim da mata) com o volume de 20,46 m³ de madeira e Q.méd. de 3, mostrando a excelente qualidade do fuste de suas árvores.

O fato da área de influência da MRN estar inserida numa Floresta Nacional (FLONA) de responsabilidade administrativa do IBAMA, faz deste órgão o proprietário de todo o volume de madeiras ali existente. Atualmente, segundo funcionário da serraria, o IBAMA vem recebendo cinco dólares por metro cúbico para cada árvore utilizada acima de 45 cm de DAP. Dentro deste valor e considerando que a futura área desmatada no platô Papagaio e Saracá e ao longo da linha da correia transportadora possui uma área total de aproximadamente 850 ha, o IBAMA deverá ser restituído em mais ou menos U\$ 208.000,00 considerando apenas as espécies atualmente trabalhadas na serraria.

Considerando o volume de madeiras das espécies que constam na lista das exportadas da AIMEX, este valor subiria para US\$306.600,00.

As madeiras de uso potencial para postes e caibros, que possuem grande utilidade e tem sido utilizadas dentro da própria infraestrutura da MRN, somam 178 metros lineares aproveitáveis por hectare. Estas não possuem valores mensuráveis na região já que o nível de comercialização é extremamente reduzido. Para as madeiras não aproveitáveis em marcenaria, dormentes, laminados, etc., uma outra opção comercial seria a fabricação de carvão, caso haja alguma demanda viável economicamente, considerando-se principalmente a distância até o centro consumidor.

TABELA III.3.8

Espécies de potencial madeireiro amostradas no platô Piriquito e Papagaio e sob área da futura correia transportadora em ordem decrescente de volume. Mineração Rio do Norte. Porto Trombetas, Pará

ESPECIE	NOME VULGAR	ALTURA COMERCIAL			Q.med	V.TOT (m ³ /ha)	F.for	Mad. exp.	USOS
		min	(m) med	max					
Dinizia excelsa	angelim pedra	20.0	22.67	25.0	2.6	89.12	0.70	X	marcenaria/dormente/construção
Goupia glabra	cupiúba	17.0	18.67	20.0	2.8	22.00	0.73	X	marcenaria/dormente/caixaria
Hymenolobium excelsum	angelim da mata	21.0	21.50	22.0	3.0	20.46	0.70		marcenaria/dormente/assolado
Eschweilera odora	mata mata branco	16.0	19.17	23.0	3.0	19.80	0.73	X	postes/lenha
Cariniana micrantha	tauari coco	22.0	23.50	25.0	3.0	16.29	0.66		madeira "embucha"/caixaria
cf. Chrysophyllum sp.	abiurana vermelha folha miuda	12.0	17.00	23.0	2.6	11.99	0.71		caixaria/carvão
Minuartia guianensis	acariquara	5.0	13.25	21.0	2.4	10.65	0.70		postes/unturaria
LEG-MIM. (sp.1)	fava	18.0	20.50	23.0	3.0	8.27	0.70		marcenaria
Buchanania huberi	cujarana		19.00		1.0	8.13	0.73	X	marcenaria/compensado
Virola cf. surinamensis	ucuúba mara de moça	15.0	18.50	22.0	3.0	6.84	0.70	X	marcenaria/caixaria/laminado/compensado
cf. Pouteria sp.	abiurana amarelo	18.0	20.67	22.0	3.0	5.05	0.71		caixaria/lenha
Ocotea myriantha	louro abacate	15.0	19.25	26.0	2.8	5.67	0.73		marcenaria
Duckesia sericea	uchi coroa		21.00		3.0	5.32	0.74		marcenaria
Hymenaea cf. parviflora	jatoba mirim /jutai mirim	19.0	21.00	23.0	2.7	5.30	0.80	X	marcenaria/obras hidráulicas
Newtonia suaveolens	timborana		23.00		3.0	5.23	0.70		marcenaria
Enterolobium sp.	tamburil		23.00		3.0	5.23	0.70	X	marcenaria
Hevea guianensis	seringa itauba	17.0	19.33	22.0	2.8	5.06	0.62		caixaria
Chrysophyllum prierii	abiurana vermelha	11.0	14.80	18.0	2.8	4.88	0.71		caixaria
Lecythis usitata	sapucaia		24.00		3.0	4.86	0.70		marcenaria
Tachigalia myrmecophylla	tachi pitomba	15.0	20.67	25.0	2.7	4.77	0.75	X	caixaria
Aspidosperma oblongum	carapanáuba		25.00		3.0	4.76	0.70	X	cabo de machado/moirão
Enterolobium skomburekii	fava orelha de nego		18.00		3.0	4.65	0.70	X	marcenaria/tacos
Ormosia discolor	tento		22.00		3.0	4.59	0.70		marcenaria
Tetragastris trifoliolata	breu mescla	17.0	18.50	20.0	3.0	4.33	0.76		caixaria
Endopleura uchi	uchi liso	14.0	18.00	22.0	3.0	4.32	0.74		marcenaria
Nectandra sp.	louro inhamaui	17.0	18.50	20.0	2.5	3.52	0.73		marcenaria
Anacardium spruceanum	cajuí	10.0	17.00	24.0	3.0	3.02	0.70		caixaria
Eperua cf. duckea	muirapiranga folha miuda	12.0	17.00	22.0	2.5	2.82	0.70		marcenaria
Dipterix odorata	cumaru verdeleiro	6.0	12.50	19.0	2.5	2.58	0.70	X	marcenaria/dormente/tacos/laminados
Gutteria amazonica	envira conde		23.00		3.0	2.45	0.71		caibro
Geissospermum sericeum	quinarana	4.0	10.00	15.0	1.8	2.45	0.70		cabo de ferramenta
Pouteria engleri	abiurana casca grossa	18.0	20.00	22.0	2.5	2.38	0.71	X	postes/dormente
Pouteria sp.	abiurana do brejo	10.0	13.00	15.0	2.7	2.29	0.71	X	estaca durável na água
Swartzia corrugata	gombeira preta	18.0	19.33	22.0	2.3	2.26	0.70		marcenaria
Brosimum parinariodes	amapá	23.0	23.00	23.0	3.0	2.23	0.71	X	caixaria/compensado
LEG-MIM (sp.2)	fava mapuxiqui		22.00		3.0	2.18	0.70		marcenaria
Ormosia costulata	tento vermelho		20.00		2.0	2.14	0.70		marcenaria
Astronium gracile	muiracitura		21.00		3.0	2.14	0.70	X	marcenaria/compensado/cabo de ferramenta
Peltogyne cf. leocointei	violeta / pau roxo		22.00		3.0	2.03	0.70	X	marcenaria/dormente/caibro
Eschweilera amara	mata mata vermelho	19.0	19.50	20.0	3.0	1.69	0.70	X	dormentes /postes
Caryocar villosum	piquiá verdeleiro		16.00		3.0	1.55	0.70	X	marcenaria/dormente/assolado
Anacardium giganteum	cajuaçá		22.00		3.0	1.54	0.70		caixaria/laminados/carpintaria
Mezilaurus itauba	itauba preta		17.00		3.0	1.24	0.73	X	marcenaria/assolado/dormente
Chrysophyllum cf. brasiliensis	itauba		15.00		3.0	1.08	0.70		madeira dura
Alexa grandiflora	fava melancia		26.00		3.0	1.03	0.70		caixaria
Mezilaurus sp.	itauba amarela		12.00		1.0	1.00	0.73	X	marcenaria
Trattinickia burserifolia	breu sucuruça		20.00		3.0	0.95	0.70	X	compensado/caixaria
Swartzia platygine	gombeira branca		21.00		3.0	0.88	0.70		caixaria
Guarea trichilioides	jatáuba		20.00		3.0	0.80	0.70		caibro / lenha/marcenaria
Aspidosperma exalatum	eracanga		16.00		3.0	0.80	0.69	X	marcenaria/dormente/carpintaria
Parkia sp.	paricá /angico		19.00		3.0	0.74	0.70	X	caixaria
Pouteria sp.3	abiurana vermelha errepitada		20.00		3.0	0.67	0.71	X	caixaria
Aniba cf. permolle	louro rosa		14.00		3.0	0.61	0.73		construção canoa
Licania latifolia	macucu vermelho		20.00		3.0	0.58	0.75		caibro
Brosimum sp.	muirapiranga		17.00		3.0	0.56	0.70		marcenaria/madeira boa
Holopyxidium jarana	jarana		15.00		3.0	0.53	0.76		moirão / taco / dormente
NI	óleo acacia		20.00		3.0	0.52	0.70		marcenaria
Eclinusa sp.	abiurana vermelha folha grande		16.00		2.0	0.50	0.71		caixaria
Vismia sp.	lacre vermelho		15.00		3.0	0.45	0.70		caibro/cumieira
Ouratea ferruginea	uchi de morcego		10.00		2.0	0.29	0.74		marcenaria
Diploptis purpurea	sucupira escamosa		9.00		2.0	0.29	0.70		marcenaria/dormente
ANNONACEAE (sp.2)	envira turi preto		11.00		2.0	0.15	0.71		caibro
Guarea sp.	jatá vermelho		21.00		3.0	0.11	0.70		caixaria
Eugenia sp.	murta branca		17.00		2.0	0.06	0.70		caibro/postes
Dipterix cf. polyphylla	cumaru ferro		2.00		1.0	0.06	0.70		marcenaria/dormente

3.1.2 - Fauna

3.1.2.1 - Considerações Gerais

Este item contempla os estudos focalizando os grupos faunísticos dos anfíbios e répteis (Herpetofauna), aves (Ornitofauna) e mamíferos (Mastofauna), com a finalidade de caracterizar a ocorrência da fauna na área de influência do Projeto de Expansão da MRN, na região de Porto Trombetas, município de Oriximiná. O objetivo deste trabalho está voltado para o reconhecimento preliminar de alguns dos diversos espécimes da macrofauna terrestre local, no sentido de identificar a complexidade faunística da região e de possibilitar a avaliação dos potenciais impactos a serem provocados pela expansão da atividade minerária.

A Região Amazônica é parte integrante da Sub-Região Brasileira, da grande região Zoogeográfica Neotropical, estando recoberta predominantemente por uma vegetação higrófila - floresta hileria de terras aluviais e de terra firme. A área abrange ainda, em proporções menores, manchas ou enclaves de cerrados e campos, manguezais e zonas de transição como a zona dos cocais.

A fauna amazônica coexiste com a floresta tropical heterogênea e caracteriza-se por apresentar populações estáveis, com ciclos biológicos não tão extensos, constituídas, na sua grande maioria, por espécies de pequeno porte. Caracteriza-se ainda por apresentar alto grau de endemismo.

Em particular, as espécies de mamíferos desta fauna apresentam grande adaptabilidade às diferentes condições ambientais e às exigências dos vários habitats. Assim, entre aquelas adaptadas à vida arborícola, especializadas em trepar ou equilibrar-se, é comum a presença de cauda longa, do tipo preênscil. Outras apresentam pelagem áspera e grosseira, e muitas delas estão aptas a viverem no solo, em tocas, sob o folheto da floresta.

Existem atualmente no Brasil 11 ordens de mamíferos (exceto Rodentia) que agrupam 28 famílias e 114 gêneros. Dessas ordens algumas reduzem-se, hoje, a poucas espécies. Aproximadamente 66% das espécies de mamíferos encontrados na área da Amazônia Legal Brasileira estão englobados pelas ordens Primatas e Chiroptera. As demais estão assim distribuídas: Carnivora e Marsupialia em primeiro lugar, com aproximadamente 23%, seguidas de Edentata, Perissodactyla, Artiodactyla, Sirenia e Cetáceo, que totalizam os 11% restantes (Chagas & Aveline, 1980).

No que diz respeito à ornitofauna, a Amazônia pode ser considerada com sendo a terra dos grandes *Cracidae* (mutuns), muitos *Tinamidae* (inhambus), *Ramphastidae* (tucanos e araçarís), *Psittacidae* (papagaios, araras, etc), *Picidae* (pica-paus) e muitos passeriformes. Entre as aves que ocorrem exclusivamente na Amazônia estão a cigana (*Opisthocomus hoatzin*), os jacamins (*Psophia* spp), e o pavãozinho-do-pará (*Eurypyga helias*). Os Capitonidae, capitães da mata, são pantropicais, sendo que

no Brasil só ocorrem na Amazônia. Entre os passeriformes mais típicos, destacam-se os Cotingidae como *Haematoderus militaris*, *Querula purpurata*, *Cephalopterus ornatus*, *Perissocephalus tricolor* e *Gymnoderus foetidus*. O grito estridente do tropeiro, *Lipaugus vociferans*, é a voz da Amazônia.

Árvores caídas, com seus discos radiculares (radiculação superficial), dão oportunidade à nidificação de aves (substituto de barrancos), sendo que as clareiras naturais atraem aves da beira da mata. Difícil é o controle das aves da abóbada florestal, atravessada por bandos de pássaros (*Thraupidae*, etc), ou sendo o habitat constante de espécies como o assobiador do castanhal (*Smaragdolanus leucotis*, *vireonidae*). Papagaios, araras e cotingídeos voam de uma emergente a outra. Essas observações são possíveis através de torres de observação (Sick, 1986).

A Amazônia, considerada a maior bacia hidrográfica do mundo, apresenta, por suas condições ecológicas, a maior extensão de ambientes propícios, ao desenvolvimento da anfíbiofauna, que frequentemente habita regiões úmidas, em grande número e variedade de espécies. Os anfíbios, principalmente os da ordem Anura, desempenham importante papel para a manutenção do equilíbrio ecológico dos ecossistemas naturais, notadamente pelo hábito alimentar insetívoro, reduzindo desta maneira os efeitos nocivos de superpopulação de pragas.

Ecossistema de maior diversidade do mundo, representando a mais extensa floresta tropical existente, a Amazônia constitui também o maior bioma brasileiro. Embora a região fosse considerada como um bioma relativamente homogêneo, admite-se hoje tratar-se de um mosaico de distintos ecossistemas que abrigam comunidades bastante heterogêneas, tanto em composição como em diversidade. Os primatas, aves, anfíbios e peixes atingem, na Amazônia, a sua maior diversificação taxonômica dentro do continente americano.

As comunidades amazônicas tendem ainda a possuir a maior diversidade de espécies de vertebrados por unidade de superfície, quando comparadas a outros biomas adjacentes.

3.1.2.2 - Metodologia

Inicialmente, para obtenção de dados secundários, foram analisadas literaturas específicas para cada grupo faunístico determinando-se uma conformação uniforme das listagens das espécies, assim como relatórios ambientais emitidos para empreendimentos similares na região.

Em seguida foi realizado um levantamento cartográfico, anterior à etapa de trabalho de campo, visando a análise de fotografias aéreas e imagem de satélite da região. Após a etapa de levantamentos secundários, procedeu-se ao planejamento dos estudos a serem realizados em campo, o qual constou de um período de nove dias, quando foram observados os seguintes critérios:

- aspectos fitofisionômicos, como contribuição para delimitação da área ocupada por cada formação vegetal para conhecimento das interações com a fauna;
- estado de conservação da vegetação, com avaliação da degradação provocada por ações antrópicas;
- diversidade de ambientes;
- presença de água.

Com relação às espécies ocorrentes, foram utilizados os seguintes métodos para sua listagem e diagnóstico:

- caminhadas por áreas selecionadas, aproveitando-se os horários mais próximos do amanhecer e do entardecer, procedendo-se a observações visuais e zoofonia, com auxílio de binóculo "SUPER ZENITH" 12 X 50, gravador e filmadora portáteis "PANASONIC".
- a equipe foi auxiliada por moradores locais e por técnicos da mineração que estão envolvidos com os setores ambientais. Durante todo o trabalho de campo foram coletados dados aleatórios, resgatando-se quaisquer evidências que auxiliassem na identificação de espécies como rastros, fezes, peles, penas, restos de animais predados naturalmente, ninhos e outros.
- as identificações foram feitas em nível de campo não tendo ocorrido captura ou sacrifício de espécimes.

3.1.2.3 - Características Faunísticas

Os platôs Saracá e Papagaio e a área a ser ocupada pelo alinhamento da estrada e da correia transportadora do minério são áreas características de mata de terra firme, existentes fora da influência dos rios, correspondendo à grande e imponente floresta pluvial hileiana. A mata de terra firme está localizada em planaltos pouco elevados (60 a 200 m), ondulados ou recortados por pequenos cursos d'água, não sujeitos a inundações pluviais, sendo o substrato frequentemente areia argilosa.

Partindo-se de uma caracterização dos fundos dos vales da área de influência direta do Projeto de Expansão da MRN, pertencente à sub-bacia do igarapé Saracá, e passando pelas encostas até o alto dos platôs, observa-se uma gradual e harmoniosa continuidade dos habitats. Na realidade, estas áreas apresentam-se contíguas e com características similares. Contudo, elas serão descritas separadamente por representarem locais de empreendimentos distintos.

As áreas de intervenção ao longo do alinhamento dos sistemas de transportes e no platô Papagaio compreende extensões territoriais com formação de mata de terra firme, apresentando poucos sinais de interferências antrópicas, restritas às trilhas feitas para as pesquisas geológicas e para estudo de alternativa de traçado da estrada e da correia transportadora entre os platôs Saracá e Papagaio.

O solo é recoberto por densa camada de folhas e apresenta-se bastante úmido, porém não havendo ocorrência de nascentes. Troncos de árvores de diâmetro e comprimento variados são encontrados

junto ao solo, tanto em estado de decomposição como ainda bem conservados. Por vezes, estas árvores tocam o solo e permanecem parcialmente dependuradas, presas por outros vegetais.

Estes fatores propiciam um habitat completamente favorável às populações faunísticas de hábitos fossórios ou semi-fossórios, como anfíbios e serpentes, que aí encontram grande quantidade de moluscos, artrópodes, e outros seres que proporcionam farta alimentação. As árvores caídas ao solo, ao sofrerem ação dos decompositores de várias ordens, terminam por oferecer potencial alimentício, como larvas de coleópteros e outros insetos, além do que favorecem a formação de abrigo para espécies, tanto fossoriais quanto terrestres.

Embora a metodologia aplicada não tenha sido dirigida para o levantamento de espécies noturnas, as evidências frequentemente observadas, como tocas de tatus (*Edentata*), somadas às informações obtidas junto à população sobre a ocorrência de certas espécies, como representantes da família Mustelidae, permitem inferir que o ambiente é extremamente favorável às populações de hábitos semi-fossórios.

A comunidade essencialmente terrestre encontra representatividade em todos os grupos faunísticos abordados. Ocorrem espécies de aves endêmicas, como o jacamim (*Psophia crepitans*), observadas em grandes bandos, assim como Tinamídeos que, embora não tenham sido identificados, tiveram registro através de vocalização. Quanto às serpentes, o grupo pode ser bem representado pela cobra-papagaio, da família Boidae.

Mamíferos terrestres de pequeno, médio e grande portes, e de hábitos alimentares variados, como herbívoros (veados), frugívoros (cutias), carnívoros (onças e gatos do mato) e omnívoros (porcos-do-mato), foram todos registrados na área de intervenção do projeto de expansão. Numa condição lógica, estas espécies encontram, a partir dos consumidores primários, atributos essenciais de sobrevivência, quais sejam, forrageamento e abrigo.

As árvores, que ao caírem, permanecem parcialmente dependuradas e tocando o chão, representam, juntamente com cipós e lianas, fatores de ligação entre o ambiente terrestre e arborícola, proporcionando condições precípuas para as comunidades escansoriais. Esta condição é altamente favorecida por uma estratificação da mata, representada por estratos bem definidos e contínuos.

As espécies de hábitos arborícolas estão expressivamente representadas pelos primatas, sendo comuns os coatás, cuxiús, parauacus, macacos prego e guariba. A fauna de primatas representa um grupo altamente indicador de qualidade ambiental pelo fato de serem totalmente adaptados à vida arborícola.

As aves, por sua vez, encontram no estrato arbóreo a sua maior representatividade, com ocorrência em todos eles, sendo difícil a observação de espécies que vivem nos estratos mais altos. Contudo, a

avifauna está muito bem representada por *piprídeos* (tangarás), *cotingídeos* (pássaros-boi), *ranfastídeos* (tucanos e araçarís), *cracídeos* (mutuns e jacus), *psitacídeos* (papagaios, araras, curicas), gaviões e uma grande diversidade de espécies representantes da ornitofauna.

Pelas características observadas localmente, as áreas de intervenção no platô Papagaio e ao longo do traçado dos sistemas de transporte apresentam aspectos de comunidades estáveis, com representantes de organismos característicos do ambiente florestal perfeitamente adaptados às condições ecológicas. No platô Saracá, as intervenções das atividades minerárias promoveram alterações significativas que afetaram também a integridade das áreas do platô ainda não exploradas.

Entretanto, as superfícies contínuas dos platôs apresentam características ecológicas semelhantes, evidenciadas nos levantamentos nos platôs, Saracá, Papagaio e Periquito; este situado entre os dois primeiros. O fator de maior relevância, em termos do empreendimento minério, traduz-se nas dimensões das áreas a serem exploradas, no platô Papagaio, que quantitativamente, em relação ao platô Saracá, é muito mais reduzida. Do ponto de vista ecológico, contudo, ocorrem nos platôs os mesmos representantes faunísticos, interados com os mesmos fatores bióticos e abióticos.

Quanto às estruturas para o transporte do minério da jazida do platô Papagaio até o local de beneficiamento no platô Saracá, estas irão interceptar áreas de encostas que drenam para os igarapés; que, por sua vez, também serão interceptados, pela via de acesso que será construída entre os platôs Papagaio e Saracá. A água é, sabidamente, um elemento vital para qualquer forma de vida. Por este motivo as espécies faunísticas, em grande parte, encontram-se associadas a ambientes adjacentes aos mananciais. Neste sentido, durante o período de execução deste trabalho, que ocorreu na seca, observou-se um maior número de espécies próximas aos cursos d'água.

A necessidade da água parece estar associada principalmente, ao fator dessedentação, em particular no que diz respeito a mamíferos e aves. É interessante notar que o pavãozinho-do-pará, espécie representante de uma família monotípica, característica da Amazônia, que tem por hábito alimentar-se de rãs, pequenos peixes, etc, foi detectado à beira dos igarapés. Entre os mamíferos e as aves, não se obteve registro de espécies essencialmente piscívoras ou essencialmente limnícolas.

Quanto aos répteis, foram obtidas informações e descrições seguras sobre a ocorrência de sucuri (*Boidae*) e outras serpentes, algumas de especial interesse como a surucucu (*Viperidae*). Também foram obtidas informações sobre a ocorrência de crocodilianos nos igarapés.

Considerando as diversas áreas alteradas pela ação antrópica em Porto Trombetas, incluem-se o trecho da rodoferrovia, as áreas urbanas, as áreas de lavra e deposição de rejeito e as áreas de revegetação florestal.

Dentre os cursos d'água que sofreram barramento, com a construção da rodoferrovia, o igarapé Saracá faz parte da sub-bacia receptora dos impactos diretos das atividades minerárias atuais e futuras, e ilustra bem a degradação provocada pelo barramento do curso d'água, devido as alterações das condições ecológicas locais.

As primeiras modificações expressivas foram a transformação do ambiente aquático, de lótico para lêntico, e a inundação da mata, afogando a vegetação e transformando o ambiente umbrico em clareira. A modificação acarretada faz com que espécies exclusivas de ambientes florestais sejam desalojadas, porém permitindo a colonização de outras, principalmente de hábitos lacustres. Esta condição pode ser constatada no local, através de registros de aves como o pato-do-mato (*Cairina moschata*) e a jaçanã (*Jacana jacana*).

Neste ambiente aberto passam a ocorrer representantes de beira de mata, podendo-se citar *Fringilídeos* (curió, cardeal), *Traupídeos* (sanhaço, tiê), *Tiranídeos* (bem-te-vi) e uma diversidade de outras aves, até mesmo formadoras de colônias, como o japim (*Cacicus cela*).

As árvores que morrem em consequência do alagamento, apodrecem e terminam por oferecer tocas ou ninhos para muitas espécies como *ranfastídeos* (tucanos e araçaris), *psitacídeos* (papagaios, araras) e outros. Às margens desse ambiente, foram constantemente registrados rastros de anta (*Tapirus terrestris*). Por outro lado, muitas espécies plásticas podem ser observadas, tanto dentro da mata quanto nesse ambiente, como por exemplo a saíra-bico-fino (*Dacnys cayana*).

Nas áreas de intervenção antrópica, especialmente com edificações, são observados representantes de ambientes abertos ou mesmo sinântropas, como a garrincha (*Troglodytes* sp.), que utiliza buracos em telhados ou paredes para nidificar. Foi observada, também, uma colônia de gaviões-tesoura (*Elanoides forficatus*), frequentemente junto a área de escritórios da empresa, no platô Saracá, em pleno processo reprodutivo, na fase de copulação.

Nas estradas, principalmente na rodoferrovia existente, observou-se animais mortos e outros correndo risco de atropelamento. É importante salientar que, dependendo da largura das estradas, elas representam uma barreira física para muitas espécies, principalmente as arborícolas, devido à descontinuidade de dossel.

Na área de lavra no platô Saracá, devido à retirada total da cobertura vegetal e camada de solo, não se observou nenhuma espécie faunística, a não ser num determinado local onde havia uma deposição pontual de lixo que seria enterrado, onde se registrou a presença de urubus-de-cabeça-amarela (*Cathartes melambrotus*).

No que diz respeito às áreas de reflorestamento, a fauna observada é representada por espécies de ambientes abertos ou de boa plasticidade ambiental, em virtude dos diferentes estágios de evolução encontrados. Contudo, dentro dessas áreas foram observados alguns representantes faunísticos característicos de ambiente de mata, como o veado mateiro. Foi observado também um bando de papagaios (*Amazônia amazonica*) utilizando-se desse ambiente como abrigo noturno. Nas áreas próximas à mata primária ocorrem transitoriamente, espécies características daquela formação, como o João-Congo (*Psarocolius bifasciatus*), tucanos e mamíferos diversos.

As espécies registradas nos levantamentos de campo na região de Porto Trombetas são apresentadas a seguir, sendo agrupadas nas seguintes categorias:

- quanto ao ambiente de ocorrência:
 - Florestal, (FL);
 - Campestre, (CA);
 - Dulciaquícola, (DU);

- quanto à forma de registro:
 - Visualização, (V);
 - Informação, (I);
 - Rastros, (R);

- quanto ao status:
 - Endêmica, (EN);
 - Ameaçada, (AM - Portaria 1522-19/12/1989- IBAMA).

AVES

TINAMIFORMES

Tinamidae tinamus sp - inhambu - FL, I

PELECANIFORMES

Phalacrocoracidae

Phalacrocorax olivaceus - biguá - DU, V, AM

CICONIIFORMES

Ardeidae Casmerodius albus - garça branca - DU, V

Butorides striatus - socozinho - DU, V

ANSERIFORMES

Anatidae

Cairina moschata - pato do mato - DU, V

FALCONIFORMES

Cathartidae Cathartes melambrotos - urubu de cabeça amarela - CA, V

Sarcoramphus papa - urubu rei - CA, V

Accipitridae

Elanoides forficatus - gavião tesoura - CA, V

Harpia harpija - gavião real - FL, I, AM

Ictinia plumbea - sovi - CA, V

Falconidae Herpetotheres cachinans - acauã - FL, CA, V

Falco ruficularis - cauré - CA, V

Daptrius americanus - gralhão - FL, V

GALLIFORMES

Cracidae

Ortalis sp - aracuã - FL, V

Penelope superciliaris - jacupemba - FL, V

Penelope sp - jacu - FL, V

Crax alector - mutumporanga - FL, V

GRUIFORMES

Psophiidae Psophia crepitans - jacamim - FL, V, EN

Eurypigidae

Eurypyga helias - pavãozinho de pará - FL, DU, V, EN

CARADRIIFORMES

Jacaniidae Jacana jacana - jaçanã - DU, V

COLUMBIFORMES

Columbidae

Columba sp - pomba - FL, V

Columbina talpacoti - rolinha caldo de feijão - CA, V

Columbina passerina - rolinha cinzenta - CA, V

Leptotila sp - juriti - CA/FL, V

PSITTACIFORMES

Psittacidae Ara ararauna - canindé - FL, V

Ara chloroptera - arara vermelha grande - FL, V

Aratinga leucopthalmus - periquito maracanã - CA, V

Pyrrhura sp - tiriva - FL, V

Forpus sp - tuim - CA, V

Pionopsitta caica - curica de cabeça preta - FL, V

Pionus menstrus - curica de cabeça azul - FL, V

Pionus fuscus - maritaca roxa - FL, V

Amazona farinosa - papagaio moleiro - FL, V

Amazona amazonica - curica - FL/CA, V

Derophtus accipitrinus - anacã - FL, V

CUCULIFORMES

Cuculidae Crotophaga ani - anu preto - CA, V

Piaya cayana - alma de gato - FL, V

TROGONIFORMES

Trogonidae

Trogon sp -surucuá - FL, V

PICIFORMES

Alcedinidae Ceryle torquata - martim pescador grande - DU, V

Chloroceryle aenea - arirambinha - DU, V *Bucconidae*

Monasa nigrifrons - bico de brasa - FL/CA, V

Ramphastidae

Pteroglossus viridis - araquari - FL, V

Ramphastus tucanus - tucano de papo branco - FL, V *Picidae*

Picumnus cirratus - pica pau anão - FL/CA, V

Melanerpes cruentatus - benedito de testa vermelha - FL, V

PASSERIFORMES

Cotingidae Lipaugus vociferans - tropeiro - FL, V

Perissocephalus tricolor - FL, V, EN

Tytira cayana - anambé branco de rabo preto - FL/CA, V

Pipridae

Pipra erythrocephala - pipra de cabeça amarela - FL, V

Tyrannidae Tyrannus savanna - tesoura - CA, V

Tyrannus melancholicus - suiriri - CA, V

Empidonomus varius - peítica - CA, V

Pitangus sulphuratus - bem-te-vi - CA, V

Troglodytidae Troglodytes aedon - garrincha - CA, V

Cyphorhinus arada - uirapuru verdadeiro - FL, I

Turdidae Turdus leucomelas - sabiá capoeirão - CA, V

Turdus amaurochalinus - sabiapoca - CA, V

Icteridae Cacicus cela - japim - FL/CA, V

- Psarocolius bifasciatus* - japuaçu - FL, V
Coerebidae Coereba flaveola - cambacica -CA/FL, V
Dacnis cayana - saí azul - CA, V
Thraupidae Euphonia chlorotica - vivi -CA, V
Tangara cayana - saíra amarela - CA, V
Thraupis episcopus - sanhaço da Amazônia - CA, V
Thraupis palmarum - sanhaço de coqueiro - CA, V
Ramphocelus carbo - pipira vermelha - FL/CA, V
Nemosia pileata - saíra de chapéu preto - CA, V
Fringillidae Saltator sp - trinca ferro - FL/CA, V
Paroaria sp - galo de campina - CA, V
Volatinia jacarina - tiziu - CA, V
Sporophila nigricollis - baiano - CA, V
Oryzoborus angolensis - curió - CA, V
Sicalis columbiana - canário do Amazonas - CA, V
Sicalis flaveola - canário da terra - CA, V
Ammodramus aurifrons - cigarrinha do campo - CA, V
Sporophila lineola - bigodinho - CA, V

MAMÍFEROS

MARSUPIALIA

Didelphidae Didelphis marsupialis - gambá - FL/CA, V

XENARTHRA

Myrmecophagidae Myrmecophaga tridactyla - tamanduá bandeira - CA, I, AM

Tamandua tetradactyla - tamanduá mirim - FL, I

Bradypodidae Bradypus sp - Preguiça - FL, I, AM

Dasypodidae Priodontes maximus - tatu canastra - FL, R, AM

Cabassous sp - tatu - FL/CA, I, R

Ufractus sexintus - tatu - FL/CA, R, I

Tolypeutis tricinctus - tatu bolinha - FL/CA, I, R, AM

PRIMATES

Cebidae Allouatta seniculus - guariba - FL, V

Aotus trivirgatus - macaco da noite - FL, I

Cebus apella - macaco prego - FL, V

Atelles paniscus - coatá - FL, V, AM

Chiropotes satanus - cuxiú - FL, V, AM

Pithecia pithecia - parauacu - FL, V

CARNIVORA

Procyonidae Nasua nasua - coati - FL, I

Mustelidae Eira barbara - irara - FL/CA, I

Felidae Felis concolor - sussuarana - FL/CA, I, R, AM

Felis pardalis - gato maracajá - FL, I, AM

Felis tigrina - gato tigre - FL, I, AM

Felis wieddii - gato do mato - FL, I, AM

Pantera onca - onça pintada - FL, I, R, AM

Perissodactyla

Tapiridae

Tapirus terrestris - anta - FL, V, R

RÉPTEIS

SQUAMATA

OPHIDIA

Boidae Boa constrictor - jibóia - CA, FL, V

Corallus sp - cobra papagaio - FL, I

Eunectes murinus - sucuri - DU, I

Colubridae

Tantilla melanocephala - FL/CA, I

Elapidae Micrurus sp - coral verdadeira - FL, I

Viperidae

Lachesis muta - surucucu - FL, V

Bothrops spp - jararaca - FL, I

SAURIA

Gekkonidae Hemidactylus mabouia - lagarto - CA/FL, V

Iguanidae

Iguana iguana - iguana - CA/FL, DU, V

Teiidae Ameiva ameiva - bico doce - CA/FL, V

Tupinambis teguixim - téiu - CA/FL, V

Amphisbaenidae

Amphisbaena sp - cobra cega - FL/CA, V

TESTUDINES

Testudinidae Geochelone carbonaria - jabuti - FL, V

CROCODILIA

Alligatoridae

Caiman crocodilus - jacaré - FL/DU, I

3.2 - Ecossistemas Aquáticos

3.2.1 - Comunidades Planctônicas e Zoobentônica

3.2.1.1 - Considerações Gerais

O planctôn foi conceituado por HENSEN (1887) como sendo o conjunto de organismos que não possuem movimentos próprios, sendo incapazes de se opor aos movimentos da água. Ele é composto pelas seguintes comunidades: fitoplâncton (algas), zooplâncton (pequenos animais) e pelo micropâncton - bacterioplâncton (bactérias, fungos e leveduras), sendo característico da região limnética ou pelágica.

A comunidade zoobentônica é formada por um conjunto de populações animais, pertencentes a vários filos que habitam o sedimento aquático ou a superfície deste. Devido a essa característica, esses organismos são designados como invertebrados do fundo, como a própria terminologia já sugere; "benthos", palavra de origem grega que quer dizer profundo. Mas isto não significa que estes organismos estão presentes somente nas partes profundas de um corpo d' água, onde aliás, geralmente, a diversidade biológica é mais baixa.

Fitoplâncton é o conjunto de algas microscópicas, clorofiladas, unicelulares ou não, que vivem solitárias ou em colônias filamentosas, planas ou esféricas. Todas, mesmo as mais evoluídas, carecem de verdadeiras raízes, caules e folhas. A luz solar é necessária a essas algas para que possam realizar a fotossíntese. Por isso, estes organismos geralmente não atingem grandes profundidades.

BOURRELY (1968, 1970, 1972) classificou as algas em seis divisões, segundo critérios de coloração e reserva nutritiva em:

- verdes azuladas - CYANOPHYTA
- vermelhas - RHODOPHYTA
- marrons e pardas - PHAEOPHYTA
- amarelas e douradas - CHRYSOPHYTA
- com reservas de paramilo - PYRROPHYTA
- verdes - CHLOROPHYTA

A comunidade zooplânctônica engloba um grupo de animais de diferentes categorias sistemáticas, representadas pelos protozoários, rotíferos, crustáceos (copépodos e cladóceros), larvas de insetos, nematóides de vida livre, sendo também encontrados ocasionalmente, gastrotríquios e tardígrados (PENNAK, 1978, não considera esse filo planctônico).

As populações que compõem a comunidade zoobentônica são geralmente muito diversificadas, devido, principalmente a uma gama enorme de nichos em seus habitats. Pode-se encontrar numa só amostra protozoários, metazoários inferiores como poríferos, celenterados, platelmintos, nematelmintos, rotíferos e brozoários; e metazoários superiores como anelídeos, moluscos e, principalmente, artrópodos, destacando-se os insetos (cerca de 80% dos organismos bentônicos conhecidos são insetos imaturos, larvas, pupas e imagos).

Em condições ambientais favoráveis, o fitoplâncton produz o seu próprio alimento (é autótrofo), em quantidade que supera as suas necessidades metabólicas. O excesso de alimento produzido é transformado em uma substância de reserva alimentar. O zooplâncton, zoobênton e o necton (consumidores primários) alimentando-se destas algas, assimilam esse material orgânico que será utilizado como fonte de energia para as suas atividades vitais. Animais que predam os consumidores primários usufruem da matéria orgânica que não foi degradada. Estabelece-se, portanto, uma cadeia de transferência de matéria e energia de um ser vivo para outro (cadeia alimentar), sendo que as algas têm um relevante papel, representando o primeiro elo dos produtores.

Para avaliação das condições ambientais de um determinado corpo hídrico, em geral, são analisadas as variáveis físico-químicas e biológicas. Fatores físico-químicos e biológicos, sem dúvida, determinam a qualidade da água; entretanto, análises biológicas determinam respostas duradouras, condicionadas pelas próprias características físico-químicas da água.

Embora os métodos biológicos de determinação da qualidade de água tenham sido utilizados desde o início deste século, foi somente a partir da metade do mesmo que a possibilidade de usar organismos aquáticos como indicadores de degradação recebeu maiores considerações.

As populações aquáticas estão adaptadas aos fatores específicos de cada ambiente (lótico e lântico), e também estão condicionadas às características geográficas, geoquímicas e geomorfológicas da região, que determinam as condições físico-químicas da água e que formam as diferentes bacias hidrográficas.

Essas populações são formadas por espécies endêmicas e cosmopolitas que se encontram em equilíbrio entre si e o meio ambiente. Fatores como mudanças climáticas, alterações físico-químicas e biológicas da água e influências antrópicas podem afetar a distribuição, composição, diversidade e densidade dessas populações. Esses fatores podem provocar alterações que, quando estudadas e comparadas à fauna original, determinam o grau de trofia e de estresse do ambiente.

3.2.1.2 - Metodologia

Para as análises qualitativas do fitoplâncton e zooplâncton utilizou-se o método de arrastos horizontais contra corrente com uma rede amostradora de malha 25,0 μm . O arrasto foi efetuado por um tempo aproximado de 5 minutos e o material coletado foi transferido para um pote de polietileno sem adição de corantes e/ou fixadores. Este material foi conservado vivo sob refrigeração. No laboratório, sub-amostras foram retiradas e analisadas sob microscópio óptico nos aumentos de 60, 125, 500 e 1250X.

Para a análise quantitativa do fitoplâncton coletou-se 1 litro d' água na porção sub-superficial da coluna, sendo posteriormente a amostra transferida para uma garrafa de polietileno opaca e corada com 5 ml do corante fixador lugol-acético.

No laboratório, transferiu-se este volume para proveta de 1000 ml, coberta com papel alumínio para impedir o descoramento do iodo. O material foi submetido a sedimentação por um tempo de aproximadamente 24 horas. Após este período concentrou-se a amostra por sifonamento, para 50 ml, dos quais foi retirado 1 ml após homogeneização.

Este método se encontra descrito em APHA-AWWA-WPCF (1985), sob os números 1002-B e 1002-C.

Para análise quantitativa do zooplâncton foram coletados 400 litros de água com filtração em rede amostradora de 25 μm .

Após a filtração, o material que se encontrava no copo coletor foi concentrado para 50 ml e transferido para um pote de polietileno, corado com 10 ml de Rosa-de-Bengala e fixado com 5 ml de formol 40 %; segundo método descrito em APHA-AWWA-WPCF (1985), sob número 1002-B.4.

Em laboratório, o método utilizado para quantificação dos organismos planctônicos foi a contagem em câmara de Sedgwick-Rafter (Sedgwick-Rafter counting cell) conforme descrito em APHA-AWWA-WPCF (1985), método 1002-F.2a. Os resultados são apresentados em termos de densidade absoluta, ind/ml (indivíduos por mililitro - fitoplâncton) e ind/10 l (indivíduos por dez litros - zooplâncton).

Para as identificações taxonômicas foram utilizadas as seguintes bibliografias: BOURRELLY (1970); BICUDO & BICUDO (1970); SANT'ANNA (1984); HINO & TUNDISI (1977); SANT' ANNA et alli (1983), RALFS (1972) e EDMONSON (1959).

Os organismos zooplancônicos foram identificados segundo alguns autores como: BICK (1972); EDMONSON, (1959); LIEBMANN (1962); KOSTE (1978); PENNAK (1978) e REID (1985).

Para a análise qualitativa e quantitativa do zoobênton, o método de amostragem escolhido foi o revolvimento do substrato ("Kick sampling"), conforme descrito por FROST et al (1970). Este método é descrito como qualitativo ou semi-quantitativo. Qualitativo porque as sub-amostras não são escolhidas de maneira aleatória e semi-quantitativo porque pode-se avaliar a área amostrada, porém sem exatidão. Segundo MERRIT e CUMMINS (1984), este método é indicado para hidroambientes com diversificação de substrato, como é muito comum em ambientes lóticos. Além disso, permite amostrar uma maior riqueza de organismos em um menor espaço de tempo. A área a ser amostrada fica dependente da diversidade de substratos.

O substrato escolhido para amostragem é revolvido com auxílio de algum objeto ou mesmo com a mão, recolhendo-se o material numa rede amostradora, simultaneamente. No presente estudo amostrou-se uma área de 0,48 m² em todos os pontos de amostragem. O material revolvido foi coletado numa rede amostradora de malha 0,130 mm e transferido para um saco plástico. A fixação foi feita com 30 ml de formol 40%. No laboratório, este material foi passado em tamizes de malha 2,0; 1,0; 0,5 e 0,25 mm. Cada uma destas alíquotas foi triada sob microscópio estereoscópico. Após identificação e contagem, os organismos encontrados foram depositados na coleção de referência da ECOLAB - Monitorização Ambiental Ltda.

As chaves utilizadas na identificação foram EDMONDSON (1959), PENNAK (1978) e MERRIT & CUMMINS (1982).

3.2.1.3 - Tratamento Bioestatístico

Outra maneira de avaliar a qualidade ambiental de um corpo hídrico é aplicando-se os índices numéricos. Estes métodos têm sido bastante eficazes; entretanto, nem sempre podem ser aplicados pois, principalmente os índices de diversidade, requerem uma identificação aos níveis taxonômicos mais baixos (espécie, gênero e às vezes família). Estas identificações, além de serem bastante difíceis, uma vez que a fauna tropical é bastante diversificada e para tal tarefa não há especialistas e bibliografia suficientes, requerem uma grande disponibilidade de tempo, o que nem sempre é possível. No presente estudo foi tomado o nível de família, gênero e/ou morfoespécie como as categorias taxonômicas básicas, o que certamente resulta em valores sub-estimados. Entretanto, os valores obtidos oferecem uma base de informações para avaliação da região em estudo.

No tratamento estatístico dos dados foram usados os seguintes índices numéricos de qualidade ambiental:

- Índice de Diversidade (SHANNON e WEAVER, 1949)
- Índice de Riqueza (SIMPSON, 1949)
- Índice de Uniformidade (PIELOU, 1966)
- Índice de Similaridade (ODUM, 1983)

Segundo MCNAUGHTON & WOLF (1984), a diversidade é um estado de variedade ou diferenciação entre os membros de um conjunto. Uma população pode ser diversificada quanto a estrutura demográfica, estágio de desenvolvimento e pela composição genética dos indivíduos que a formam. Em ecologia, ela geralmente se aplica à diversidade de espécies, que é medida pelo número de espécies de uma comunidade e suas abundâncias relativas. A idéia de diversidade de espécies se baseia no pressuposto que as populações das espécies coexistentes interatuam entre si e com o ambiente. A diversidade de uma comunidade é calculada mediante a distribuição de alguma medida quantitativa das espécies (indivíduos, biomassa ou produção).

A unidade taxonômica que melhor serve para o cálculo dos índices numéricos é a espécie, principalmente para cálculos de diversidade. Mesmo assim, a espécie pode não ser a melhor unidade ecológica para medida de diversidade, uma vez que estágios bionômicos ou formas vitais dentro da espécie, muitas vezes, ocupam habitats e nichos diferentes, contribuindo, assim, para a variedade no ecossistema (ODUM, 1983). Assim sendo, os valores para os diversos índices calculados podem estar subestimados, mas fornecem respostas para comparações entre populações dos corpos d' água amostrados no período estudado.

Os índices de diversidade, riqueza e uniformidade analisados, conjuntamente, fornecem subsídios para uma melhor interpretação das diferenças nas populações aquáticas dos diversos pontos de amostragens. Os indicadores numéricos de qualidade ambiental mais amplamente utilizados são os índices de diversidade. O conceito de biodiversidade ou diversidade de espécies possui dois componentes, a riqueza, também chamada de densidade de espécies é baseada no número total de espécies presentes, e a uniformidade, baseada na abundância relativa de espécies e no grau de sua dominância ou falta desta.

As baixas diversidades das comunidades representam uma instabilidade do ecossistema aquático. A maioria das formas de degradação ambiental reduzem a complexidade dos ecossistemas. Segundo ODUM (op.cit), a vantagem da diversidade, consiste na maior estabilidade. Quanto mais espécies presentes, tanto maiores as possibilidades de adaptação às condições em mudança, sejam elas mudanças em curto ou longo período, climáticas ou outras quaisquer. Quanto maior o "pool" genético, tanto maior será o potencial adaptativo.

Uma variação nas condições ambientais bastante importante é a mudança de velocidade do fluxo da água, seja ela causada naturalmente (enchentes) e por causas antropogênicas (barramentos). A velocidade de fluxo regula as propriedades dos ecossistemas lóticos. As mudanças nas velocidades do fluxo podem causar o desaparecimento de determinados grupos não adaptados, como também pode favorecer aquelas capazes de se adaptarem às mudanças.

Esta é sem dúvida uma das causas da variação das diversidades ao longo do ciclo hidrológico. Determinados "taxa" aparecem numa determinada campanha, não são observados na campanha sucessiva e novamente são observados, enquanto que outros, devido à plasticidade genotípica, são encontrados em todas as campanhas, com elevada frequência de ocorrência.

As novas teorias ecológicas sobre preservação ambiental visam, principalmente, a manutenção da biodiversidade, conservando a diversidade genética, a heterozigose genotípica e o polimorfismo que constituem uma necessidade adaptativa das populações naturais. Uma das maiores preocupações ecológicas atuais é a redução da diversidade de espécies e genética, resultante de atividades antrópicas, o que prejudica sensivelmente a adaptabilidade futura.

A similaridade é um índice usado para estabelecer uma ordenação de semelhanças e dissemelhanças entre os diversos gradientes bióticos de vários ambientes. Esta similaridade é calculada com o número de "taxa" das amostras e com seus "taxa" comuns.

Uma das "ferramentas" utilizadas pelos biólogos na verificação da significância da amostra são as chamadas "curvas de incremento de taxa". Ela se baseia no fato de que o número de espécies de uma amostra aumenta com o tamanho da mesma. Sendo assim, quando se plota num gráfico o número acumulativo de espécies ("taxa") com o aumento de tamanho da amostra, a curva vai se tornando plana porque, uma vez que se tem um certo número de espécies, todas as restantes que se somam são as espécies mais raras da comunidade. Necessita-se de amostras muito grandes para contabilizar as espécies raras.

3.2.1.4 - Resultados e Discussão

3.2.1.4.1 - Fitoplâncton

A classificação taxonômica da comunidade fitoplanctônica acha-se na Tabela III.3.9., denominada Inventário Florístico. A listagem dos "taxa" foi feita obedecendo-se a ordem de maior ocorrência de representantes por divisão. Uma vez que a filogenia de tais organismos é ainda muito controversa optou-se por não listá-los filogeneticamente. Para situar evolutivamente a comunidade, de forma mais abrangente, pode-se dividi-la em dois grupos:

- Procaryota: organismos cujas células são desprovidas de envoltório nuclear, inclui as Cyanophyta.
- Eucaryota: Organismos cujas células apresentam núcleo típico, bem definido, inclui as divisões Chlorophyta, Chrysophyta, Euglenophyta, Rhodophyta e Pyrrophyta.

TABELA III.3.9

Inventário Faunístico da Comunidade Fitoplanctônica amostrada na Área de Influência da MINERAÇÃO RIO DO NORTE S.A., Porto Trombetas, município de Oriximiná - (PA), no período de setembro a novembro de 1993

CLASSIFICAÇÃO
REINUM
DIVISÃO: Chlorophyta
CLASSE: Euchlorophyceae
ORDEM: Chlorococcales
FAMÍLIA: Palmellaceae <i>Sphaerocystis</i> CHODAT, 1897
FAMÍLIA: Oocystaceae <i>Treubaria</i> BERNARD, 1908
CLASSE: Zygothryxales
ORDEM: Zygnematales
FAMÍLIA: Desmidiaceae <i>Actinotaenium</i> (NAG) JEILING, 1954 <i>Closterium</i> NITZSCH, 1817 <i>Micrasterias</i> AGARDH, 1827 <i>Staurastrum</i> MEYEN, 1829 <i>Hyalotheca</i> EHRENBERG, 1840
FAMÍLIA: Zygnemataceae <i>Mougeotia</i> C.A. AGARDH, 1824
FAMÍLIA: Mesotaeniaceae <i>Ancylonema</i> Berggren, 1870 <i>Netrium</i> Nageli, 1849
AGRUPAMENTO FITOFLAGELADOSo

continua

... continuação.

CLASSIFICAÇÃO

DIVISÃO: Chrysophyta

CLASSE: Diatomophyceae

SUBCLASSE Pennatophycideae (=Pennales)

ORDEM: Diatomales

FAMÍLIA: Diatomaceae (Fragilariaceae)

Synedra EHRENBERG, 1830*Fragilaria* LYNGBYE, 1819

ORDEM: Naviculales

SUBORDEM: Naviculineae

FAMÍLIA: Naviculaceae

SUBFAMÍLIA: Naviculoideae

Diploneis EHRENBERG, 1844*Navicula* BORY DE ST. VINCENT, 1822*Pinnularia* EHRENBERG, 1843*Stauroneis* EHRENBERG, 1843*Caloneis* CLEVE, 1891

SUBFAMÍLIA: Gomphonematoideae

Gomphonema EHRENBERG, 1831*Gomphoneis* CLEVE, 1894

SUBFAMÍLIA: Cymbelloideae

Cymbella AGARDH, 1830

SUBORDEM: Surirellineae

FAMÍLIA: Nitzschiaceae

Nitzschia HASSALL, 1845*Gomphonitzschia* GRUNOW, 1867

FAMÍLIA: Surirellaceae

Surirella TURPIN, 1822

FAMÍLIA: Epithemiaceae

Epithemia, BREBISSON, 1838

Continua ...

...continuação

CLASSIFICAÇÃO

ORDEM: Eunotiales

FAMÍLIA: Eunotiaceae

Eunotia EHRENBERG, 1837*Actinella*, LEWIS, 1865

CLASSE: Chrysophyceae

SUBCLASSE: Heterochrysophycideae

ORDEM: Ochromonadales

FAMÍLIA: Dinobryaceae

Dinobryon EHRENBERG, (1833) 1835

CLASSE: Xanthophyceae

ORDEM: Mischococcales

FAMÍLIA: Pleurochloridaceae

Vischeria PASCHER, 1938

DIVISÃO: Cyanophyta

CLASSE: Cyanophyceae

SUBCLASSE: Coccogonophycidae

ORDEM: Chroococcales

FAMÍLIA: Chroococcaceae

Microcystis KUTZING, 1833*Coelosphaerium* NAGELI, 1849*Gomphosphaeria* KUTZING, 1836*Synechococcus* NAGELI, 1849*Synechocystis* SAUVAGEAU, 1892

SUBCLASSE: Hormogonophycideae

ORDEM: Nostocales (=Oscillatoriales)

FAMÍLIA: Nostocaceae

Raphidiopsis FRITSCH & RICH, 1929

Continua ...

... continuação

CLASSIFICAÇÃO
FAMÍLIA: Oscillatoriaceae <i>Oscillatoria</i> VAUCHER, 1803 <i>Pseudanabaena</i> LAUTERBORN, 1914-1917 <i>Lyngbya</i> , AGARDH 1824
DIVISÃO: Euglenophyta
CLASSE: Euglenophyceae
ORDEM: Euglenales
SUBORDEM: Euglenineae
FAMÍLIA: Euglenaceae <i>Trachelomonas</i> EHRENBERG, 1833 <i>Phacus</i> DUJARDIN, 1841
DIVISÃO: Pyrrophyta
CLASSE: Dinophyceae
SUBCLASSE: Dinophycideae
ORDEM: Peridinales

Durante o período em estudo somaram-se 44 “taxa”, dentre esses houve predominância da divisão Chrysophyta com um percentual de 43,2%, seguida de Chlorophyta com 27,2%, Cyanophyta com 20,5% ,Euglenophyta com 6,8% e Pyrrophyta com 2,3%, como se observa no Inventário Florístico.

Dentre as Chrysophyta, destacou-se a ordem Naviculales com 12 gêneros da Sub-ordem Naviculineae. Na segunda divisão mais abundante, a ordem Zygnematales apresentou 8 gêneros de três famílias diferentes.

Ao longo do tempo os três pontos de amostragem apresentaram em comum 9 “taxa” de Chrysophyta, 3 “taxa” de Chlorophyta, 2 de Cyanophyta e 1 de Pirrophyta.

O destaque qualitativo e quantitativo da divisão Chrysophyta, ao que tudo indica, tem uma ligação com as “taxas” de sílica encontradas na região em estudo. Segundo os parâmetros físico-químicos, foram registradas taxas baixas para este elemento, porém tais valores são ótimos para muitos representantes da divisão Chrysophyta. Segundo ROUND, (1973), a sílica é um requisito absoluto para diatomáceas e para algumas espécies de Crysophyceae e Xanthophyceae, mas provavelmente não

para outros grupos. Baixas concentrações de silicatos podem ser utilizadas por diatomáceas tanto em habitats naturais como em culturas, para formação de novas paredes.

Existe uma baixa concentração de silicatos bem definida, abaixo da qual uma população não pode viver, pois a divisão citoplasmática prosseguirá sem a formação de novas paredes (ex: abaixo de 0,5 mg/l para *Asterionella formosa*, de 0,8 mg/l para *Melosira italica subsp. Subarctica* e de 25 mg/l para *Fragilaria crotonensis* e *Nitzschia palea*).

A ausência de concentrações mais representativas de outros elementos, tais como nitrogênio, fósforo e amônia, restringe em parte a população de Chrysophyta, que poderia ser mais expressiva na presença de concentrações ótimas de tais elementos juntamente com a sílica.

A Xanthophyceae *Vischeria* sp contribuiu com as densidades mais elevadas (porém pouco expressivas) registradas na segunda e terceira campanhas, justamente nos pontos MRN - 2 e MRN - 3, respectivamente. Em tais pontos foram encontradas as maiores concentrações de sílica, conforme Tabelas III.2.9 e III.2.10.

O ponto MRN - 1 apresentou 20 "taxa", sendo 3 exclusivos (*Diploneis*, *Gomphonitzschia* e *Coelosphaerium* sp).

No ponto MRN - 2 ocorreu um total mais elevado, 33 "taxa", dos quais 11 foram exclusivos (*Closterium*, *Hyalotheca*, *Micrasterias*, *Mougeotia*, *Netrium*, *Nitzschia*, *Euglenales*, *Lyngbya*, *Mycrocystis*, *Synechococcus* e *Synechocystis*). O ponto MRN - 3 apresentou um total de 27 "taxa", sendo apenas 8 exclusivos (*Actinothaenium*, *Sphaerocystis*, *Staurastrum*, Fitoflagelados, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Phacus* e *Gomphosphaeria*).

Os pontos MRN - 1 e MRN - 2 estão localizados no igarapé Saracá, o primeiro a montante da mina e o segundo a jusante. O ponto MRN - 3 está localizado no igarapé do Periquito a montante da confluência com o igarapé Saracá. Os pontos MRN - 2 e MRN - 3 estão em corpos de água distintos, porém aproximadamente paralelos.

Os resultados das análises qualitativas e quantitativas estão apresentados, respectivamente, nas Tabelas III.3.10 a III.3.12.

A similaridade (Tabela III.3.13) manteve valores muito próximos entre os pontos MRN - 1 e MRN - 2 e entre MRN - 2 e MRN - 3, respectivamente, 64,2% e 63,3%. Entre os pontos MRN - 1 e MRN - 3 a similaridade foi pouco mais baixa, 59,6%. Quando todos os pontos de amostragem estão localizados no mesmo curso d'água e apresentam condições ambientais semelhantes a similaridade entre eles será bem homogênea. O presente estudo, por ter sido realizado em corpos d'água distintos, e ter os três

valores acima citados, bem próximos, permite estabelecer um grau de semelhança entre estes corpos d'água, no período em questão. Sabe-se que tais igarapés são muito pobres em nutrientes, como confirmam as análises físico-química. No caso de um ponto de amostragem apresentar grande diferença (baixa similaridade) em relação aos demais é porque apresenta características ambientais muito próprias ("endemismo") ou está sofrendo algum tipo de pressão impactante que só atinge o mesmo. Dessa forma, o estudo da similaridade é uma boa "ferramenta" nos estudos de impacto ambiental.

Qualitativamente os "taxa" *Treubaria*, *Actinella*, *Eunotia*, *Gomphonitzschia*, *Pinnularia*, *Surirella*, *Vischeria*, Pennales e *Raphidiopsis*, foram constantes no ponto MRN - 1. De modo geral as análises quantitativas deste ponto mostraram densidades muito baixas (Tabela III.3.10). No ponto MRN - 2 os "taxa" *Micrasterias*, *Treubaria*, *Actinella*, *Eunotia*, *Navicula*, *Stauroneis*, *Surirella*, *Synedra*, *Vischeria*, Pennales, *Lyngbya* e *Raphidiopsis* ocorreram nas três campanhas. Quantitativamente apresentou o mesmo comportamento do ponto anterior, registrando em geral baixas densidades. Em MRN - 3 foram constantes ao longo do estudo os "taxa" *Treubaria*, *Chlorococcales*, *Eunotia*, *Surirella*, *Vischeria*, Pennales, *Oscillatoria* e *Raphidiopsis*. Nas análises quantitativas as densidades foram baixas seguindo os demais pontos. Contudo é importante ressaltar que os "taxa" *Vischeria* e *Chlorococcales* tiveram densidades ligeiramente destacadas para os pontos MRN - 2 e MRN - 3.

Os pontos de amostragem apresentaram em comum 6 "taxa" de ocorrência permanente, sendo 4 da divisão Chrysophyta, 1 da divisão Chlorophyta e 1 da divisão Cyanophyta.

TABELA III.3.10

ANÁLISES FITOPLANCTÔNICAS

Ponto de amostragem: MRN - 1

Tipo de análise: Qualitativa-Quantitativa (Ind/ml)

DIVISÃO GÊNEROS	PONTOS		
	MRN - 1	MRN - 2	MRN - 3
CHLOROPHYTA			
<i>Ancylonema</i> sp	X	X	
<i>Treubaria</i> sp	X	X	0,5
CHLOROCOCCALES		4,2	2,5
CHRYSOPHYTA			
<i>Actinella</i> sp	X	X	X
<i>Cymbella</i> sp			0,4
<i>Dinobryon</i> sp			X
<i>Diploneis</i> sp		X	
<i>Epithemia</i> sp			0,5
<i>Eunotia</i> sp	0,6	1,2	X
<i>Gomphonitzschia</i> sp	X	X	X
<i>Navicula</i> sp		X	0,5
<i>Pinnularia</i> sp	X	X	X
<i>Surirella</i> sp	X	X	X
<i>Synedra</i> sp	X	X	
<i>Vischeria</i> sp	4,2	3,6	3,5
PENNALES	X	1,8	1,5
PYRROPHYTA			
PERIDINIALES		X	
CYANOPHYTA			
<i>Coelosphaerium</i> sp		X	
<i>Oscillatoria</i> sp	0,6	X	
<i>Pseudanabaena</i> sp	X		
<i>Raphidiopsis</i> sp	4,8	3,6	4,5

(X) Organismos encontrados somente na análise qualitativa

TABELA III.3.11

ANÁLISES FITOPLANCTÔNICAS

Ponto de amostragem: MRN - 2

Tipo de análise: Qualitativa-Quantitativa (Ind/ml)

DIVISÃO GÊNEROS	PONTOS		
	MRN - 1	MRN - 2	MRN - 3
CHLOROPHYTA			
<i>Ancylonema</i> sp	X	2,0	
<i>Closterium</i> sp	X		X
<i>Hyalotheca</i> sp	X		
<i>Micrasterias</i> sp	X	X	X
<i>Mougeotia</i> sp	X		
<i>Netrium</i> sp	X		
<i>Treubaria</i> sp	X	X	0,5
CHLOROCOCCALES		5,6	8,5
CHRYSOPHYTA			
<i>Actinella</i> sp	0,5	X	X
<i>Caloneis</i> sp	X		
<i>Cymbella</i> sp	X		
<i>Dinobryon</i> sp	X		
<i>Epithemia</i> sp		0,4	X
<i>Eunotia</i> sp	3,0	1,2	X
<i>Gomphoneis</i> sp			X
<i>Navicula</i> sp	0,5	1,2	0,5
<i>Nitzschia</i> sp		X	
<i>Pinnularia</i> sp	0,5		
<i>Stauroneis</i> sp	X	X	X
<i>Surirella</i> sp	X	X	X
<i>Synechra</i> sp	X	X	X
<i>Vischeria</i> sp	2,0	22,0	5,5
PENNALES	3,0	5,6	3,0

Continua ...

... continuação.

DIVISÃO GÊNEROS	PONTOS		
	MRN - 1	MRN - 2	MRN - 3
PYRROPHYTA			
PERIDINIALES		X	
EUGLENOPHYTA			
<i>Trachelomonas</i> sp	X		
EUGLENALES		X	x
CYNOPHYTA			
<i>Lyngbya</i> sp	X	X	X
<i>Mycrocystis</i> sp	X		
<i>Oscillatoria</i> sp	0,5	0,4	
<i>Pseudanabaena</i> sp	X	X	
<i>Raphidiopsis</i> sp	1,5	2,8	3,5
<i>Synechococcus</i> sp		0,4	X
<i>Synechocystis</i> sp			X

(X) Organismos encontrados somente na análise qualitativa

TABELA III.3.12

ANÁLISES FITOPLANCTÔNICAS

Ponto de amostragem: MRN - 3

Tipo de análise: Qualitativa-Quantitativa (Ind/ml)

DIVISÃO GÊNEROS	PONTOS		
	MRN - 1	MRN - 2	MRN - 3
CHLOROPHYTA			
<i>Actinothaenium</i> sp		X	
<i>Ancylonema</i> sp	X	0,5	
<i>Sphaerocystis</i> sp		X	
<i>Staurastrum</i> sp		X	
<i>Treubarita</i> sp	X	X	X
CHLOROCOCCALES	0,4	6,0	12,5
FITOFLAGELADOS	X		
CHRYSOPHYTA			
<i>Actinella</i> sp			X
<i>Caloneis</i> sp		X	
<i>Cymbella</i> sp	0,4		X
<i>Eunotia</i> sp	1,2	0,5	0,5
<i>Fragilaria</i> sp	0,4		
<i>Gomphoneis</i> sp	X		
<i>Gomphonema</i> sp	X		
<i>Navicula</i> sp		X	
<i>Pinnularia</i> sp			0,5
<i>Stauroneis</i> sp			X
<i>Surirella</i> sp	X	X	X
<i>Synedra</i> sp	X		
<i>Vischeria</i> sp	0,4	2,5	29,0
PENNALES	2,4	2,5	3,5
PYRROPHYTA			
PERIDINIALES		X	

Continua ...

... continuação.

DIVISÃO GÊNEROS	PONTOS		
	MRN - 1	MRN - 2	MRN - 3
EUGLENOPHYTA			
<i>Phacus</i> sp	X		
EUGLENALES		X	X
CYNOPHYTA			
<i>Lyngbva</i> sp		X	
<i>Oscillatoria</i> sp	1,2	X	X
<i>Raphidiopsis</i> sp	4,0	3,0	4,5

(X) Organismos encontrados somente na análise qualitativa

TABELA III.3.13

Similaridade de ocorrência dos Organismos Fitoplantônicos na Área de Influência da MINERAÇÃO RIO DO NORTE S.A., Poerto Trombetas, município de Oriximiná (PA), no período de setembro a novembro/93

PONTOS	PONTOS DE AMOSTRAGEM		
	MRN - 1	MRN - 2	MRN - 3
MRN - 1	100,0%	64,2%	59,6%
MRN - 2		100,0%	63,3%
MRN - 3			100,0%

As Tabelas III.3.14 e III.3.15 mostram a densidade acumulativa das divisões fitoplantônicas nos três pontos de amostragem. Observa-se que na análise quantitativa, as divisões mais representativas foram Chrysophyta e Cyanophyta, respectivamente.

A Tabela III.3.16 mostra a média dos chamados índices numéricos de qualidade ambiental para os pontos MRN - 1, MRN - 2 e MRN - 3.

De uma maneira geral, a riqueza foi baixa para todos os pontos. Entretanto, todos os pontos de amostragem apresentaram baixa dominância, o que pode ser visto pelos valores do índice de uniformidade. Devido a elevada uniformidade, mas à riqueza baixa, os valores obtidos para diversidade foram também baixos.

O ponto MRN - 1, por estar a montante da mina e ainda por não sofrer ação antrópica, foi tomado como controle.

A Figura III.3.17 mostra a Curva de Esgotamento de "Taxa" para a comunidade fitoplanctônica. Observa-se que ela, a princípio, encontra-se em ascensão, estabilizando-se nas campanhas seguintes. Tal estabilização nada mais representa que a constância da comunidade em um pequeno período de intervalo amostral.

Para se conhecer a comunidade em questão de forma mais abrangente e representativa seria necessário um leque amostral mais amplo. Principalmente se for considerado o fato de estar a área em estudo, compondo a região de maior biodiversidade do mundo. Ainda é relevante o fato de terem sido feitas apenas três campanhas, em meses consecutivos, ficando restrito o período amostral a uma só época do ano. Tal fato limita o registro de ocorrência dos vários "taxa" que surgiriam em outros períodos do ano. Muitos organismos fitoplanctônicos apresentam comportamentos sazonais, sendo portanto necessário um acompanhamento amostral de no mínimo um ano, fechando assim um ciclo. É comum no fim deste período ainda não acontecer a estabilização definitiva da curva de esgotamento de "Taxa".

TABELA III.3.14

Ocorrência Qualitativa e Acumulativa dos Organismos Fitoplanctônicos na Área de Influência da MINERAÇÃO RIO DO NORTE S.A., Porto Trombetas, município de Oriximiná (PA), no período de setembro a novembro/93

DIVISÕES	PONTOS DE AMOSTRAGEM		
	MRN - 1	MRN - 2	MRN - 3
CHLOROPHYTA	15,0%	24,2%	26,0%
CHRYSOPHYTA	60,0%	45,5%	51,8%
CYANOPHYTA	20,0%	21,2%	11,1%
EUGLENOPHYTA	0,0%	6,1%	7,4%
PIRROPHYTA	5,0%	3,0%	3,7%

TABELA III.3.15

Densidade Acumulada dos Organismos Fitoplanctônicos na Área de Influência da MINERAÇÃO RIO DO NORTE S.A., Porto Trombetas, município de Oriximiná (PA), no período de setembro a novembro/93

DIVISÕES	PONTOS DE AMOSTRAGEM		
	MRN - 1	MRN - 2	MRN - 3
CHLOROPHYTA	7,2	16,6	19,4
CHRYSOPHYTA	17,4	48,9	43,4
CYANOPHYTA	15,5	9,1	12,7
EUGLENOPHYTA	0,0	0,0	0,0
PIRROPHYTA	0,0	0,0	0,0

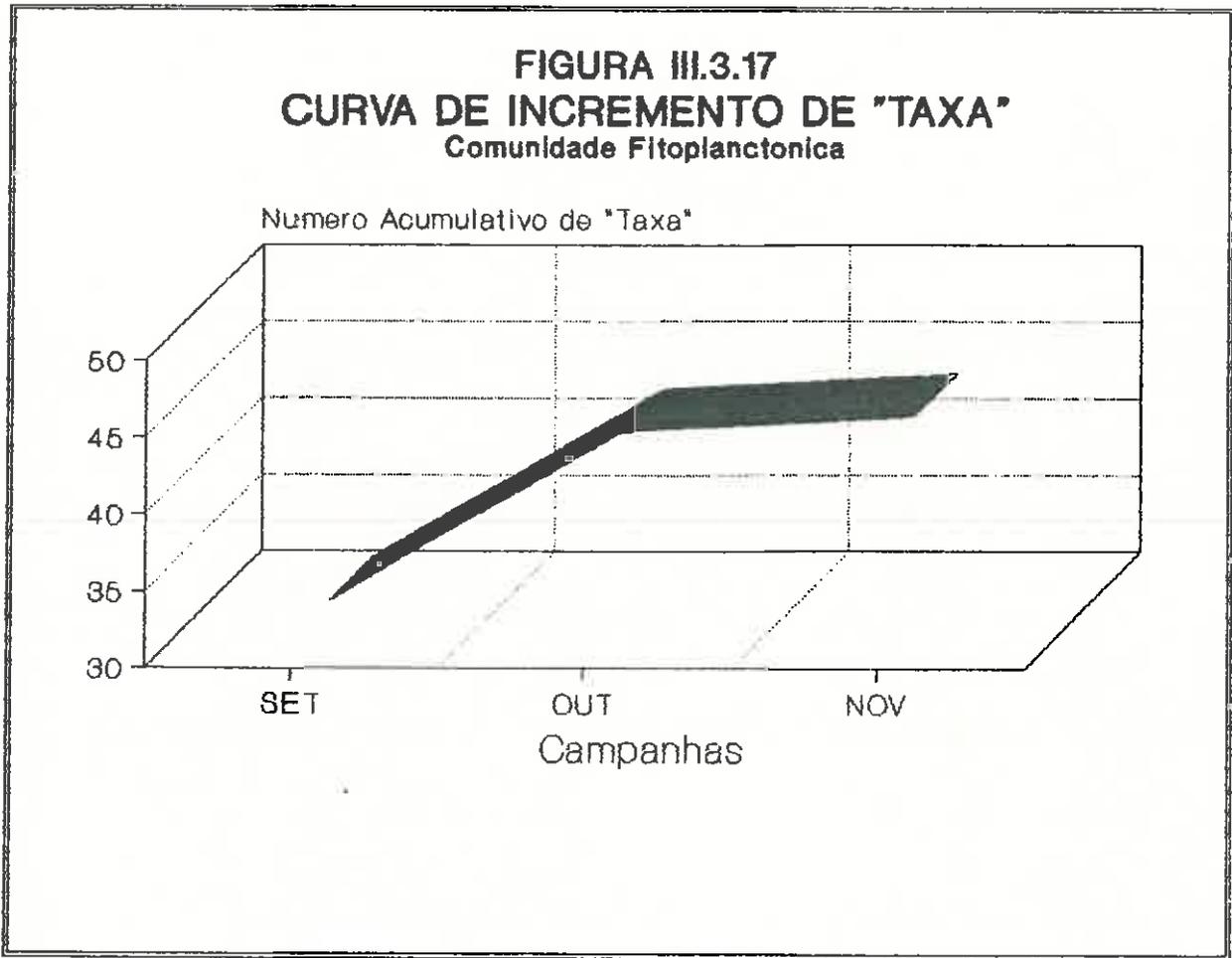
Unidade: Ind/ml

TABELA III.3.16

Índices Numéricos de Qualidade Ambiental dos Organismos Fitoplanctônicos na Área de Influência da MINERAÇÃO RIO DO NORTE S.A., Porto Trombetas, município de Oriximiná (PA), no período de setembro a novembro/93

ÍNDICES NUMÉRICOS DE QUALIDADE AMBIENTAL	PONTOS DE AMOSTRAGEM		
	MRN - 1	MRN - 2	MRN - 3
Total de "Taxa"	5,0	8,0	7,0
Total de Indivíduos	12,7	24,8	25,3
Riqueza (d)	3,9	5,3	4,7
Uniformidade (e)	0,8	0,8	0,7
Diversidade (H')	1,4	1,6	1,4

FIGURA III.3.17
CURVA DE INCREMENTO DE "TAXA"
Comunidade Fitoplanctonica



3.2.1.4.2 - Zooplâncton

A Tabela III.3.17, denominada Inventário Faunístico (comunidade zooplanctônica) apresenta a classificação filogenética e a relação em escala evolutiva de todos os "taxa" encontrados no presente estudo.

Segundo o Inventário Faunístico, o filo Protozoa apresentou 33,31% do total de "taxa" encontrado, seguido do filo Rotifera com 29,2% e de outros grupos como insetos, nematódeos, gastrotrichídeos, tardígrados, entre outros, que juntos representaram 18,8%, e da classe Crustacea do filo Arthropoda com 18,8%. Dentre os protozoários, a classe Rhizopoda foi a que apresentou maior número de "taxa".

De maneira geral, o zooplâncton de água doce é mais pobre que o zooplâncton marinho. Grupos de grande destaque do ambiente marinho não possuem representantes nos ambientes da água doce como os acantários, radiolários, foraminíferos, ctenóforos, quetognatos, entre outros; ou grupos que são bem diversificados como crustáceos marinhos apresentam baixa diversidade em águas doces, como foi observado no presente estudo.

Nos ambientes de água doce, os rotíferos são os organismos mais abundantes, principalmente em ambientes lênticos (ESTEVES, 1988). A importância dos rotíferos no plâncton de água doce é muito grande e ocupam o nicho ecológico de pequenos filtradores. Segundo MARGALEF (1983), a maior parte das espécies planctônicas são filtradoras e comedoras de material em suspensão separando o seston de dimensões bastante diversas, a partir de umas poucas micras e até organismos maiores como as diatomáceas, euglenas e clorofíceas. Eles ajudam a manter a água limpa, alimentando-se de detritos orgânicos, assim como de outros organismos (STORER, 1984). Por outro lado, os rotíferos servem de alimento para vermes e pequenos crustáceos e são uma parte importante da cadeia alimentar nos ambientes aquáticos.

Com algumas poucas exceções, as espécies de rotíferos se multiplicam rapidamente pela via assexuada (partenogênese) em condições ambientais favoráveis. Quando o ambiente é atingido por alterações bruscas levando a existência de condições estressantes, estes organismos passam a reproduzir pela via sexual, permitindo uma diversificação genotípica e, conseqüentemente, uma maior adaptabilidade às novas condições ambientais. Eles também apresentam uma característica denominada plasticidade genotípica ou ciclomorfose, expressada como crescimento exagerado de determinadas estruturas do corpo, conferindo a esses organismos característica exuberantes. Geralmente eles desenvolvem estas características quando estão em presença de predadores.

TABELA III.3.17

Inventário Faunístico da Comunidade Zooplanctônica amostrada na Área de Influência da MINERAÇÃO RIO DO NORTE S.A., Porto Trombetas, município de Oriximiná - (PA), no período de setembro a novembro de 1993

CLASSIFICAÇÃO
REINUM METAZOA
PHYLUM PROTOZOA
SUBPHYLUM: Sarcodina
CLASSE: Rhizopoda
SUBCLASSE: Lobosia
ORDEM: Testacida
FAMÍLIA: Arcellidae
<i>Arcella discoides</i>
<i>Arcella vulgaris</i>
FAMÍLIA: Centropyxidae
<i>Centropyxis aculeata</i>
<i>C. arcelloides</i>
<i>C. constricta</i>
FAMÍLIA: Nebelidae
<i>Quadrullella</i> sp
FAMÍLIA: Diffflugidae
<i>Diffflugia</i> spp
FAMÍLIA: Euglyphidae
<i>Euglypha</i> spp
<i>Cyphoderia</i> sp
PHYLUM NEMATODA
PHYLUM GASTROTRICHIDA
FAMÍLIA: Chaetonidae
<i>Chaetonotus</i> sp

Continua ...

... continuação

CLASSIFICAÇÃO
<p>PHYLUM ROTIFERA</p> <p>CLASSE: Digononta</p> <p> ORDEM: Bdelloidea</p> <p>CLASSE: Monogononta</p> <p> ORDEM: Ploimida</p> <p> FAMÍLIA: Brachionidae <i>Cohurella</i> sp <i>Lepadella</i> sp</p> <p> FAMÍLIA: Dicranophoridae <i>Keratella cochlelaris</i></p> <p> FAMÍLIA: Lecanidae <i>Lecane</i> spp <i>Lecane</i> (M) spp <i>Lecane</i> (M) <i>bullata</i></p> <p> FAMÍLIA: Trichocercidae <i>Trichocerca</i> sp</p> <p> FAMÍLIA: Notommatidae <i>Cephalodella</i> sp</p> <p> ORDEM: Flosculariacea</p> <p> FAMÍLIA: Floscularriidae <i>Beauchampiella</i> sp</p>
<p>PHYLUM ARTHROPODA</p> <p> SUBPHYLUM Tardigrada</p> <p> SUBPHYLUM: Crustacea</p> <p> CLASSE: Ostracoda</p>

Continua ...

... continuação.

CLASSIFICAÇÃO
CLASSE: Copepoda
ORDEM: Cyclopoida Estágios larvais: nauplii copepodito
ORDEM: Harpacticoida
CLASSE: Branchiopoda
ORDEM: Cladocera
FAMÍLIA: Chydoridae <i>Alona</i> sp <i>Alonella</i> sp
SUBPHYLUM UNIRANA
CLASSE: Insecta
ORDEM: Diptera
FAMÍLIA: Chironomidae
ORDEM: Plecoptera
ORDEM: Ephemeroptera
ORDEM: Trichoptera
CLASSE: Aracnida
ORDEM: Acarina

Assim, a combinação do polimorfismo estacional com a sexualidade reduzida permite aos rotíferos uma estratégia de rápida ocupação de microambientes por um grande número de indivíduos de composição genética pouco variada.

As Tabelas III.3.18 a III.3.20 mostram os resultados das análises qualitativas e quantitativas do zooplâncton dos pontos MRN - 1, MRN - 2, MRN - 3, respectivamente. Observa-se que o ponto MRN - 1 apresentou a menor quantidade de "taxa" por todo o período estudado (145 "taxa"). Os pontos MRN - 2 e MRN - 3 apresentaram números totais de "taxa" semelhantes (196 em MRN - 2 e 198 em MRN - 3).

Observando as tabelas descritas anteriormente nota-se que os protozoários pertencentes a classe Rhizopoda foram dominantes; esses organismos são geralmente epibentônicos, sendo mais frequentes em ambientes lóticos, já que o movimento da água faz com que eles se desloquem do substrato para a coluna d'água. Podem ser encontrados em ambientes aquáticos de pequeno ou grande porte. Sua nutrição é constituída, principalmente, de organismos vivos como fungos e bactérias, entretanto, na dieta também pode incluir detritos.

Os protozoários ciliados não foram encontrados nos ambientes estudados. Dentre os grupos do filo Protozoa, o sub-filo Ciliophora é o mais estudado sob o aspecto indicativo de qualidade de água. Elevadas densidades de organismos desse sub-filo é apontada por vários autores como indicadores de má qualidade da água, como em LIEBMANN (1962). Essa característica está ligada ao fator trófico preponderante desses organismos, ou seja, a matéria orgânica em decomposição, encontrada em elevadas concentrações em ambientes eutrofizados. A não ocorrência desse sub-filo, observada no presente estudo, está relacionada com a oligotrofia do ambiente em questão.

Dentre os rotíferos, observa-se que foram encontrados "taxa" frequentemente habitantes de ambientes lóticos, como aqueles pertencentes ao gênero *Lecane*, *Lepadella*, *Cephalodella* e à ordem Bdelloidea.

Segundo DUMONT e DE RIDDER (1987), espécies pertencentes à família Brachionidae, da qual fazem parte os gêneros citados acima, apresentam um alto grau de endemismo na América do Sul e Austrália.

Os crustáceos apresentaram baixas frequências, representadas pelos Copepoda, Cyclopoida, Harpacticoida e pelos Cladocera.

TABELA III.3.18

ANÁLISES ZOOPLANCTÔNICAS

Ponto de amostragem: MRN - 1

Tipo de análise: Qualitativa-Quantitativa (Ind/10 l)

"TAXA"	CAMPANHAS		
	MRN - 1	MRN - 2	MRN - 3
PROTOZOA			
<i>Arcella discoides</i>	2		
<i>A. vulgaris</i>	4	2	4
<i>Centropyxis arcelloides</i>	2		
<i>C. aculeata</i>	10	6	5
<i>C. constricta</i> sp	2	4	7
<i>Diffugia</i> sp 1		2	*
<i>Diffugia</i> sp 2		4	6
<i>Diffugia</i> sp 4	6		
<i>Euglypha</i> sp 1	*		*
<i>Euglypha</i> sp 2	6		*
<i>Euglypha</i> sp 3		9	3
<i>Euglypha</i> sp 4	4		5
<i>Euglypha</i> sp 5	*		
<i>Euglypha</i> sp 6	*		
<i>Quadrullella</i> sp	4		2
ROTIFERA			
Bdelloidea	2		1
<i>Beauchampiella</i> sp	*		
<i>Cephalodella</i> sp			1
<i>Colurella</i> sp			2
<i>Keratella cochlearis</i>		2	5
<i>Lecane</i> sp 1		2	5
<i>Lecane</i> (M) bulla			*
<i>Lecane</i> (M) sp 1			*
<i>Lecane</i> (M) sp3	2		3
<i>Lepadella</i> sp	*		*
<i>Trichocerca</i> sp	*		

Continua ...

... continuação.

"TAXA"	PONTOS DE AMOSTRAGEM		
	MRN - 1	MRN - 2	MRN - 3
CRUSTACEA			
formas larvais:			
- nauplii		2	*
- copepodito	*		
Harpacticoida M.E. 1	1		
Harpacticoida M.E. 2	*		
Ostracoda			
<i>Alona</i> sp	*		
OUTROS			
<i>Chaetonotus</i> sp	6	2	5
Chironomidae	2	4	1
Ephemeroptera			1
Hydracarina		*	1
Nematoda	3	2	*
Plecoptera		2	*
Tardigrada			*

OBS.: M.E. = Morfo Espécie

(*) Organismos encontrados somente na análise qualitativa

TABELA III.3.19

ANÁLISES ZOOPLANCTÔNICAS

Ponto de amostragem: MRN-2

Tipo de análise: Qualitativa-Quantitativa (Ind/10 l)

"TAXA"	CAMPANHAS		
	MRN - 1	MRN - 2	MRN - 3
PROTOZOA			
<i>Arcella discoides</i>	*	5	7
<i>Centropyxis arcelloides</i>	5	2	*
<i>C. constricta</i> sp	5	2	3
<i>Diffugia</i> sp 1	11	2	5
<i>Diffugia</i> sp 2	5	2	5
<i>Diffugia</i> sp 3	2		*
<i>Diffugia</i> sp 4		2	
<i>Euglypha</i> sp 1			1
<i>Euglypha</i> sp 3	2	4	*
<i>Euglypha</i> sp 5	5		
<i>Quadrullella</i> sp		4	7
ROTIFERA			
Bdelloidea	15	4	3
<i>Cephalodella</i> sp	2	2	1
<i>Cohurella</i> sp	5		
<i>Lecane</i> sp 1	2	2	4
<i>Lecane</i> (M) bulla		*	
<i>Lecane</i> (M) sp 1	2		
<i>Lecane</i> (M) sp 2		2	5
<i>Lecane</i> (M) sp4	2		5
<i>Lepadella</i> sp	7	2	1
<i>Trichocerca</i> sp	5	5	6
CRUSTACEA			
Cyclopoida M.E.1		*	2
Cyclopoida M.E.2		*	1
formas larvais:			
- nauplii	*		3
- copepodito			
Harpacticoida M.E.1	*	*	1
Ostracoda	*		*
<i>Alonella</i> sp	*	2	1

Continua ...

... continuação.

TAXA	CAMPANHAS		
	MRN - 1	MRN - 2	MRN - 3
OUTROS			
<i>Chaetonotus</i> sp			*
Chironomidae	3	2	4
Ephemeroptera	*	*	*
Hydracarina		*	1
Nematoda	1	2	1
Plecoptera			*
Tardigrada	*		
Trichoptera			2

OBS.: M.E. = Morfo Espécie

(*) Organismos encontrados somente na análise qualitativa

TABELA III.3.20
ANÁLISES ZOOPLANCTÔNICAS

Ponto de amostragem: MRN-3

Tipo de análise: Qualitativa-Quantitativa (Ind/10 l)

"TAXA"	CAMPANHAS		
	26/09/93	29/10/93	24/11/93
PROTOZOA			
<i>Arcella vulgaris</i>	4	6	7
<i>Centropyxis arcelloides</i>			*
<i>C. constricta</i> sp	*	6	8
<i>Diffugia</i> sp 1	2	14	7
<i>Diffugia</i> sp 2			*
<i>Diffugia</i> sp 3			5
<i>Diffugia</i> sp 4		3	
<i>Euglypha</i> sp 1		17	8
<i>Euglypha</i> sp 3		3	*
<i>Euglypha</i> sp 5	4		
<i>Quadrullella</i> sp	2		*
ROTIFERA			
Bdelloidea	4		
<i>Colurella</i> sp	2	6	5
<i>Keratella cochlearis</i>		3	3
<i>Lecane</i> sp 1	1		
<i>Lecane</i> (M) bulla		6	2
<i>Lecane</i> (M) sp 1		3	4
<i>Lecane</i> (M) sp 3		3	7
<i>Lecane</i> (M) sp4	4		
<i>Lepadella</i> sp	7		
<i>Trichocerca</i> sp			*
CRUSTACEA			
Cyclopoida M.E. 1	*		
formas larvais:			
- nauplii	4		
- copepodito	2	*	1
Harpacticoida M.E. 1	*	*	2
Ostracoda	*	*	*
<i>Alonella</i> sp		*	*

Continuação....

... continuação.

TAXA	CAMPANHAS		
	MRN - 1	MRN - 2	MRN - 3
OUTROS			
Ceratopogonidae	*		
<i>Chaetonotus</i> sp		6	
Chironomidae	4	6	1
Ephemeroptera	*		
Hydracarina	*	*	*
Nematoda	4	6	5

OBS.: M.E. = Morfo Espécie

(*) Organismos encontrados somente na análise qualitativa

De uma maneira geral, como o plâncton de ambientes lóticos se encontra sob a dependência das correntezas da água, tendem a ser menos expressivos. Além disso, as baixas concentrações de substâncias nutritivas, em relação aos lagos, também contribuem para a baixa frequência do zooplâncton em ambientes lóticos.

A Tabela III.3.21, mostra os diversos índices numéricos calculados para a comunidade zooplanctônica dos três pontos de coleta durante o período estudado. Utilizou-se o número total de "taxa" encontrado nas análises qualitativas para os cálculos dos índices, sendo que a divisão taxonômica utilizada como base de cálculo desses índices foi morfoespécie ou espécie. Os organismos discriminados nas tabelas Qualitativas/Quantitativas como outros e pertencentes a divisões taxonômicas de difícil identificação até espécie foram considerados como pertencentes a uma única espécie dentro de cada divisão. Outros organismos relacionados nas tabelas e que também não foram identificados em nível de espécie devido a diversos tipos de dificuldades (fixação com formol que impede a visualização de características importantes dos organismos, organismos que só são identificados por métodos de dissecação, entre outros) também foram considerados pertencentes a uma única espécie dentro da divisão.

Observando os valores dos índices numéricos, nota-se que o ponto MRN - 1 foi que apresentou uma melhor qualidade ambiental nas condições de adaptabilidade da comunidade zooplanctônica; observa-se, por exemplo, que a riqueza e a uniformidade foram maiores. Entretanto, essas diferenças entre o ponto MRN - 1 e os MRN - 2 e MRN - 3 não podem ser consideradas significativas, já que os valores dos índices numéricos apresentaram pequena diferença entre si.

Sendo assim, pode-se dizer que os três pontos estudados apresentam características semelhantes para a adaptabilidade zooplanctônica.

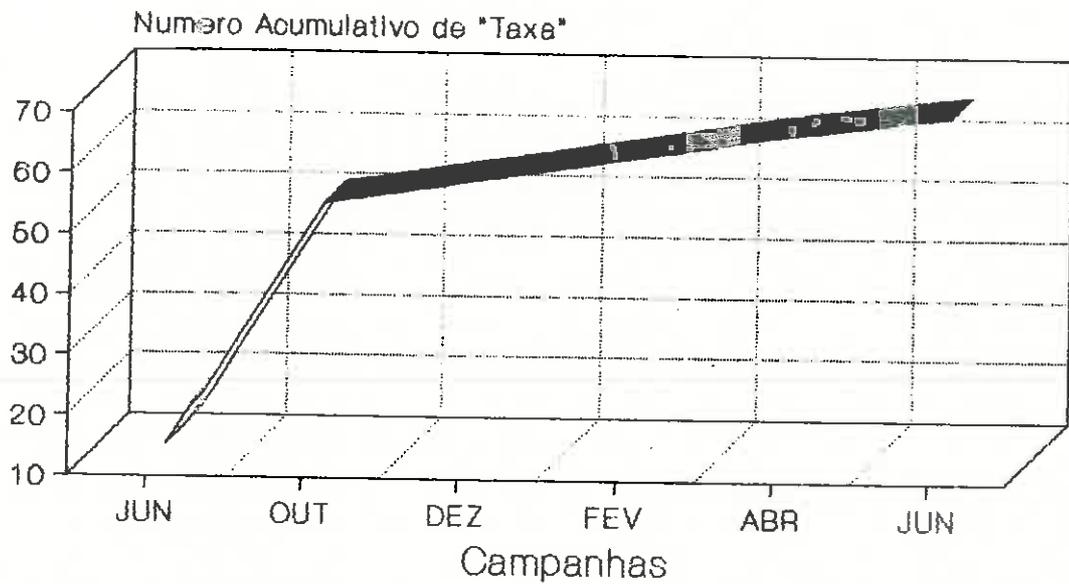
A curva de esgotamento ou incremento de "taxa" mostrada pela Figura III.3.18., revela que não houve tendência à estabilização do número de "taxa" encontrados na área em estudo. Isto significa que a amostragem realizada não foi suficiente para a caracterização da comunidade zooplanctônica.

TABELA III.3.21

Índices numéricos de qualidade ambiental calculados para os Organismos Zooplancctônicos na Área de Influência da MINERAÇÃO RIO DO NORTE S.A., Poerto Trombetas, município de Oriximiná (PA), no período de setembro a novembro/93

ÍNDICES NUMÉRICOS DE QUALIDADE AMBIENTAL	PONTOS DE AMOSTRAGEM		
	MRN - 1	MRN - 2	MRN - 3
Total de "Taxa"	38,0	36,0	34,0
Total de Indivíduos	145,0	196,0	198,0
Riqueza (d)	17,1	15,3	14,4
Uniformidade (e)	0,6	0,3	0,4
Diversidade (H')	1,3	1,2	1,3

FIGURA III.3.18
CURVA DE INCREMENTO DE "TAXA"
Comunidade Zooplanctonica



3.2.1.4.3 - Zoobênton

Para avaliação das condições ambientais de um determinado corpo hídrico, em geral, são analisadas as variáveis físico-químicas e biológicas. Fatores físico-químicos e biológicos, sem dúvida, determinam a qualidade da água. Entretanto, análises físico-químicas revelam respostas momentâneas e análises biológicas determinam respostas duradouras, condicionadas pelas próprias características físico-químicas da água.

Em águas correntes, os organismos que melhor refletem a qualidade da água são aqueles cuja capacidade de locomoção é limitada ou nula, tanto por viverem em contato direto com o substrato (bento) como por se aderirem a objetos fixos (perifiton). A comunidade bentônica é muito sensível a quaisquer mudanças e serve como importante instrumento para a detecção de degradação da qualidade da água.

Outra maneira de avaliar a qualidade ambiental de um corpo hídrico é aplicando-se índices numéricos. Estes métodos têm sido bastante eficazes, entretanto, nem sempre podem ser aplicados, pois, principalmente os índices de diversidade, requerem uma identificação aos níveis taxonômicos mais baixos (espécie, gênero e às vezes família). Estas identificações, além de serem bastante difíceis, uma vez que a fauna tropical é bastante diversificada e para tal tarefa não há especialistas e bibliografia suficientes, requerem uma grande disponibilidade de tempo, o que nem sempre é possível. No presente estudo foi tomado o nível de Família como a categoria taxonômica básica, o que certamente resulta em valores sub-estimados. Entretanto, os valores obtidos oferecem uma base de informações para avaliação da região em estudo.

Um dos pontos mais importantes para obter-se boas respostas em estudos de qualidade ambiental é a realização de amostragens com o máximo rigor científico, pois a qualidade das respostas obtidas vai depender de uma amostra representativa.

Lamentavelmente, a coleta de amostras ainda é considerada uma atividade simples, que não exige qualquer critério ou conhecimento científico, podendo ser executada por qualquer leigo. Essa percepção é falha, porque uma amostra, por definição, representa a síntese do comportamento do universo estudado e, assim, a sua coleta exige profundo conhecimento científico, o que, por sua vez, significa contar com recursos humanos com capacidade técnica.

O objetivo da amostragem e das análises não é a obtenção de informações sobre alíquotas em si, geralmente constituídas de pequenas frações, mas, sim, a caracterização espacial e temporal do corpo d' água amostrado.

Pensando nestes fatos os ecólogos criaram as chamadas Curvas de Incremento ou Esgotamento de "Taxa". Ela consiste em se plotar num gráfico o incremento do número de espécies ou qualquer outro "taxa", registrados numa amostra de uma comunidade com o incremento da área amostrada. Um aspecto conhecido é que o número de espécies em uma amostra aumenta, geralmente, com o aumento da área amostrada. Assim, a tendência da curva é tornar-se plana com o aumento da amostragem, porque, uma vez que se tem um certo número de espécies, todas as restantes que devem somar-se são as espécies mais raras da comunidade. É necessário amostras muito grandes para contabilizar as espécies raras. Quando ocorre a estabilização da curva, pelo menos 80% dos taxos ocorrentes na área de estudos foram amostrados. Entretanto, o erro médio de 20% não pode ser desprezado para ambientes tropicais, onde os estudos sistemáticos ainda estão em fase inicial.

A curva do esgotamento de "taxa" para a área estudada (considerando-se todos os pontos de amostragem e todas as campanhas realizadas) é mostrada na Figura III.3.19. Observa-se que a curva ainda não se encontra estabilizada, demonstrando que não se atingiu ainda 80% da população de organismos bentônicos para aquela área de estudo. Isto é importante porque ela mostra a necessidade de realização de novas amostragens.

Segundo Margalef (1983), pode-se encontrar 3 grandes grupos de populações bentônicas:

- populações bentônicas da zona litoral de ambientes lênticos, entre macrófitas ou fora delas, fundamentadas na produção primária local e não influenciadas pela acumulação de material detrítico alóctone;
- populações de águas correntes, organizadas em torno do fluxo contínuo e tendo suporte, em grande proporção, nos materiais alóctones;
- populações do benton profundo, alimentadas pelo plâncton sedimentado e pelo aporte horizontal das águas correntes.

Devido à grande diversidade, destacam-se claramente as populações litorais de ambientes lênticos, principalmente aquelas associadas à vegetação e às populações bentônicas de águas correntes. O bento da zona litoral de ambientes lênticos, dependendo das fontes locais de alimentos, tem maior riqueza de espécies, nichos ecológicos múltiplos e cadeias tróficas maiores. O bento fluvial é de diversidade moderada e o bento profundo apresenta baixa diversidade e cadeias alimentares curtas. Há, contudo, transições: a fauna litoral de uma área sem vegetação é semelhante à fauna fluvial empobrecida.

No presente estudo amostrou-se sempre a faixa litoral. Teoricamente, estes ambientes deveriam apresentar boa diversidade, desde que não estivessem sofrendo nenhum tipo de ação impactante. Neste caso, o zoobênton é considerado como um excelente bioindicador. Dois atributos da comunidade zoobentônica são particularmente relevantes para a investigação da qualidade da água: os indivíduos são relativamente sésseis e muitos deles passam um tempo relativamente longo na água (às vezes um

ano ou mais). Devido à essa pequena mobilidade, populações inteiras podem ser dizimadas em um curto espaço de tempo.

A Tabela III.3.22 mostra o inventário faunístico de todos os organismos bentônicos coletados no presente estudo, apresentando a classificação e posição de tais organismos na escala zoológica.

Encontrou-se um total de 55 "taxa" de organismos zoobentônicos. Destes, 55 foram encontrados em MRN-1, 38 em MRN-2 e no ponto MRN-3 encontrou-se 45 "taxa". Os indivíduos da Classe Insecta representaram a maioria dos organismos encontrados, tanto em número de "taxa", quanto em número de indivíduos. Eles geralmente representam 80% dos organismos bentônicos, principalmente aqueles holometábolos que possuem fase larval aquática.

Dentre os insetos encontrados, 3 ordens são particularmente importantes devido à enorme sensibilidade às mudanças ambientais: Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera. Estes insetos se alimentam de uma enorme variedade de detritos e algas, como também de macrófitas e material de origem animal. Poucas espécies são carnívoras. Os hábitos alimentares variam durante o período de crescimento, sendo que a quantidade de material ingerido aumenta com o crescimento do organismo. Devido à enorme variedade de hábitos alimentares, esses organismos requerem uma enorme variedade de habitats.

Organismos destas três ordens foram encontrados com abundância em todos os pontos de amostragens, o que já é indicador da excelente qualidade ambiental dos hidroambientes em estudo.

Os Trichoptera, em particular, são extremamente exigentes. Eles se alimentam de materiais de origem vegetal, algas (principalmente diatomáceas fixas em pedras - perifiton), tecidos de plantas vasculares e colônias de microorganismos. Mas não há evidências de que se alimentem de plantas vivas. Algumas espécies são carnívoras. Geralmente, as larvas de Trichoptera mostram baixa seletividade alimentar, mas são altamente especializadas na aquisição de alimentos.

Se por um lado os Trichoptera são eurifágicos, de outra forma eles são estenoídricos, formando, juntamente com Plecoptera, um grupo bastante restritivo quanto a qualidade do corpo d' água onde suas larvas irão desenvolver-se. Assim, eles só se desenvolvem em águas com baixa carga sólida e pH estável.

Muitas vezes somente análises físico-químicas da água não conseguem mostrar diferenças significativas entre os pontos de amostragem, porque em sua maioria refletem características instantâneas.

TABELA III.3.22

Inventário Faunístico da Comunidade Zoobentônica amostrada na Área de Influência da MINERAÇÃO RIO DO NORTE S.A., Porto Trombetas, município de Oriximiná - (PA), no período de setembro a novembro de 1993

CLASSIFICAÇÃO
REINUM METAZOA
PHYLUM PLATELMINTES
CLASSE: Turbellaria
ORDEM: Tricladida
PHYLUM NEMATODA
CLASSE: Aphasmda
PHYLUM ANNELIDA
CLASSE: Hirudinea
CLASSE: Oligochaeta
PHYLUM ARTHROPODA
CLASSE: Aracnida
ORDEM: Acarina
FAMÍLIA: Hydrachnellidae
CLASSE: Crustacea
ORDEM: Decap ^o da
FAMÍLIA: Paleomonidae
ORDEM: Ostracoda

Continua ...

... continuação.

CLASSIFICAÇÃO
CLASSE: Insecta
SUBCLASSE: Apterygota
ORDEM: Collembola
FAMÍLIA: Isotomidae
FAMÍLIA: Cyclopidae
SUBCLASSE: Pterygota
INFRACLASSE: Paleoptera
ORDEM: Ephemeroptera
FAMÍLIA: Baetidae
FAMÍLIA: Caenidae
FAMÍLIA: Ephemerellidae
FAMÍLIA: Leptophlebiidae
FAMÍLIA: Oligoneuridae
FAMÍLIA: Polingeniidae
FAMÍLIA: Polymitarcidae
FAMÍLIA: Potamanthidae
FAMÍLIA: Trichorythidae
ORDEM: Odonata
FAMÍLIA: Aeshinidae
FAMÍLIA: Calopterygidae
FAMÍLIA: Coenagrionidea
FAMÍLIA: Gomphidae
FAMÍLIA: Libellulidae
INFRACLASSE: Neoptera
DIVISÃO: Expterygota
ORDEM: Orthoptera
FAMÍLIA: Tetrigidae

Continua ...

... continuação.

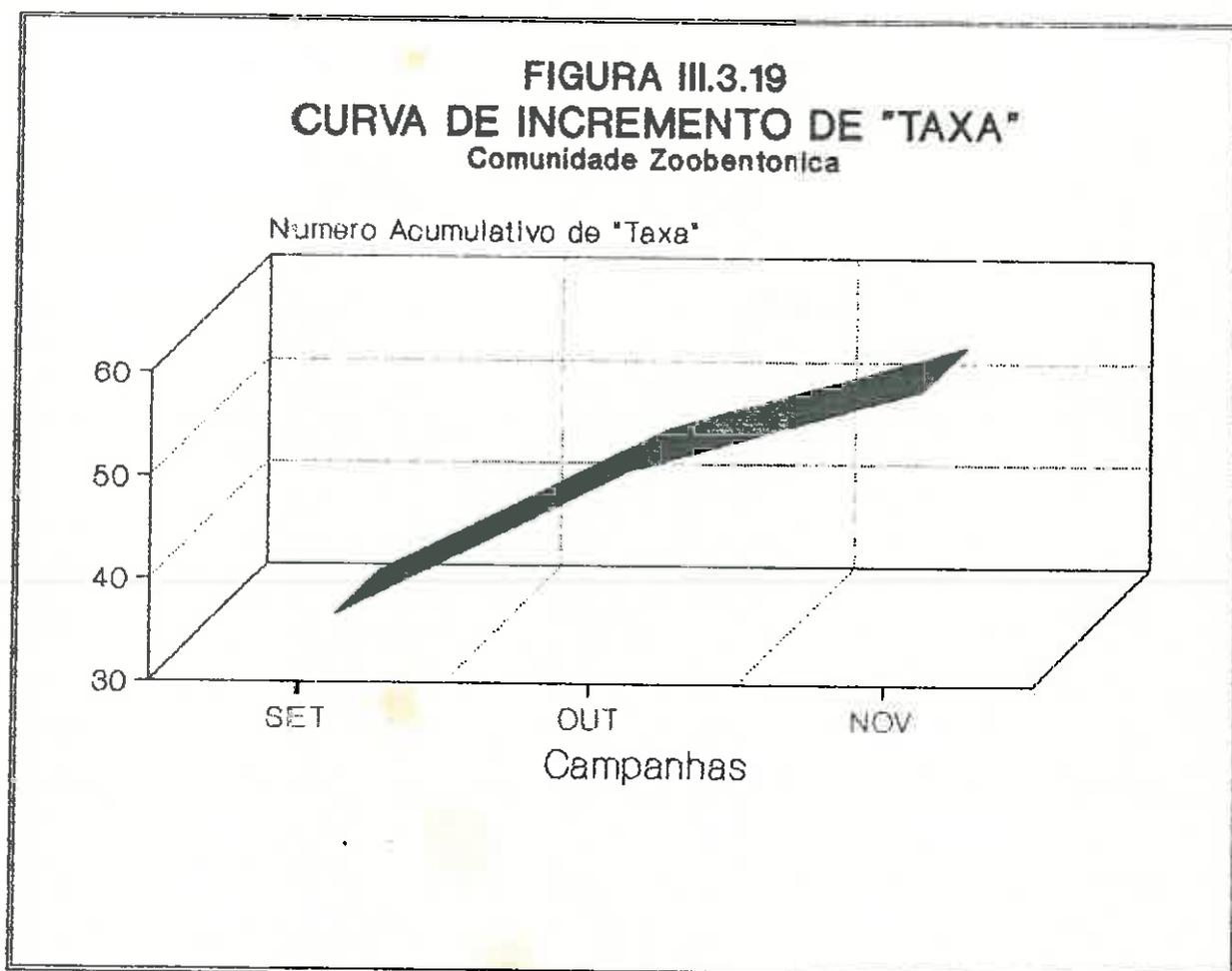
CLASSIFICAÇÃO
ORDEM: Plecoptera
FAMÍLIA: Gripopterugidae
FAMÍLIA: Perlidae
ORDEM: Hemiptera
FAMÍLIA: Belastomatidae
FAMÍLIA: Corixidae
FAMÍLIA: Gerridae
FAMÍLIA: Naucoridae
FAMÍLIA: Nepidae
FAMÍLIA: Notonectidae
FAMÍLIA: Vellidae
DIVISÃO: Endopterygota
ORDEM: Trichoptera
FAMÍLIA: Glossomatidae
FAMÍLIA: Heliocopsychidae
FAMÍLIA: Hydrobiosydae
FAMÍLIA: Hydropsychidae
FAMÍLIA: Hidroptilidae
FAMÍLIA: Leptoceridae
FAMÍLIA: Odontoceratidae
FAMÍLIA: Polycentropodidae
FAMÍLIA: Psychomyiidae
ORDEM: Lepdoptera
FAMÍLIA: Pyralidae
ORDEM: Coleoptera
FAMÍLIA: Dytiscidae
FAMÍLIA: Elminthidae
FAMÍLIA: Elmidae
FAMÍLIA: Gyrinidae
FAMÍLIA: Hydrophilidae

Continua ...

... continuação.

CLASSIFICAÇÃO
ORDEM: Diptera
FAMÍLIA: Ceratopogonidae
FAMÍLIA: Chironomidae
FAMÍLIA: Culicidae
FAMÍLIA: Dixidae
FAMÍLIA: Empididae
FAMÍLIA: Psychodidae
FAMÍLIA: Simuliidae
FAMÍLIA: Tabanidae
FAMÍLIA: Tipulidae

FIGURA III.3.19
CURVA DE INCREMENTO DE "TAXA"
Comunidade Zoobentonica



Já os bioindicadores de qualidade ambiental como Trichoptera fornecem uma resposta mais duradoura às possíveis modificações. Por exemplo: a mudança brusca da água ocasionada por uma contaminação química, pode não ser detectada se a medida do pH não for tomada logo após a contaminação. Entretanto, esta mudança pode provocar a morte de vários organismos e o tempo de recolonização da nova população pode durar dias, semanas ou meses ou até mesmo não ocorrer, mesmo que o pH já tenha voltado o normal. Por esta razão é que se diz que a resposta dos bioindicadores é mais duradoura.

A Tabela III.3.23 mostra os resultados das análises quali-quantitativas realizadas no ponto MRN-1, no período amostrado. Como este ponto se encontra localizado numa área vários quilômetros a montante das atividades minerárias, foi tomado como ponto controle.

Uma característica muito importante desse ponto, e que certamente contribuiu em muito para o maior número de "taxa" nele encontrado é a diversificação dos substratos límnicos. Quanto maior for esta diversificação dos substratos, mais facilmente ocorrerá a colonização. Neste ponto de amostragem ocorrem substratos como areia (de diversas texturas), seixos, restos de vegetação em decomposição, pequenos remansos, etc. que favorecem a colonização.

A heterogeneidade de ambientes é uma característica das regiões tropicais, e no caso específico da comunidade bentônica a heterogeneidade do substrato/sedimento límnico é de particular importância, conforme demonstra KARIN E INGLIS (1970).

Segundo ULFSTRAND (1967), a heterogeneidade da composição do substrato pode produzir uma distribuição não aleatória dos invertebrados bentônicos.

A relação dimensão do organismo / dimensão das partículas do substrato límnico é apontada por ALLEN (1959) como sendo um dos fatores que afeta os padrões de distribuição dos organismos bentônicos. Além disso, é também de grande importância a distribuição do alimento e a composição físico-química da água e do próprio substrato.

A indicação do grau de influência de cada fator sobre as populações bentônicas, não é tarefa fácil, pois os efeitos das variáveis bióticas e abióticas estão intimamente relacionadas no ambiente. Individualmente ou em conjunto, esses fatores podem afetar outras variáveis ambientais, com alta influência sobre os padrões de distribuição espacial das populações bentônicas.

O ponto MRN-2, Tabela III.3.24, foi o que apresentou a menor riqueza biológica, 38 "taxa", entretanto, deve-se dizer que esta riqueza é superior à de muitos locais da terra, ou seja, em apenas um local de amostragem, em apenas um período do ano, detectou-se uma riqueza de organismos bentônicos maior do que a de muitos hidroambientes do planeta.

TABELA III.3.23

ANÁLISES BENTÔNICAS

Ponto de amostragem: MRN - 1

Tipo de análise: Quali - quantitativa (Ind/m²)

FILO CLASSE ORDEM FAMÍLIA	CAMPANHAS DE AMOSTRAGEM			
	26/09/93	29/10/93	24/11/93	
PLATELMINTES Turbelaria Tricladida	Filo Classe Ordem	5,0	7,0	10,0
NEMATODA Aphasmida	Filo Classe	10,0	17,0	23,0
ANNELIDA Hirudinea Oligochaeta	Filo Classe Classe	19,0 48,0	24,0 64,0	36,0 108,0
ARTHROPODA Aracnida Acarina Hidrachenellidae	Filo Classe Ordem Família	5,0	7,0	17,0
Crustacea Decapoda Paleomonidae		33,0	48,0	79,0
Ostracoda			5,0	7,0
Insecta Collembola Isotomidae Cyclopidae		7,0	10,0 2,0	12,0 5,0
Ephemeroptera Baetidae Caenidae Ephemerellidae Leptophlebiidae Oligoneuriidae Palingeniidae Polymitarcidae Potamanthidae Trichorythidae		12,0 5,0 12,0 10,0 14,0 7,0 12,0 24,0 5,0	17,0 10,0 17,0 24,0 19,0 12,0 19,0 36,0 10,0	26,0 17,0 34,0 36,0 26,0 14,0 26,0 67,0 12,0

Continua ...

... continuação.

FILO CLASSE ORDEM FAMÍLIA	CAMPANHAS DE AMOSTRAGEM		
	26/09/92	29/10/93	24/11/93
Odonata			
Aeshnidae	7,0	10,0	14,0
Calopterygidae		5,0	5,0
Coenagrionidae	5,0	17,0	22,0
Gomphidae	5,0	12,0	14,0
Libellulidae	14,0	26,0	34,0
Orthoptera			
Tetrigidae		2,0	5,0
Plecoptera			
Gripopterygidae	17,0	26,0	32,0
Perlidae		7,0	10,0
Hemiptera			
Corixidae			
Belastomatidae	7,0	12,0	17,0
Gerridae			2,0
Naucoridae		7,0	12,0
Nepidae			5,0
Notonectidae			12,0
Vellidae		5,0	7,0
Trichoptera			
Glossomatidae		7,0	10,0
Heliocopsyche		5,0	7,0
Hydrobiosidae	14,0	24,0	34,0
Hydropsychidae	10,0	2,0	24,0
Hiroptilidae			5,0
Lepitoceridae			5,0
Odontoceratidae	5,0	5,0	7,0
Polycentropodidae	10,0	24,0	46,0
Psychomyiidae	5,0	7,0	10,0
Lepdoptera			
Pyrilidae		5,0	5,0
Coleoptera			
Dytiscidae	5,0	17,0	36,0
Elmidae	14,0	26,0	42,0
Elminthidae			5,0
Gyrinidae		5,0	7,0
Hydrophilidae		10,0	12,0

Continua

TABELA III.3.24

ANÁLISES BENTÔNICAS

Ponto de amostragem: MRN - 2

Tipo de análise: Quali - quantitativa (Ind/m²)

FILO CLASSE ORDEM FAMÍLIA	CAMPANHAS DE AMOSTRAGEM		
	26/09/93	29/10/93	24/11/93
	PLATELMINTES		
Turbelaria			
Tricladida			7,0
NEMATODA			
Aphasmida	10,0	12,0	17,0
ANNELIDA			
Hirudinea	10,0	14,0	17,0
Oligochaeta	5,0	12,0	42,0
ARTHROPODA			
Aracnida			
Acarina			
Hidrachenellidae		2,0	12,0
Crustacea			
Decapoda			
Paleomonidae	10,0	17,0	26,0
Ostracoda			2,0
Insecta			
Ephemeroptera			
Baetidae		2,0	10,0
Caenidae			2,0
Ephemerellidae		2,0	7,0
Leptophlebiidae		5,0	17,0
Palingeniidae		7,0	14,0
Polymitarcidae			2,0
Potamanthidae	10,0	7,0	17,0
Odonata			
Aeshinidae		2,0	7,0
Coenagrionidae	2,0	5,0	10,0
Gomphidae			2,0
Libellulidae		2,0	12,0

Continua ...

... continuação

FILO CLASSE ORDEM FAMÍLIA	CAMPANHAS DE AMOSTRAGEM		
	26/09/93	29/10/93	24/11/93
	Orthoptera Tetrigidae		
Plecoptera Gripopterygidae	5,0	7,0	14,0
			5,0
Hemiptera Corixidae			2,0
		2,0	10,0
			2,0
			5,0
Trichoptera Helicopsyche		2,0	5,0
		2,0	5,0
	2,0	12,0	12,0
		7,0	12,0
			10,0
Coleoptera Dytiscidae		2,0	10,0
			2,0
		5,0	12,0
Diptera Ceratopogonidae	14,0	19,0	24,0
	833,0	1.149,0	1.867,0
		5,0	7,0
			2,0
	7,0		
			2,0

A maioria das ordens da Classe Insecta estiveram bem representadas neste ponto. Algumas, inclusive, de rara ocorrência naquela área foram detectadas, como por exemplo, Ordem Orthoptera, Família Tetrigidae. Várias famílias que não ocorrem frequentemente também foram detectadas. Também estiveram presentes, como em outros pontos, os Annelida Hirundinea e Oligochaeta, além dos Platelminetes e Nematoda, indicando também, um certo grau de trofia.

Uma ordem da Classe Insecta que esteve bem representada no ponto MRN-2 foi a Ordem Coleoptera (conhecidos vulgarmente como besouros). De um total de 300.000 espécies de coleópteros conhecidos, cerca de 5.000 apresentam fase aquática. Quase sempre quando a larva é aquática, o adulto também é, mas a pupa geralmente não é. Neste caso ocorre um retorno ao ambiente aquático.

Em seu conjunto, os coleópteros são pouco estudados pelos limnólogos e se tem pouca informação sobre a biologia das espécies, apesar desses organismos, principalmente as larvas, apresentarem regularidades muito interessantes na evolução das adaptações. Já os organismos da Ordem Diptera são extremamente diversificados, sempre de vida aérea em seu estado adulto.

Espécies de um grande número de famílias se tem adaptado à exploração dos ambientes aquáticos durante a fase larval e algumas famílias propriamente às águas correntes. Nestes casos, a pupa pode mostrar adaptações peculiares à vida aquática, o que não é frequente em outros insetos.

O ponto MRN-3 (Tabela III.3.25), apresentou uma riqueza maior que o ponto MRN-2 e menor que MRN-1. Encontrou-se um total de 45 "taxa" nas três amostragens realizadas. Também é uma elevada riqueza, principalmente quando se leva em conta a pequena amostragem realizada.

A elevada pluviosidade da região amazônica provoca grande variação anual da vazão e de nível d'água dos hidroambientes. As oscilações de nível provocam alterações drásticas no comportamento das comunidades bentônicas e, em parte, das comunidades pelágicas. Segundo REISS (1976), em lagos de várzea pode-se observar as adaptações da fauna bentônica em função da procura de habitat ótimo, ao longo das enormes modificações verticais da água do lago. Os organismos do bento são dotados de nenhuma ou quase nenhuma capacidade de locomoção. Entretanto, devido às flutuações de nível pode-se, em alguns casos, evidenciar migrações do benton através da mata inundada.

Uma das consequências mais drásticas das variações de vazão e nível, é a transformação da região litoral em uma região profunda, e vice-versa. Esta variação pode acabar com populações inteiras que estejam adaptadas à sobrevivência em um único tipo de habitat.

TABELA III.3.25
ANÁLISES BENTÔNICAS

Ponto de amostragem: MRN - 3

Tipo de análise: Quali - quantitativa (Ind/m²)

FILO CLASSE ORDEM FAMÍLIA	CAMPANHAS DE AMOSTRAGEM		
	26/09/93	29/10/93	24/11/93
PLATELMINTES			
Turbelaria			
Tricladida	2,0	5,0	12,0
NEMATODA			
Aphasmida	12,0	17,0	26,0
ANNELIDA			
Hirudinea	14,0	17,0	26,0
Oligochaeta	19,0	36,0	67,0
ARTHROPODA			
Aracnida			
Acarina			
Hidrachenellidae	2,0	5,0	10,0
Crustacea			
Decapoda			
Paleomonidae	21,0	33,0	54,0
Ostracoda		7,0	12,0
Insecta			
Collembola			
Isotomidae		5,0	7,0
Cyclopidae			5,0
Ephemeroptera			
Baetidae		5,0	17,0
Caenidae		2,0	14,0
Ephemerellidae		5,0	14,0
Leptophlebiidae	5,0	10,0	10,0
Palingeniidae	5,0	12,0	17,0
Polymitarcidae	7,0	14,0	26,0
Potamanthidae	19,0	24,0	42,0
Trichorythidae		5,0	7,0

Continua

... continuação.

FILO CLASSE ORDEM FAMÍLIA	CAMPANHAS DE AMOSTRAGEM		
	26/09/93	29/10/93	24/11/93
Odonata			
Aeshnidae	5,0	12,0	17,0
Calopterygidae		7,0	12,0
Coenagrionidae	2,0	7,0	17,0
Gomphidae		5,0	10,0
Libellulidae		5,0	
Plecoptera			
Gripopterygidae	12,0	19,0	26,0
Perlidae		10,0	17,0
Hemiptera			
Belastomatidae	5,0	7,0	10,0
Gerridae			2,0
Nepidae			7,0
Notonectidae			2,0
Vellidae		2,0	5,0
Trichoptera			
Glossomatidae		2,0	5,0
Heliocopsyche		12,0	17,0
Hydrobiosidae		2,0	5,0
Hydropsychidae	2,0	5,0	7,0
Odontoceratidae	2,0	12,0	17,0
Polycentropodidae	7,0	17,0	24,0
Psychomyiidae			7,0
Coleoptera			
Dytiscidae	2,0	12,0	17,0
Elmidae	5,0	7,0	7,0
Gyrinidae			2,0
Hydrophilidae		7,0	17,0
Diptera			
Ceratopogonidae	17,0	26,0	34,0
Chironomidae	107,0	213,0	678,0
Culicidae			10,0
Dixidae			2,0
Psychodidae		2,0	7,0
Simuliidae			2,0
Tabanidae	7,0	12,0	
Tipulidae	7,0	5,0	5,0

Geralmente as águas pobres em nutrientes como a dos igarapés estudados, não apresentam uma biocenose muito desenvolvida, salvo as regiões de margens (nas quais foram retiradas as amostras ora em estudo), onde há entrada alóctone de alimento (matéria orgânica e inorgânica). Além da limitação ao desenvolvimento de uma biocenose própria, pela ausência de eletrólitos, os baixos valores de pH nas águas com alto teor de ácidos húmicos não permitem produção primária autóctone do fitoplâncton, bem como uma teia alimentar muito diversificada.

Pela limitação da produção primária, pela escassez de luz e/ou de nutrientes, as comunidades do nêuston e plêuston, exercem uma função muito mais importante do que o bento, como parte funcional nos pequenos igarapés. Pode-se falar em circuito fechado dos fenômenos que ocorrem nas camadas superficiais da água, com participação de grande número de representantes dos vários níveis tróficos (comparável à camada superficial dos solos, nos ecossistemas terrestres). A fonte alimentar é totalmente alóctone, pelo menos para as primeiras etapas de assimilação de biomassa própria.

Alguns organismos encontrados apresentam interesse sanitário, como é o caso de algumas famílias da Ordem Diptera. Os indivíduos dessa ordem são conhecidos vulgarmente como mosquitos, moscas, etc., e são essencialmente picadores.

Os insetos que picam abrangem a maioria dos mosquitos, os borrachudos e muitos outros. Os dípteros picadores têm o hábito desagradável de sugar o sangue dos animais e dos seres humanos a fim de se reproduzirem. Dentre os dípteros picadores só as fêmeas se alimentam de sangue.

Os machos participam da reprodução da espécie mas são sempre inofensivos, pois subsistem alimentando-se do néctar das flores. Em compensação as fêmeas dos dípteros são capazes de detectar o gás carbônico proveniente da respiração de sua presa e segui-la à grandes distâncias. Quando se aproxima de sua presa, os insetos reconhece-a pelo calor, e pela umidade que emite e também pela sua forma, sua posição e sua cor. Após a localização da presa, ele pousa e suas peças bucais entram em ação. Por exemplo, o borrachudo corta a pele com suas mandíbulas, depois injeta saliva na ferida. Esta saliva possui substâncias anti-coagulantes que permitem que o sangue escoe livremente e seja aspirado pelo inseto. O inseto pode dobrar ou até triplicar seu peso após uma única refeição de sangue. Os ovos se desenvolvem em poucos dias graças às proteínas fornecidas pelo sangue. O inseto procura então um lugar propício para por os ovos. Um curso d' água para o borrachudo ou água estagnada para o mosquito.

As picadas dos dípteros não são perigosas em si, mas esses insetos são muito desagradáveis. A saliva injetada durante a picada é na verdade um alérgico. Ela provoca coceira e irritação na pele.

Os Dipteros picadores e de interesse sanitário encontrados nos pontos de amostragem pertencem as famílias Culicidae, Ceratopogonidae, Simuliidae, Psychodidae e Tabanidae. À família Psychodidae.

sub-família Phlebotaminae pertencem os gêneros transmissores das leishmanioses. Na região neotropical, as espécies transmissoras pertencem ao gênero *Lutzomyia*, antigamente conhecidos como gênero *Phlebotomus*. Na região amazônica pode-se encontrar as espécies *L. flaviscutellata*, *L. lainsoni*, *L. wellcomei*, *L. paraensis* e *L. intermedia*. Eles são conhecidos vulgarmente como birigui, cangalhinha, mosquito palha ou freboti.

Os Dípteros Tabanidae são conhecidos vulgarmente como mutucas. As fêmeas são hematófagas, atacando vorazmente equinos, bovinos, cães e, às vezes, o homem.

Os Dípteros Simuliidae são conhecidos vulgarmente como borrachudos ou piuns. Apresentam grande interesse em parasitologia médica, em vista da atividade hematófaga. Durante o hematofagismo, o inseto perturba o repouso do hospedeiro, expolia o sangue do mesmo e, mais grave ainda, pode transmitir agentes etiológicos como a *Onchocerca volvulus* e *Mansonella ozzardi*, causadoras da oncocercose. A espécie mais comum na região amazônica é a *Simulium amazonicum*, mas outras espécies também podem ser encontradas.

Os Diptera Ceratopogonidae apresentam um grande interesse sanitário, visto que são hematófagos e podem "funcionar" como hospedeiros intermediários de algumas zoonoses. Eles são conhecidos vulgarmente como mosquito-pólvora, mosquito-palha, etc. No presente estudo, estes organismos apresentaram alta frequência de ocorrência. O gênero *Culicoides* é hematófago, sendo que a principal espécie que ocorre na amazônia é *C. amazonicus*.

Os Diptera Culicidae apresentam grande interesse em parasitologia médica, em vista da atividade hematófaga das fêmeas. Durante o hematofagismo, ela pode transmitir doenças tais como viroses (febre amarela), protozooses (malária) e helmintoses (elefantíase, causada pela *Wuchereria bancrofti*). Os Culicídeos são conhecidos vulgarmente por mosquitos, pernilongos, muriçocas, mossorongos, sovelas, mosquito-prego, etc.

As principais espécies de Diptera Culicidae transmissoras de moléstias encontradas no Brasil são: *Anopheles darlingi*, *A. aquasalis*, *A. albitarsis*, *A. cruzi*, *A. bellator*, *Culex pipiens*, *Aedes aegypti*, *A. leucocelaenus* e *Haemagogus capricorni*.

Na Ordem Diptera, Sub-Ordem Nematocera estão incluídos os mosquitos de antenas largas. Estes têm um particular êxito na invasão das águas; suas larvas têm uma morfologia mais completa, especialmente na região da cabeça. Podem ser encontradas em águas doces, salobras, marinhas e hipersalinas, onde há numerosas espécies peculiares como quironomídeos, culicídeos, efidrídeos e algumas outras famílias.

Nas águas epicontinentais pode-se encontrar numerosas famílias de nematóceros. Os Tipulídeos, por exemplo, são encontrados principalmente em solos muito úmidos e ricos em detritos vegetais, às vezes na água e então em superfícies higropétricas, em estações de tratamento de água e esgoto, fossas sépticas e locais semelhantes, mas também são importantes na biologia de águas naturais.

Nos três pontos de amostragem pode-se observar uma dominância ecológica de Diptera Chironomidae.

Os nematóceros da Família Chironomidae formam o grupo mais importante de insetos aquáticos, quer do ponto de vista qualitativo quanto quantitativo. Eles apresentam enorme capacidade de colonização, sendo que a ocorrência maciça de larvas e imagos muitas vezes requer controle.

Os Diptera Chironomidae representam boa parte da biomassa bentônica. No presente estudo, boa parte dos quironomídeos encontrados pertencem ao gênero *Chironomus*. As larvas são grandes e vermelhas. Essa coloração é dada pela hemoglobina dissolvida na hemolinfa, cuja concentração é proporcional ao déficit de oxigênio local. Eles se alimentam de fitoplâncton e material detritico de sedimentação recente. A vida dos quironomídeos adultos é breve, ordinariamente uns poucos dias ou menos de uma semana, mas podem causar sérios problemas quando em grandes enxames. Os Chironomidae apresentam uma grande plasticidade ecológica, por esta razão são geralmente dominantes.

Os competidores mais diretos dos quironomídeos são os oligochaetas, mas existe uma certa segregação alimentar. A relação numérica entre Oligochaeta e Chironomidae depende, em parte, do material alimentício disponível. Os Oligochaeta utilizam com frequência detritos alóctones, mas as larvas de Chironomidae dependem em maior grau do fitoplâncton sedimentado.

Os anelídeos são animais metaméricos vermiformes. A metameria, que é uma característica distintiva, provavelmente evoluiu como uma adaptação para a escavação peristáltica em substratos moles (Barnes, 1984).

Os Annelida Oligochaeta aquáticos ocupam um nicho ecológico equivalente ao ocupado por espécies terrestres. Eles se adaptam à sobrevivência em ambientes aquáticos com baixas concentrações de oxigênio dissolvido. A densidade de populações de oligoquetas no benton depende em grande parte da disponibilidade de alimento de origem exógena, ou seja, nutrientes que são carregados dos ambientes terrestres adjacentes para dentro do corpo d' água. Este é um fato muito comum na floresta amazônica. As densidades de oligoquetas encontradas apresentam grande frequência de ocorrência espacial, revelando uma capacidade adaptativa desses organismos em explorar os ambientes estudados.

Os Oligochaeta mais comuns e abundantes pertencem à família Tubicidae. Os Oligochaeta e as larvas de Chironomidae têm em comum a alimentação detritívora, presença de hemoglobina e o movimento

serpenteante, que impulsiona a água ao longo do corpo; este movimento e construção de galerias modificam a estrutura superficial do sedimento límnico.

Outro grupo também bastante frequente nos estudos realizados foram os organismos da ordem Odonata. Os indivíduos dessa ordem são conhecidos vulgarmente como libélulas, "helicóptero d' água," etc. Elas são mais frequentes em águas correntes e quando adultas apresentam um comportamento de defesa de território. São indivíduos migratórios, inclusive com migrações intercontinentais. As Odonatas são macrófagas durante toda a vida. Os adultos são muito bem adaptados à perseguição e captura de insetos voadores e quando larvas e ninfas apresentam o lábio inferior muito desenvolvido e modificado com uma articulação que permite a extensão rápida, facilitando a captura da presa. Vivem particularmente em contato com macrófitas aquáticas, que são utilizadas para postura dos ovos.

Deve-se destacar a ocorrência, em todos os pontos de amostragem, de duas famílias da ordem Plecoptera, família Gripopterygidae e Perlidae.

Os insetos da Ordem Plecoptera são considerados os melhores indicadores ambientais, pois são bastante restritivos e sensíveis às modificações do ambiente, apesar de sua antiga origem evolutiva (sua origem data do Carbonífero). Atualmente formam um grupo pouco numeroso, aproximadamente 1.000 espécies conhecidas. Embora alguns vivam pouco tempo e não comem, em geral os adultos da Ordem Plecoptera vivem mais tempo do que os Ephemeroptera.

A maioria das ninfas são vegetarianas, mas principalmente macrófagas. Algumas são carnívoras e comem anfípodas, hirudíneos e larvas de outros insetos, principalmente os efemerópteros e dípteros. Uma das principais características que os tornam bioindicadores de qualidade é o lento desenvolvimento da larva, normalmente dura um ano, mas às vezes até três. As modificações na qualidade da água podem então acabar com populações e o tempo para o surgimento de uma nova população pode demorar muito. Populações com curto ciclo de vida se refazem rapidamente, ao contrário das de ciclo longo.

A Tabela III.3.26 mostra o resultado de alguns índices numéricos de qualidade ambiental calculados para a área em estudo. Os índices numéricos são instrumentos muito úteis na interpretação dos dados obtidos.

Se for considerado apenas o número de "taxa" encontrado em cada ponto (que também é um índice numérico de qualidade) poderia-se ordená-los em termos de qualidade ambiental, ou melhor, em ordem decrescente de qualidade ambiental da seguinte maneira: MRN-1 > MRN-3 > MRN-2. Entretanto, quando se considera o número de indivíduos amostrados a sequência seria: MRN-2 > MRN-1 > MRN-3.

Observa-se que a sequência foi alterada, isto porque utilizou-se atributos diferentes de uma mesma comunidade, a riqueza e a uniformidade. Mas, individualmente, nenhum atributo pode ser considerado como o mais importante, contudo, em conjunto, eles formam o mais importante atributo de uma comunidade, a biodiversidade. A diversidade de espécies ("taxa") é formada por dois componentes: o número de espécies ("taxa") presentes, denominado componente riqueza, e pela abundância relativa (densidade) das espécies. Na verdade, o número de indivíduos de uma área só tem valor ecológico quando associado à outra variável, o número de espécies, ou "taxa".

O índice de diversidade utilizado foi aquele proposto por SHANNON e WEAVER (1949). Se for feita a ordenação dos pontos por este índice a sequência será igual aquela encontrada quando se utiliza o número de "taxa", ou seja, MRN-1 MRN-3 MRN-2. Isto ocorre porque este índice dá mais peso à componente riqueza (d) que a uniformidade (e).

A dominância ecológica observada nos três pontos de amostragem pode ser demonstrada pelos valores do índice de uniformidade. Os valores encontrados foram 0,4; 0,2 e 0,3 (a uniformidade varia de 0,0 a 1,0) respectivamente para os pontos MRN-1, MRN-2 e MRN-3. A dominância ocorre principalmente em estágios iniciais de sucessão ecológica ou em comunidades estressadas, seja por estresse natural (condições meteorológicas extremas) ou de origem antrópica (poluição). A dominância observada no presente estudo pode ser devido à causas naturais, visto que não parece ocorrer o estresse por origem antrópica.

Apesar da elevada riqueza encontrou-se uma diversidade ecológica apenas mediana, isto ocorreu por causa da elevada dominância observada. As baixas diversidades das comunidades representam uma instabilidade do ecossistema aquático. A maioria das formas de degradação ambiental reduzem a complexidade dos ecossistemas.

Os resultados ora apresentados demonstram essa plasticidade ambiental. Apesar de uma água pobre em nutrientes, alguns organismos bentônicos conseguem ali sobreviver e em alguns casos apresentaram elevada densidade. São organismos que têm uma plasticidade genotípica e vêm ao longo do tempo se adaptando às condições do meio. Em alguns casos os agentes impactantes exógenos são mais recentes e ainda não existe uma história adaptativa dos organismos às novas condições apresentadas.

TABELA III.3.26

Índices numéricos de qualidade ambiental calculados para os Organismos Zoobentônicos na Área de Influência da MINERAÇÃO RIO DO NORTE S.A., Poerto Trombetas, município de Oriximiná (PA), no período de setembro a novembro/93

ÍNDICES NUMÉRICOS DE QUALIDADE AMBIENTAL	PONTOS DE AMOSTRAGEM		
	MRN - 1	MRN - 2	MRN - 3
Total de "Taxa"	55,0	38,0	45,0
Total de Indivíduos	1.358,0	1.865,0	958
Riqueza (d)	17,2	11,3	14,6
Uniformidade (e)	0,4	0,2	0,3
Diversidade (H')	1,5	0,8	1,3

3.2.2 - Ictiofauna

3.2.2.1 - Caracterização Regional da Ictiofauna

Em relação aos peixes de água doce, podem ser caracterizadas oito regiões na América do Sul, segundo Géry (1969): Orinoco - Venezuela, Magdalena, Transandina, Andina, Paraná, Patagônia, Guiana-Amazônica e Leste-Brasileira.

Há várias interconexões dos rios sulamericanos, sobretudo na cheia, facilitando a troca de peixes entre muitas bacias. É o que tem ocorrido entre o Negro e o Orinoco, Via Casiquiore; o Japurá e o Magdalena; o Trombetas e o Essequibo; e o Tocantins e o São Francisco.

A bacia Amazônica possui a mais diversificada ictiofauna do mundo, abrangendo cerca de 1300 espécies descritas (ROBERTS, 1972). O imenso tamanho da bacia, com seus numerosos biótopos, tais como cachoeiras, lagos e corredeiras, contendo diferentes tipos de água e vegetação, é certamente um fator preponderante na grande diversidade de espécies de peixes. As temperaturas quentes ao longo do ano, sem secas e invernos severos, permitem uma alta produtividade biológica com interações interespecíficas mais intensas.

Os Characoides são o grupo de peixes mais predominante da bacia Amazônica, perfazendo um total de 43% das espécies e os Siluriformes aparecem em segundo plano, com 39% das espécies da bacia (ROBERTS, 1972).

Nos lagos de várzea amazônicos, a ictiofauna é muito rica em espécies e indivíduos, quando a vegetação flutuante é esparsa, porém, quando esta é densa, a ictiofauna é muito pobre em espécies e indivíduos. Os peixes mais importantes de tais lagos, do ponto de vista biológico e/ou pesqueiro, são: aracu pintado, aruanã, mapará, pacu, pescada branca, pirambeba, piranha vermelha, pirarucu, tambaqui, traíra, tucunaré comum e tucunaré pinima.

Nos lagos de terra firme da Amazônia, a ictiofauna é mais diversificada e abundante no período das cheias, por causa da migração dos peixes que procuram os igapós e também pela quantidade de material florestal submerso. As espécies mais importantes nestes lagos, do ponto de vista biológico e/ou pesqueiro, são: aracu pintado, jaraqui, pescada branca, tambaqui e traíra.

A composição, abundância e locais de concentração da ictiofauna nos rios amazônicos, dependem do tipo de água. Naqueles de águas barrentas, por causa da pequena camada trofogenica, os peixes não são abundantes em espécies e indivíduos, preferindo povoar as áreas marginais. Nos rios de água clara e água preta, os peixes se concentram nas cachoeiras e corredeiras, onde as condições se tornam mais favoráveis ao desenvolvimento da fauna típica de água turbulenta, merecendo destaque os representantes da ordem Siluriformes.

A elevada quantidade de água da bacia Amazônica originou-se, em parte, nos inúmeros igarapés encontrados em sua vasta área de drenagem. Em geral, os igarapés possuem uma fauna rica em espécies animais, principalmente peixes. Embora existam alguns trabalhos sobre as características ecológicas de igarapés da Amazônia, poucos estudos foram feitos em relação à ictiofauna e com relação ao relacionamento destas características com a fauna de peixes.

Na ictiofauna amazônica não é possível a distinção entre espécies fluviais e lacustres, porque os peixes vivem em ambos os ambientes, na dependência de flutuações cíclicas das águas embora possam mostrar preferências acentuadas pelos biótopos lênticos ou lóticos.

Segundo Lowe-McConnell (1975), a elevada diversidade, observada entre os peixes amazônicos, resulta da ação combinada das seguintes causas: idade e tamanho da bacia de drenagem; sucessão de habitats ao longo das bacias de rios de planície, muitos deles separados por longas distâncias; diversidade de nichos nos baixos cursos dos rios e nos seus lagos adjacentes; grandes áreas de bacias correspondendo aos baixos cursos dos rios, apresentando condições relativamente estáveis e capazes de suportar elevados números de indivíduos, mudanças faunísticas e capturas de pescado.

Considerando a ampla distribuição geográfica de muitos peixes, em toda a bacia Amazônica, com populações bastante separadas, tornam-se remotas as possibilidades de extinção total de tais espécies, embora sejam frequentes os casos de extinção local, provocados por mudanças ambientais, associadas ou não à pesca predatória e/ou às ações antrópicas que alteram as condições físico-químicas e biológicas dos ecossistemas.

Existem poucos trabalhos que oferecem uma estimativa confiável do potencial pesqueiro das grandes bacias hidrográficas do Brasil. A bacia Amazônica, pela sua grande dimensão e piscosidade, pode ser considerada a mais significativa na produção de pescado.

A importância do pescado como fonte alimentícia na bacia Amazônica é amplamente reconhecida (Lathrap, 1968, 1972; Meggers, 1971, Denevam, 1976).

O rio Amazonas e seus grandes tributários, juntos com seus lagos de terra firme, são os focos de uma importante pesca comercial. Esta é feita pela população ribeirinha de vilas e pequenas cidades, em pequenos barcos e canoas, mas é dominada pelas grandes cidades. A pesca comercial é multi-aparelhada e multi-específica.

Na pesca comercial amazônica, capturam-se centenas de espécies de peixes, das quais os mais importantes, distribuídos por categorias comerciais são:

Especial: filhote;

Primeira: curimã, dourada e tambaqui;

Segunda: gurujuba;

Terceira: apapá, aracu, piramutaba;

Quarta: tamboatá.

Observa-se que o pescador profissional possui um conhecimento profundo do comportamento das espécies de elevado interesse econômico e ajusta seu comportamento com fins de dinamizar as capturas. Esta interrelação comportamental pescador-peixe, tem sido muito útil para a compreensão de aspectos da biologia de algumas espécies de importância comercial em determinado local, sendo um forte indicador da abundância específica na referida região.

3.2.2.2 - Caracterização Local da Ictiofauna

Foi feita uma campanha de amostragem de cinco dias consecutivos (9/10 a 13/10/93) nos igarapés Água-Fria e do Saracá, que sofrem influência direta da mineração. No rio Trombetas, foi feita visita a uma comunidade ribeirinha e ao posto do IBAMA, na Reserva Biológica do Rio Trombetas, onde pescadores e funcionários do órgão deram informações sobre os peixes pescados no rio. Foi feita também uma visita à feira local onde são vendidos peixes de valor comercial da região. As amostras

foram obtidas seguindo um programa de amostragem aleatória, no qual a área situada foi subdividida em estações de coleta. Selecionou-se os locais de maior probabilidade de pesca indicados pelo pescador da região. As coletas com rede de emalhar foram realizadas nas estações de amostragem considerando o número de redes e o tamanho das malhas.

No igarapé Saracá foram estabelecidos cinco pontos de amostragem, cujos resultados são apresentados na Tabela III.3.27, em seguida à descrição dos pontos de amostragem localizados nesta sub-bacia hidrográfica, tributária do sistema flúvio-lagunar Amazonas/Trombetas através do lago Sapucaá:

ponto 1 - local onde a estrada de serviço de acesso aos platôs Papagaio e Periquito transpõe o igarapé do Periquito. Aqui, o igarapé é pouco profundo, com fundo arenoso e água muito limpa;

ponto 2 - igarapé Saracá a montante da confluência com o igarapé do Periquito em local pouco profundo, com fundo arenoso e água muito limpa;

ponto 3 - igarapé Saracá a jusante do igarapé do Periquito em local pouco profundo, com fundo arenoso e água muito limpa;

ponto 4 - local onde o igarapé Saracá foi represado por aterro da rodoferrovia, a montante do barramento. Aqui a represa é pouco profunda, com o fundo muito rico em sedimento fino e aparentemente orgânico. Em consequência do barramento, a mata foi inundada;

ponto 5 - também na represa do igarapé Saracá, próximo à barragem, tem as mesmas características do ponto 4.

TABELA III.3.27

Espécimes coletados por estação e por aparelho de pesca no igarapé Saracá, bacia Amazônica, Porto Trombetas - PA, no período de 9 a 13/10/93

ESTACAO	ESPECIMES	APARELHOS DE PESCA
1	--	rede de emalhar
2	--	rede de amalhar
3	--	rede de emalhar
4	aracu comum	rede de emalhar
5	tucunaré-açú	rede de emalhar
5	tucunaré-pinima	rede de emalhar
5	jacundá	puça

Outros dois pontos de amostragem foram marcados no igarapé Água Fria, onde ele deságua no rio Trombetas. Neste trecho, o igarapé é profundo, com água semelhante à rio do Trombetas, apresentando uma densa mata de igapó. Os resultados da amostragem são apresentados na Tabela III.3.28.

TABELA III.3.28

Espécimes coletados por estação e por aparelho de pesca no igarapé Água Fria, bacia do rio Trombetas, Porto Trombetas - PA no período de 9 a 13/10/93

ESTAÇÃO	ESPECIMES	APARELHOS DE PESCA
1	charuto branquinha-baião charutão cachorrinho bicudo reque-reque mandubá	rede de emalhar
2	sardinhão aracu-comun charuto branquinha-baião cachorrinho cachorro-do-padre	rede de emalhar

No igarapé Água Fria o esforço de pesca foi de 2 horas e 30 minutos, enquanto no igarapé Saracá foi de 17 h. Foram utilizadas malhadeiras padronizadas com malhas de 15, 20, 25, 30, 40, 60, 70 mm entre nós consecutivos (Tabelas III.3.29 e III.3.30) e puça para peixes de pequeno porte, que ocorrem na superfície.

TABELA III.3.29

Malhas das redes por estação, no igarapé Saracá, bacia Amazônica, Porto Trombetas - PA no período de 9 a 13/10/93

ESTAÇÃO	MALHAS DAS REDES (mm)
1	30
2	15, 30, 60,
3	35, 40, 60,
4	15, 25, 40, 60,
5	15, 25, 40, 60

TABELA III.3.30

Malhas das redes por estação no igarapé Água Fria, bacia do rio Trombetas, Porto Trombetas, no período de 9 a 13/10/93

ESTAÇÃO	MALHAS DAS REDES (mm)
1	15, 25, 40, 60, 70
2	15, 25, 25, 50, 60, 60, 70, 70

As redes foram colocadas perpendicularmente à linha da margem com a porção final da malha próxima à margem. No igarapé Água Fria, as redes foram colocadas em parelha enquanto no igarapé Saracá, foram colocadas individualmente. Junto à população ribeirinha e pescadores locais, foram feitas entrevistas que resultaram numa listagem dos peixes existentes na bacia do rio Trombetas (Tabelas III.3.31), através da identificação em um catálogo e do nome vulgar (índice 2 da lista de espécies). Foi feita também uma visita à feira local para verificação dos peixes comercializados (índice 3 da lista de espécies).

Os espécimes coletados foram preservados em solução de formalina a 10%. Espécimes acima de 8 cm de comprimento total sofreram uma incisão no lado direito, de forma a assegurar a penetração do conservante na cavidade do corpo. Após uma semana na solução de formalina, retirou-se os espécimes, lavando-os com água corrente e transferido-os para uma solução de álcool isopropílico a 70 %.

A identificação dos espécimes coletados foi realizada através de literatura específica e de chaves de identificação das famílias, gêneros e espécies. A classificação para os Characoídei é baseada principalmente em GREENWOOD et al. (1966) e GÉRY (1977) e para as demais ordens e subordem, em GREENWOOD et al (1996) e NELSON (1976). A determinação taxonômica e os nomes vulgares estão apresentados na lista de espécies (Tabela III.3.31).

Tabela III.3.31

Lista de espécies e gêneros capturados e reconhecidos no Baixo Trombetas, Mineração Rio do Norte, Porto Trombetas, com respectivos nomes vulgares regionais

CLASSIFICAÇÃO			
CLASSE: Chondrichthyes			
ORDEM: Rajiformes			
FAMÍLIA: Potamotrygonidae			
<i>Potamotrygon</i> sp	arraia	2	
CLASSE: Osteichthyes			
ORDEM: Clupeiformes			
FAMÍLIA: Engraulidae			
<i>Lycengraulis</i> sp	sardinha-do-gato	2	
<i>Ancengraulis</i> sp	srdinha-do-gato	2	
FAMÍLIA: Clupeidae			
<i>Pellona</i> sp			
ORDEM: Osteoglossiformes			
FAMÍLIA: Osteoglossidae			
<i>Osteoglossum bicirrhosum</i> Vandelli, 1829	aruanã	2	
<i>Arapaima gigas</i> (cuveir, 1829)	piraruca	3	
ORDEM: Characiformes			
FAMÍLIA: Erythrinidae			
<i>Haplinanthe malabaricus</i> (Block, 1794)	traira	2	
<i>Hoplerethrinus</i> sp	cabesora	2	
<i>Erythrinus</i> sp	jeju	2	
FAMÍLIA: Ctenoluciidae			
<i>Boulengerella</i> sp1	arumará	2	
<i>Boulengerella</i> sp2	bicuda	2	
FAMÍLIA: Anostomidae			
<i>Shizodon</i> sp	aracú	2	
<i>Leporinus friderici</i> (Block, 1974)	aracú comun	1	
<i>Leporinus affinis</i> sp (Gunther, 1864)	aracú pintado	2	
<i>Leporinus</i> sp	aracú branco	2	
<i>Anostomoides</i> sp	aracú cab. gorda	2	
<i>Laemolyta</i> sp	piáu	2	

CLASSIFICAÇÃO

FAMÍLIA: Hemiodidae		
<i>Argonectes</i> sp	jutuarama	2
<i>Hemiodus unimaculatus</i> (Block, 1974)	charuto	1
<i>Hemidopris</i> sp	jutuarma	2
FAMÍLIA: Curimatidae		
<i>Curimata cyproynoides</i>	branquinha-baião	1
<i>Curimata</i> sp	branquinha-comun	2
<i>Anodus elongatus</i> Spin, 1829	charutão	1
FAMÍLIA: Prochilodontidae		
<i>Semaprochilodus</i> sp	jaraqui	2
<i>Prochilodus</i> sp	curimatã	3
FAMÍLIA: Serrasalminidae		
SUBFAMÍLIA: Serrasalminae		
<i>Serrasalmus spilopleura</i> (Kener, 1860)	cidauá	2
<i>Serrasalmus nattererti</i> (Kener, 1860)	piranha-caju	3
<i>Serrasalmus</i> sp		2
SUBFAMÍLIA: Myleinae		
<i>Mylesinus</i> sp	pacu	2
<i>Metynnis</i> sp	pacu-custela	2
<i>Myleus pacu</i> (Schamburgk, 1841)	pacu-zuiudo	2
<i>Myleus</i> sp1	pacu-branco	2
<i>Myleus</i> sp2	pacu-varanda	2
<i>Mylossoma</i> sp	pacu-azeite	2
<i>Colossoma</i> sp	pacu-porteira	2
FAMÍLIA: Characidae		
SUBFAMÍLIA: Acestrorhynchinae		
<i>Acestrorhynchus falcistrostris</i> (Cavier, 1819)	cachorrinho	1
<i>Acestrorhynchus falcatus</i> (Bock, 1794)	araçari	2
<i>Acestrorhynchus</i> sp	cachorrinho	2
<i>Hydrolycus</i> sp	saranha	2
<i>Rhaphiodon</i> sp	cachorrinho	2
SUBFAMÍLIA: Bryconinae		
<i>Brycon</i> sp	matrinchã	2
SUBFAMÍLIA: Triportheinae		
<i>Triportheus</i> sp1	sardinha-papuda	2
<i>Triportheus</i> sp2	sardinha	2

CLASSIFICAÇÃO

ORDEM: Siluriformes

SUBORDEM: Gymmotoidei

FAMÍLIA: Apterontidae

Sternarchoramphus sp sarapó 2

FAMÍLIA: Sternopygidae

Sternopygus sp tuvira 2

FAMÍLIA: Electrophoridae

Eletrophorus electricus (L., 1766) poraquê 2

ORDEM: Siluroidei

FAMÍLIA: Doradidae

Pseudodoras sp cuiu-cuiu 2*Megalodoras* sp bacu-pedra 2*Pterodoras* sp bacu 2

FAMÍLIA: Auchenipteridae

Auchenipterus sp parai 2*Tocatinisia* sp bicudo 1*Parauchenipterus galeatus* (L. 1766) reque-reque 1*Glanidium* sp cachor. do-padre 1*Trachelyoplerichthys* sp cachor. do-padre 1

FAMÍLIA: Ageneiosidae

Ageneiosus sp mandubé 1

FAMÍLIA: Pimelodidae

Plastystomichthys sp braço-de-moça 2*Surubim lima* (Schneider, 1801) braço-de-moça 2*Surubimichtys* sp peixe-lenha 3*Hemisorubium* sp cabeça-chata 3*Phractocephalus* sp pirarara 2*Paulicea* sp jundiá 2*Brachyplatystoma* sp1 dourada 3*Brachyplatystoma* sp2 piramutaba 2*B. filamentosum* (Lichtenstein, 1819) filhote 3*Pseudoplatystoma* sp surubim 3*Pimelodella* sp mandi 2*Pimelodus* sp mandi 2*Platynemichthys* sp cara-de-gato 2*Pinirampus* sp seti-barba 2*Pimelodina* sp fura-calça 2

CLASSIFICAÇÃO		
FAMÍLIA: Cetopsidae		
<i>Cetopsis cf caecutiens</i> (Lichtenstein, 1820)	candiru	2
FAMÍLIA: Callichthyidae		
<i>Hoplosternum</i> sp	tamboatá	2
FAMÍLIA: Loricariidae		
SUBFAMÍLIA: Plecostominae		
<i>Pterygoplichthys</i> sp	acari-bobó	2
<i>Pseudocanthicus</i>	acari	2
<i>Panaque</i> sp	acari-pedra	2
<i>Hypostomus</i> sp	acari-de-prais	2
<i>Hemiancistrus</i> sp	acari-pedra	2
SUBFAMÍLIA: Loricariinae		
<i>Loricaria</i> sp	acari-cachimbo	2
<i>Pseudoloricaria</i> sp	jatoxi	2
ORDEM: Perciformes		
SUBORDEM: Labroidei		
FAMÍLIA: Cichelidae		
<i>Cichla ocellaris</i> (Schneider, 1801)	tucunaré-açu	1,3
<i>Cihcla temensis</i> (Humboldt, 1833)	tucunaré-pirima	1,3
<i>Cichlasoma</i> sp1	acará	2
<i>Ciclasoma</i> sp2	acará-cascudo	2
<i>Ciclasoma</i> sp3	acará-roxo	2
<i>Aequidens</i> sp	acará-tucunaré	2
<i>Crenicichlea</i> sp	jacundá	1
<i>Geophagus surinamensis</i>	acará-de-praia	2
<i>Geophagus</i> sp	acará-de-prais	2
<i>Chaetobranchus</i> sp	acará-bicudo	2
<i>Astronatus</i> sp	acará-acú	2
SUBORDEM: Percoidei		
FAMÍLIA: Sciaenidae		
<i>Plagioscion</i> sp	pescada	3
ORDEM: Pleuronectiformes		
FAMÍLIA: Soleidae		
<i>Achirus</i> sp	aramanço	2

1 - Espécies coletadas

2 - Informações de pescadores e ribeirinhos

2 - Estavam sendo vendidos no mercadinho local

3.2.2.2.1 - Dados Biológicos das Espécies

As arraias, como os tubarões, são peixes cartilagosos. A maioria é marinha e estuarina, havendo um pequeno grupo tipicamente de água doce. Na América do Sul, as arraias de água doce pertencem à família Potamotrygonidae. A reprodução é ovípara. Vivem comumente no fundo arenoso lamacento, às vezes parcialmente encobertos e se alimentando de peixes e crustáceos. Segundo os pescadores, as arraias da região pertencem a duas espécies do gênero Potamotrygon.

A família Soleidae é de origem marinha e apresenta como característica a assimetria do corpo nos adultos. São peixes que vivem geralmente na região bentônica, camuflados sobre o fundo brando e parcialmente cobertos por areia. Segundo os pescadores, os soleídeos da região em estudo pertencem ao gênero *Achirus* e são conhecidos como aramã. O poraquê é um peixe largamente conhecido por ter a capacidade de gerar descargas elétricas de forte potência (até 600 volts), quando em alta atividade. Apresenta uma respiração acessória através da mucosa da boca, intensamente vascularizada e, por isso, tem necessidade de vir à tona para abocanhar ar atmosférico a intervalos curtos. Alcança cerca de 1,3 m de comprimento e vive comumente em remansos e poças de igarapés e mesmo do rio e se alimenta principalmente de peixes.

Os sarapós e tuviras são peixes que se caracterizam, basicamente, pelo corpo e cabeça comprimidos lateralmente e pela ausência das nadadeiras dorsal e ventral e uma anal longa. Apresentam a capacidade de gerar descargas elétricas de baixa potência, usada na orientação e captura de alimento. São peixes de pequeno porte e se alimentam basicamente de larvas e insetos aquáticos. Segundo os pescadores, na região em estudo ocorrem duas famílias (*Apteronotidae* e *Sternopygidae*) com três gêneros.

A família *Osteoglossidae* é considerada primitiva. As espécies sul-americanas, são restritas às bacias Amazônica e do Orinoco. O aruanã reproduz na época da cheia e os pais dispensam cuidados à prole, abrigando os jovens na cavidade bucal em caso de perigo. Alcança cerca de 1m de comprimento e 5 quilos de peso. Vive comumente na superfície de águas calmas de lagos e áreas marginais, alimentando-se, basicamente, de artrópodes e peixes.

O pirarucu é a maior espécie da família, alcançando até três metros de comprimento e podendo pesar 200 quilos. Vive nos lagos e rios de baixa correnteza, margeados por mata densa. Os dados da literatura sugerem que o pirarucu atinge a maturidade sexual após o quinto ano de vida, quando o macho constrói ninhos de aproximadamente um metro de diâmetro para depositar os ovos. O macho permanece próximo ao ninho, cujo arejamento é assegurado através de contínuo agitar das suas nadadeiras. Tem hábito estritamente ictiófago, abocanhando e esmagando a presa antes de engolir a inteira. A sua intensa procura, determinada por seu alto valor comercial, tem estimulado a captura de exemplares jovens, conhecidos vulgarmente por "bodecos", prejudicando o estoque natural. Sendo

proibida a comercialização dos peixes com comprimento inferior a um metro e meio, "mantas" de carne de pirarucu com este comprimento não são registradas. De qualquer modo, não é possível afirmar que está ocorrendo a sua extinção.

O sardinhão e a sardinha-do-gato são peixes principalmente marinhos e estuarinos, sendo que algumas deles vivem em água doce. São peixes de pequeno porte, vivendo em cardume, sendo abundante na Amazônia. Pertencem às famílias Clupeidae e Engraulidae que, na região em estudo, estão representadas pelos gêneros Pellona, Lycengraulis e Androvia.

O arumará é um peixe pelágico e bom nadador, preferindo água rasa e corrente. É um peixe predador, alimentando-se, basicamente, de pequenos peixes. A reprodução se dá uma vez por ano, geralmente durante a enchente.

Os peixes da família Erythrinidae são carnívoros a onívoros, apresentando preferência por águas calmas e rasas. São capazes de sobreviver em ambientes com baixíssima concentração de O₂ e alta temperatura, graças a adaptações morfológicas e fisiológicas.

Os peixes das famílias Curimatidae e Prochilodoretidae são de grande interesse comercial, devido principalmente, aos hábitos migratórios que se caracterizam pela grande concentração de cardume, o que facilita a captura.

Os peixes da família Hemiodidae são pelágicos, bons nadadores e que, geralmente, vivem em cardumes. São onívoros, alimentando-se basicamente de organismos bentônicos e do perifíton.

Os Anostonídeos apresentam diferentes hábitos de vida, sendo a maioria onívoros, com predominância herbívora. Suas fontes alimentares básicas, são algas filamentosas, raízes e frutos de macrófitas aquáticas e larva de insetos. Desovam uma vez no ano, geralmente na época da enchente. São encontrados comumente nos lagos e áreas marginais do rio.

A família Serrasalminidae é largamente conhecida, principalmente, por apresentar uma ampla distribuição geográfica, tem grande importância comercial e possui representantes considerados de grande agressividade. As piranhas não são particularmente procuradas pelos pescadores, mas entram com certa regularidade nas capturas com malhadeiras. Elas são mais abundantes nos ambientes lacustres.

Os Pacus são peixes importantes na pesca comercial capturados, principalmente, por tarrafas e malhadeiras.

A família Characidae engloba maior número de espécies que as demais famílias de Characiformes e, como consequência disso, apresenta uma ampla variedade de caracteres. Possui várias espécies de importância comercial tal como o matrinhã e o saranha.

Os peixes da família Scianidae de água doce têm ampla distribuição na América do Sul. Na região em estudo, a pescada apresenta certa importância comercial, comuns na calha do rio e nos lagos marginais, alimentando-se geralmente de peixes e crustáceos. A reprodução não apresenta picos bem definidos, parecendo ocorrer em várias épocas do ano.

A família Cichlidae, de origem marinha, apresenta uma ampla distribuição geográfica, tendo representantes em toda a zona intertropical e sendo a quarta família em número de espécies no mundo. Muitas espécies apresentam um padrão multicolorido, às vezes iridescente e, por isso, geralmente, tem grande importância na aquarioria. A maioria das espécies apresenta dimorfismo sexual e desova parcelada. Vivem, comumente, em lagos e na zona marginal do rio mesmo entre vegetação flutuante, com acentuada preferência por ambientes lênticos. Apresentam, geralmente hábitos diurnos e não empreendem migração. Os tucunarés são um dos peixes mais populares e de maior valor econômico na Amazônia.

Os peixes da família Doradidae são, na maioria, de hábitos noturnos e onívoros, alimentando-se de crustáceos, moluscos, frutos, larvas de insetos e outros organismos bentônicos. Têm uma participação reduzida na pesca comercial.

Depois de Characidae, a família Loricariidae é a que contém o maior número de espécies de água doce da América do Sul. São, na grande maioria, peixes de fundo, alimentando-se de algas planctônicas e perifíticas ou mesmo na lama. Geralmente, constroem seus ninhos em "locas" no fundo ou nos barrancos do rio para desovar. Algumas espécies mantêm os ovos aderidos aos lábios até a eclosão. Muitas espécies apresentam respiração acessória ou aérea, realizada através do estômago, o que lhe permite sobreviver em condições extremamente pobres de O₂ e mesmo se manterem várias horas fora d'água.

A família Pmeladidae é a terceira em número de espécies na América abrangendo peixes diminutos como os mandís até os maiores bagres de água doce como a piraíba e o jaú. A maioria é noturna e carnívora, alimentando-se basicamente de peixes. Várias espécies realizam migrações tróficas e reprodutivas e a sua concentração em regiões de cachoeiras e corredeiras, geralmente condiciona o tipo de pesca característica. Na região em estudo, o dourado, o filhote e o surubim são espécies de importância na pesca comercial.

3.2.2.2.2 - Discussão

O estudo da ictiofauna deve ser fruto de um trabalho de base mais extenso, envolvendo coletas sazonais e maior número de aparelho de pesca. Só assim tal estudo desenvolverá o suporte para os demais estudos ictiológicos na área. Por isso, os peixes que foram inquiridos junto aos pescadores e população ribeirinha estão, na sua maioria, em nível de gênero,. Além disso, o estágio atual da sistemática de peixes amazônicos é insatisfatório, o que levou a este relatório, realizado com apenas uma coleta e baseado em dados secundários, a alguma dúvida.

A riqueza da ictiofauna da área em estudo pode ser constatada com base na enorme variação morfológica de seus peixes. Aqui há desde peixes cartilagosos, como arraias, peixes ósseos primitivos, como o aruanã e até representantes de famílias de peixes ósseos altamente especializados, como o tucunaré. Além de abrigar considerável número de invasores marinhos, como arraias e pescada, a área em estudo possui também espécies com respiração aérea obrigatória, como o pirarucu e outras que apresentam respiração aérea facultativa, como o jeju. Segundo JUNK (1975) tal diversidade pode ser explicada pelo fato de o sistema existir há muito tempo, sem ter sofrido modificações drásticas. Segundo ele, a existência de inúmeros nichos que incluíram isolamento geográfico, ecológico, temporais e etológicos - permitiu a sobrevivência de diversas espécies conjuntamente.

Como se pode observar, a diversidade da ictiofauna é muito grande porém, o aproveitamento do pescado é pouco eficiente, quando comparado com aquele registrado nos grandes centros consumidores da Amazônia, por ser um mercado restrito a comunidade local.

4 - MEIO ANTRÓPICO

4.1 - Considerações Gerais

O diagnóstico do meio antrópico na área de Porto Trombetas, considerando os diversos fatores sociais, econômicos, culturais, e ecológicos e mesmo psicológicos, apresenta características e aspectos peculiares, que o diferencia da análise sócio-econômica tradicional.

A existência de uma área urbana com mais de 7.000 habitantes em plena floresta amazônica com um nível de vida maior do que as mais ricas cidades brasileiras faz essa diferença. Porto Trombetas, no entanto é uma vila localizada na zona rural do município de Oriximiná, Estado do Pará.

O município, um dos maiores do Brasil, com aproximadamente 110.000 km², é a unidade política considerada como área de influência do empreendimento, para efeito de análise sócio econômica. Sabe-se, no entanto, que a Mineração Rio do Norte tem influências sobre outras cidades, regiões e mesmo no País devido ao porte e a importância estratégica do empreendimento. A empresa tem sede no Rio de Janeiro e escritórios em Belém e Santarém; parte significativa dos gêneros de primeira necessidade consumidos na vila vêm diretamente do Estado de São Paulo; sua produção é toda dirigida ao mercado externo; estes são alguns entre outros muitos fatores que poderiam ser considerados, mas que não é a principal questão para o presente estudo. Pois a MRN já é um projeto concluído no seu dimensionamento de produção, com toda estrutura e infra-estrutura montada e consolidada ao longo dos últimos 15 anos.

A opção de considerar o município de Oriximiná como área de influência para o projeto de implantação das novas áreas da lavra de bauxita, tem o objetivo mais de situar politicamente o projeto, já que os impactos ambientais ocorrerão numa área bem mais restrita descrita anteriormente neste documento.

As novas áreas de lavra a serem licenciadas não tem implicação sobre o aumento da produção e nem implicarão no aumento dos empregos diretos da MRN ou de suas contratadas. O aumento do número de empregos, caso ocorra, será temporário e apenas nas fases iniciais do empreendimento, quando da abertura das minas. E pela tendência atual da empresa, os serviços deverão ser executados por terceiros.

A área definida como de influência direta é praticamente a mesma do meio físico e biológico, incluindo a comunidade de Porto Trombetas, onde moram os empregados da empresa e de suas empreiteiras, o povoado de Boa Vista, e as populações ribeirinhas do lagos do Moura, Batata, Ajudante e ainda a comunidade de Vila Paraíso, ou Brega ou km 45. Exceção de Porto Trombetas, onde existe um rigoroso controle para entrada e fixação de novas habitantes. os demais povoados e

comunidades sofreram e ainda sofrem aumento, proporcionalmente significativos, de populações atraídos pela possibilidade de emprego na MRN ou em empreiteiras.

Para elaboração da parte antrópica do diagnóstico ambiental, recorreu-se aos seguintes procedimentos:

- Município de Oriximiná-PA (área de influência indireta do empreendimento) - utilizou-se como referência um diagnóstico sócio-econômico elaborado pela Universidade Federal Fluminense, que tem uma Unidade Avançada no município. O estudo, concluído em julho/91, foi elaborado como um documento para subsidiar a Proposta de Municipalização do Setor de Saúde. Além de contemplar dados oficiais, o documento apresenta dados coletados pelos próprios pesquisadores da UFF, que, às vezes, questionam com propriedade os dados oficiais. Para complementação deste diagnóstico foram realizadas entrevistas em Oriximiná com autoridades e lideranças comunitárias. Entre elas as seguintes: Sr. Antônio Calderaro Filho (Prefeito Municipal), Dona Graciema Calderaro (Secretaria Municipal de Educação e Cultura e da Ação e Bem-Estar Social), Dr. José Dantas (médico e Secretário Municipal de Saúde), Dr. Manuel Xavier (agrônomo e Secretário Municipal de Agricultura) e ainda o enfermeiro Carlos Augusto F. Bêta (Diretor Geral do Campus Avançado da U.F. Fluminense, em Oriximiná), Francisco Guerreiro Marinho (Presidente da ONG - Associação de Projetos Comunitários) e o Sr. Joaquim (Vice-Coordenador da ONG - Associação dos Remanescentes dos Quilombos do Município de Oriximiná).
- Porto Trombetas e Comunidades de Boa Vista, Moura, Ajudante, Vila Paraíso e Batata. Recorreu-se ao Diagnóstico do Plano Diretor Ambiental elaborado em 1988, pelo Centro de Tecnologia PRONON, e a outros diagnósticos setoriais elaborados recentemente pela própria MRN. A partir desses levantamentos e considerando algumas defasagens contidas no documento da PROMON, foram realizadas entrevistas com o Sr. Manoel Camargos (Diretor do Sistema Pitagóras de Ensino, em Porto Trombetas), com o Sr. Marco Antônio Pereira (Gerente Geral da GR, empresa contratada para prestação de serviços na área de limpeza urbana, abastecimento, alimentação, coleta e disposição do lixo), a Sra. Rocilda Aquino das Mercedes (técnica em Saneamento e responsável pelo controle de Zoonoses, da Logos-Pro-Saúde, empresa contratada para prestação de serviços na área de saúde em PTR), e ainda com os empregados da MRN, Engenheiro Washington H. Ikeda, (Assessor de Segurança), Engenheiro João Carlos Coelho Henrique (Gerente de Meio Ambiente) e o Engenheiro Fernando Rodrigues (Gerente de Administração Comunitária). Esses contatos possibilitaram atualizar o diagnóstico de Porto Trombetas. Nos povoados ribeirinhos que estão na área diretamente afetada foram realizadas entrevistas com os líderes e representantes das comunidades. Os representantes foram: Sr. Dionísio (líder de comunidade do Moura, pelo lado dos evangélicos), Sr. José e Dona Maria do Carmo (líderes da comunidade do Moura, pelo lado dos católicos), Sr. José dos Santos (líder da comunidade de Boa Vista), Sra. Albemizia (da comunidades de Ajudante) e Sr. Raimundo Marques da Cruz (líder do povoado de Vila Paraíso, que é o conjunto das casas de prostituição localizado no chamado km 45 ou Brega). Para complementar

o levantamento nesta área foram realizadas observações de campo e documentação fotográfica para melhor ilustrar a realidade das comunidades, e ainda para caracterizar melhor o "espaço urbano" de Porto Trombetas.

4.2 - Caracterização Geográfica e Histórica

O município de Oriximiná tem área de 109.122 km² e localiza-se no Estado do Pará, na região fisiográfica do Baixo Amazonas, às margens do rio Trombetas. Faz limite ao norte com a República da Guiana e com o Suriname, ao sul com os municípios de Faro e Juruti, a oeste com os Estados de Roraima e Amazonas e a leste com o município de Óbidos. As coordenadas geográficas da sede são latitude sul 1° 45' 48" e 55° 22' 09" longitude oeste.

O acesso a sede e aos povoados e comunidades é feito predominantemente por transporte fluvial através do rio Amazonas e o rio Trombetas, existindo linhas regulares, de Oriximiná, para Belém, Santarém, Manaus, passando pelos povoados e municípios que se encontram nos percursos. O acesso também pode ser feito por via aérea, porém não existem linhas regulares para a sede do município, apenas para Porto Trombetas.

Como o barco é o meio de locomoção mais usado, devido às condições de navegabilidade da rede hidrográfica, é indicado, a seguir, as distâncias e o tempo médio de percurso entre Oriximiná e algumas cidades importantes da região.

LOCAL	DISTÂNCIA	HORAS
Belém	1.100	65
Manaus	900	54
Santarém	200	9
Óbidos	95	04
Paratins	200	12
P. Trombetas	70	03

O acesso rodoviário existe entre a sede e Óbidos, através da rodovia estadual PA-128, que opera em condições precárias e de forma intermitente no período de chuvas.

Além do rio Trombetas que corta longitudinalmente o município, os principais elementos geográficos são a serra do Tumucumaquê, os lagos do Sapucú e Erepecu, as cachoeiras Porteira e do Chuvisco; e sob o aspecto ecológico, a Reserva Ecológica do Rio Trombetas e o Floresta Nacional Saracá-Taquera, além de outros locais de grande valor ecológico e cênico.

A origem da cidade esta na povoação denominada Uruã-Tapera ou Múa-Tapera fundada por Padre Nicolino de Souza, em 11 de dezembro de 1877. Foi elevada a categoria de Freguesia, em 1886, através da Lei Nº 1288 promulgada pelo Presidente da Província, Joaquim da Costa Barrados, com o nome de Santo Antônio do Uruã-Tapera. Posteriormente, foi elevada a categoria de vila e finalmente a cidade, já com a denominação de Oriximiná.

Mostra a história que o município chegou a ser extinto durante o governo de Paes Carvalho, quando a margem direita do rio Trombetas ficou pertencendo a Óbidos e a margem direita a Faro. Nos anos 30, no governo intervencionista de Magalhães Barata, a união foi reestabelecida e o município voltou à situação anterior.

Apesar de não existir registro oficial quanto ao motivo e a origem do nome Oriximiná, duas versões são citadas:

- a princípio como um topônimo indígena possivelmente Tupi. O termo Orixí vinha de Orucuí e por derivação para Uriçui, Orici, Orixí, e que significa abelha (uma das espécies de abelha), e miná, significa marido, macho. Portanto, Oriximiná seria o zangão;
- segundo Frei Protásio Funckel, pároco do município e profundo conhecedor da região, o nome oriximiná seria uma derivação de Euzu-mina. Acredita Frei Protásio que trata-se de um dos dialetos indígenas mesclado pelas diversas tribos, inclusive de negros africanos que fugiam das fazendas.

A propósito o município abriga ainda dezenas de comunidades negras consideradas como remanescentes dos quilombos. São conhecidas 26 destas comunidades que habitam as regiões ribeirinhas do Alto Trombetas, onde procuraram refúgio a mais de 100 anos. É importante lembrar que estas comunidades reivindicam o direito a demarcação de suas terras, direito esse assegurado pela Constituição de 1988.

Na área de influência direta do empreendimento, a área que inclui o núcleo de Porto Trombetas esta localizada à margem direita do rio, com coordenadas geográficas 56° 00' longitude oeste e 1° 40' latitude sul.

O núcleo foi planejado e construído exclusivamente para dar suporte as atividades da MRN, compreendendo a área residencial dos empregados, com toda a infra-estrutura básica necessária a uma cidade para até 10.000 habitantes. Além da vila residencial, abriga o complexo administrativo, industrial e a estrutura portuária necessária a extração beneficiamento e embarque de bauxita. Toda sua história esta relacionada a Mineração Rio do Norte.

Das demais comunidades próximas e na área de influência, a mais importante é Boa Vista por se tratar inclusive de um remanescente dos quilombos existentes na região. e que está descaracterizada tendo

em vista a ocupação da área por pessoas oriundas de outras regiões atraídas pela possibilidade de emprego em Porto Trombetas. Existem restrições pela própria comunidade à fixação de pessoas na área, porém no início dos anos 80, não foi possível controlar ocupação por imigrantes, que alegavam ficar temporariamente e não mais saíram.

As demais comunidades próximas são formadas geralmente por famílias que vivem da agricultura de subsistência e da extração da castanha e de madeira para construção de barcos, cipós para cordas e cestas e ainda da pesca e da caça.

A implantação da MRN e a criação de unidades de conservação na área, com intensa fiscalização do IBAMA, tem provocado mudanças sócio-econômicas profundas para esses moradores. As restrições a expansão da agricultura, proibição do extrativismo e as restrições à pesca, faz com que esses moradores, se cadastrem e procurem trabalho nas empreiteiras e as mulheres como diaristas e domésticas nas casas da Vila de Porto Trombetas.

O certo é que as ações governamentais por um lado e a presença de empresas na região são fatores que promovem alterações sobre o meio antrópico, incluindo a dinâmica populacional, o uso e ocupação do espaço e o nível de vida da população. Assim, empreendimentos como a MRN, em Porto Trombetas, a Usina Hidrelétrica de Cachoeira Porteira, da Eletronorte, que se encontra paralizada, a presença de garimpeiros, de migrantes nordestinos provenientes de áreas da estrada Transamazônica e ainda a criação da Floresta Nacional de Saracá-Taquera e da Reserva Biológica do Rio Trombetas são fatores que alteraram o aparente equilíbrio e integração que as populações ribeirinhas do município de Oriximiná viviam então.

4.3 - Dinâmica Populacional

A caracterização da dinâmica populacional nas áreas de influência do empreendimento apresenta dificuldades relativas a não divulgação pelo IBGE dos dados completos do Censo Demográfico de 1991. No caso de Oriximiná tem-se ainda a divergência de informações entre os poucos dados do IBGE e os levantamentos de campo elaborados pelas entidades de saúde pública que atuam na região. No caso das comunidades ribeirinhas, recorreu-se em parte aos dados do levantamento epidemiológico da malária realizada em 1993 e aos levantamentos informais com os líderes das comunidades.

O município de Oriximiná está passando por um processo de urbanização, observando-se entre 1980 e 1991 um crescimento significativo da cidade, como mostra a Tabela III.4.1..

TABELA III.4.1

População Total, Urbana - 1980/1991
Município de oriximina - PA

ANO	POPULAÇÃO				
	TOTAL	URBANA	%	RURAL	%
1980	29.594	12.029	40,6	17.565	59,4
1991	41.086	21.131	51,4	19.955	48,6

* Fonte: Cense Demográfico de 1991, IBGE.

Pode-se constatar que a partir de 1991, a situação já mostra um ligeiro predomínio urbano. No entanto, a situação poderia ser vista de outra forma caso a área de Porto Trombetas, onde se encontra a vila residencial da MRN fosse também considerada área urbana, o que de fato é, por todos os requisitos que apresenta. Assim, a população urbana teria um acréscimo de 51,4 % para valores em torno de 70 %. No entanto, de acordo com os critérios adotados, a área urbana é apenas a da sede do município.

Os dados coletados em 1990 pelas entidades do setor saúde, particularmente a SUCAM, visando a campanha de erradicação da malária, é o que mostra maior divergência com o IBGE. Usando metodologia específica, onde o município foi dividido em setores, e estes em itinerários a serem seguidos para cadastramento de casas e moradores, apurou-se nos levantamentos realizados, com intervalo de 6 meses entre um e outro, dados que revelaram uma mobilidade populacional intensa dentro do próprio município, em um intervalo relativamente curto, como mostra a Tabela III.4.2.

TABELA III.4.2

Distribuição do N° de Casas e População por Áreas Sub-Distrito 409
Município de Oriximiná - PA/Período Janeiro a Julho - 1990

ÁREA	CASAS		POPULAÇÃO	
	JANEIRO	JULHO	JANEIRO	JULHO
A	4.417	4.428	22.085	22.140
B	296	643	428	1.668
C	657	655	1.772	1.953
D	1.089	1.112	3.179	2.889
E	2.226	2.233	10.597	8.473
F	1.079	1.101	3.332	3.550
H	514	530	1.530	1.306
I	1.111	1.194	2.132	4.314
TOTAL	11.389	11.896	45.055	46.293

Fonte: SUCAM (FNS-MS) Campanha de Erradicação de Malária (Itinerário para os Guardas Epidemiológicos)

Obs: ÁREA A - Cidade de oriximiná
ÁREA B - estrada PA - 128 e BEC
ÁREA E - Porto Trombetas
ÁREA I - Cachoeira Porteira

O estudos da Universidade Federal Fluminense mostram que essa mobilidade espacial da população apresenta coerência quando analisada a partir dos fatores que atuaram localmente, e que em termos amazônicos, apesar das distâncias, são suscetíveis de acontecer. O estudo afirma que a partir de 1980 ocorreu um movimento de pessoas de outras regiões para o município, e mesmo dentro do próprio município, que resultaram num aumento de mais de 10% entre a população estimada para 1990 e a efetivamente encontrada pelos levantamentos da SUCAM. Para a análise do fluxo migratório, com saldo positivo observa-se deslocamento de caráter permanente e aqueles transitórios.

No intervalo analisado, entre 1980 e 1990, o processo migratório se deu por razões de fluxo populacional em direção Porto Trombetas, com a implantação da Mineração Rio do Norte e com o início da implantação da UHE de Cachoeira Porteira.

As populações atraídas atuam como mão-de-obra nas etapas iniciais de implantação dos projetos, sendo uma parte absorvida nas etapas posteriores e outras não são aproveitadas. Em vista disso, o entorno dos projetos foram sendo ocupados na expectativa de novas oportunidades. Nessa espera, esses grupos ou se adaptam ao local e passam a viver da pequena agricultura ou do extrativismo, ou se deslocam para as periferias da sede do município. Nas entrevistas realizadas com líderes comunitários tal situação pode, de fato, ser confirmada nas comunidades de Ajudante, Moura, Boa Vista e mesmo em Vila Paraíso, onde famílias se fixaram, provisoriamente, nas áreas na expectativa de conseguir empregos nas empreiteiras, e em não conseguindo ou sendo dispensados, se fixaram definitivamente.

Segundo se pode apurar algumas variações bruscas de população que ocorreram, recentemente, no município, em intervalos relativamente curtos, se devem, por exemplo, à chegada de nordestinos na região a procura de terras para cultivo, e se fixando na área atravessada pelas rodovias PA-128 e a estrada do BEC - Batalhão de Engenharia Civil; as notícias sobre a possível reativação do projeto da UHE de Cachoeira Porteira; a chegada de garimpeiros da região do rio Tapajós para as áreas próximas ao rio Erepecuru e ainda a sazonalidade de certas famílias que residem na cidade no período letivo e retornam ao interior nos outros períodos.

As divergências entre os números levantados não impedem porém de constatar a baixíssima densidade demográfica do município, ocupado na sua quase totalidade por florestas. As áreas que vem sendo ocupadas com a agricultura de subsistência e com a criação extensiva de bovinos e bubalinos são ainda inexpressivas para a região.

A Tabela III.4.3 mostra que a densidade demográfica em 1991, considerando os dados do IBGE, era de apenas 0,38 habitantes por km², ou 0,42 habitantes por km² quando se considera os dados da SUCAM.

TABELA III.4.3

**Densidade Demográfica 1980-90 e 91
Município de Oriximiná - PA**

ANO	DENSIDADE HAB/KM²
1980	0,27
1990	0,42
1991	0,38

Fonte: - Censo Demográfico 1980,1991 - IBGE
- SUCAM - Campanha de Erradicação da Malária - 1990

O município, com quase 110.000 km², de extensão tem seus principais vazios demográficos na região da serra do Tumucumaque e nas regiões da fronteira com a República da Guiana, Suriname e o Estado de Roraima. As regiões mais habitadas, além de sede do município, são as margens dos principais rios como o Trombetas, Nhamundá, Cachoeri e Erêpecu e os lagos Sapucúá, Caipurú, Salgado, Moura e os povoados de Mapuera, Vila Nova I, Boa Vista.

Tendo como base os censos de 1980 e 1991, do IBGE, constata-se pela Tabela III.4.4 um ligeiro predomínio da população de homens sobre a de mulheres, quando se analisa a população total e a população rural.

TABELA III.4.4

**População Residente por Situação de Domicílio e Sexo -
Município de Oriximiná - PA**

POPULAÇÃO	1980	%	1991	%
TOTAL	29.594		41.086	
homem	14.950	50,5	20.903	50,9
mulher	14.644	49,5	20.186	49,1
URBANA	12.029		21.131	
homem	5.866	48,8	10.385	49,1
mulher	6.163	51,2	10.746	50,9
RURAL	17.565		19.955	
homem	9.084	51,7	10.518	52,7
mulher	8.481	48,3	9.437	47,3

Fonte: Censo Demográfico 19980, 1991 - IBGE

Em 1991, os homens eram 50,9% da população total e 52,7% da população rural, enquanto as mulheres tinham 50,9% da população urbana. As diferenças numéricas e percentuais são bastante pequenas revelando um equilíbrio da população neste aspecto.

Outros dados sobre a dinâmica populacional tais como população economicamente ativa, distribuição da população por faixa etária, e projeção sobre a dinâmica populacional ficam prejudicados em decorrência de indisponibilidade de dados relativos ao Censo de 1991.

Quanto a área de influência direta os dados mais atuais foram coletados a partir de entrevistas com os líderes comunitários e em alguns casos pelos dados obtidos pelo sistema de controle de malária nas localidades onde ocorreram análises positivas. Este dados estão contidos na Tabela III.4.5.

TABELA III.4.5

**População e Número de Habitações na Área de Influência Direta
Município de Oriximiná - PA/1993**

LOCALIDADES	POPULAÇÃO	HABITAÇÕES
Porto Trombetas	7.078	1.030
Boa Vista	± 300	± 80
Moura	366	106
Ajudante	190	60
Vila Paraíso	80	13
TOTAL	± 8.014	

Fonte: - Entrevista com líderes comunitários
- Dados levantados pela Secretária Municipal de Saúde

Na área de Porto Trombetas, administrada pela Mineração Rio do Norte, existe um controle sobre os assentamentos humanos de forma a evitar a atração de imigrantes. Na vila só existem residências e alojamentos construídos pela empresa e destinados aos seus empregados e de terceiros, não sendo permitido, inclusive, o aumento das casas que são de propriedade da empresa. Nas áreas circunvizinhas que inclui as comunidades de Boa Vista, Moura, Ajudante, Vila Paraíso e Batata a empresa adotou o critério de cadastrar todas as pessoas, ainda no ano de 1982, exercendo a partir daí uma política social destinada, quase que exclusivamente, aos cadastrados. Assim, por exemplo, o ambulatório e o hospital atendem preferencialmente os cadastrados, e só excepcionalmente os não cadastrados; o MRN só dá oportunidade a alunos na 5ª série, no colégio Pitágoras localizado na vila, a alunos de famílias cadastradas que concluíram a 4ª série na Escola Municipal da Boa Vista; apenas as pessoas cadastradas tem oportunidade de trabalho quando existe vaga ou podem vender produtos nos dias de feira. Tais fatores, aliados a rigorosa política de fiscalização do IBAMA nas áreas da Floresta Nacional e da Reserva Biológica, que dificultam a prática do extrativismo tornam-se um empecilho à fixação de novos moradores nas comunidades ribeirinhas, na área de influência do projeto.

Mesmo assim, as informações dos próprios líderes das comunidades é que muitas pessoas se fixaram na região nos últimos anos, principalmente nas comunidade de Ajudante, dentro da Reserva Biológica, na expectativa de receber indenização para desocupar a área, quando da sua demarcação.

Nas duas comunidades localizadas nas margens do lago do Moura, que vivem da pequena agricultura e da extração da castanha e madeira, constatou-se a existência de pessoas que já trabalharam na MRN e que agora estão desempregadas ou trabalham em empreiteiras. E ainda a existência de mulheres que trabalham como diaristas ou domésticas nas residências de Porto Trombetas.

Na comunidade de Boa Vista, núcleo de negros remanescentes de quilombos, que é a área que possui maior ligação geográfica e histórica com a MRN, o líder da comunidade informou que muitos dos moradores são empregados e residem na área da MRN. Mas, segundo ele, atualmente o número de desempregados é maior que o de empregados. Foi constatado, também, que muitas mulheres atuam como domésticas e diaristas e jovens trabalham como jardineiros. Estes últimos moram no povoado e deslocam-se até Porto Trombetas nos dias em que são contratados.

Na comunidade de Ajudante, as informações indicam a existência de poucos trabalhadores na MRN ou nas empreiteiras. Vivem da pequena agricultura e da pesca, vendida a intermediários que vendem na feira de Porto Trombetas.

No povoado de Vila Paraíso, onde funcionam as casas de prostituição da região, a relação maior com a empresa está na presença de marinheiros dos navios que fazem corretoamento da bauxita no Porto e pela visita de empregados de MRN e de empreiteiros nos finais de semana. Pode-se dizer que essa comunidade é totalmente dependente da MRN, inclusive foi estabelecida em função da implantação da mineração no final dos anos 70, tendo sido deslocada para o Km 45 quando da operação do empreendimento, pois no início localizava-se mais próximo de Porto Trombetas.

4.4 - Uso e Ocupação do Solo

O uso e ocupação do espaço, na área de influência do empreendimento, é caracterizado pela grande extensão territorial do município, pela existência de duas grandes unidades de conservação, a Floresta Nacional Saracá-Taquera e a Reserva Biológica do Rio Trombetas, a presença de áreas indígenas dos Wai-Wai nas proximidades da fronteira com o Suriname e Guiana e ainda das comunidades negras remanescentes dos quilombos que habitam a região há mais de um século, principalmente nas localidades de Cachoeira Porteira, Abuí, Abuizinho, Paraná do Abuí, Tapagem, Sagrado Coração, Macaxeira, Mãe Cué e Boa Vista, todas pleiteando a demarcação das terras por eles ocupadas, como assegura a Constituição Federal de 1988. Tais peculiaridades associadas à incipiente estrutura rodoviária e o predomínio absoluto do sistema hidroviário são as condicionantes do uso e ocupação do solo no município de Oriximiná, área de influência do empreendimento.

Como observado no item anterior, apesar da existência de pelo menos duas outras áreas com características urbanas, Porto Trombetas e Cachoeira Porteira, considera-se como área urbana apenas a sede do município, enquanto estas são consideradas como núcleos rurais.

Em Oriximiná observa-se as características das cidades ribeirinhas da Amazônia marcadas pela presença de armazéns, depósitos e outras atividades comerciais, decorrentes da principal via de acesso ao meio externo que é o rio Trombetas. A partir dessa primeira via pública existem ruas paralelas ao rio cortadas por outras no sentido longitudinal, dando à cidade um padrão com estrutura quadricular.

A densidade das edificações, no sentido do rio para o interior, vai se tornando mais esparsa nas 14 ruas paralelas ao rio. Desta forma, também são feitas as obras de infra-estrutura urbana. Apesar de se observar um esforço em se manter a largura das pistas, a infra-estrutura existente é parcial: até a 5ª rua tem calçamento feito em argamassa a base de cimento, areia e cascalho; até a 7ª rua tem iluminação pública; e até a 10ª rua há rede de abastecimento de água e nas ruas restantes a água é distribuída em caminhões-pipa. Não existe rede de esgoto em Oriximiná e apenas parte das edificações possuem fossas.

Como grande parte das ruas não tem calçamento com argamassa e apenas são feitas em terreno natural arenoso, existe uma grande preocupação com os efeitos evidentes da erosão provocada pelas chuvas.

Na maioria das ruas não existe um sistema apropriado para drenagem das águas pluviais. A drenagem nas ruas não pavimentadas é feita por gravidade e com conseqüente carreamento de sólidos e a abertura de sulcos erosivos. Nas ruas pavimentadas existe a drenagem por declividade e acondicionada nas calhas laterais que recebem todo o volume coletado nas partes mais altas da cidade, desembocando no rio Trombetas, provocando nos pontos de lançamento o acúmulo de material sólido carreado.

A cidade tem apresentado, segundo as autoridades municipais, uma expansão gradativa, porém constante; e não sendo feitos investimentos há mais de 5 anos em obras de infra-estrutura básica, começam a surgir nas áreas periféricas verdadeiras favelas com habitações em condições construtivas e sanitárias inadequadas. Como ainda não foi elaborado o plano diretor urbano que direcione o crescimento da cidade, o poder público mostra-se inoperante, mesmo porque não tem como prover as necessidades dos novos habitantes. Praticamente toda a arrecadação do município, incluindo os royalties e o ICMS provenientes da mineração são destinados à folha de pagamento com seus 2.500 funcionários.

Na área urbana e nas áreas em que ocorrem as expansões recentes, como no bairro Cidade Nova, não se pode falar em categorias de uso do solo urbano, a não ser o de que este uso não está ainda definido por instrumentos legais. Pode-se afirmar e constatar apenas que nas áreas próximas ao ancoradouro e

nas margens do rio Trombetas, predomina o uso comercial e até industrial, pois aí se encontra também a única usina de beneficiamento de castanha do município.

Quanto à infra-estrutura regional, o município tem como sua principal via de acesso, inclusive para entrada e saída de produtos, o rio Trombetas, onde está localizado Porto Trombetas. Construído para escoamento da produção da bauxita produzida pela Mineração Rio do Norte, tem capacidade para atracar navios com até 65.000 toneladas. Através dessa via, atinge-se o rio Amazonas e deste até o Oceano Atlântico. Contribuem ainda para deslocamento no município os rios navegáveis como o Nhamundá e o Cachoery. Outros rios são sazonalmente navegáveis como o Mapuera, Cachorro e Erepecuru, que são navegáveis apenas no período de cheias, pois são rios encachoeirados.

Segundo o Prefeito Municipal, um dos principais problemas da cidade de Oriximiná é a falta de um trapiche adequado, pois o atual não apresenta condições de segurança, tem sido necessário a utilização de uma balsa da própria prefeitura que é utilizada para desembarque de passageiros e cargas.

O sistema de transporte rodoviário é precário, constituído basicamente pela rodovia PA-128, ligando Oriximiná à Óbidos com interligação a partir daí para Monte Alegre e Alenquer. Dois ramais principais partem da PA-128, a estrada do Batalhão de Engenharia Civil e a BR-163, além de estradas vicinais. Todas essas estradas não são pavimentadas e, algumas delas como a BR-163, que é o principal eixo de produção agrícola no município, sofre interrupções em alguns trechos que ficam alagados no período das chuvas.

O município possui duas pistas de pouso asfaltadas, uma na sede e outra no aeroporto de Porto Trombetas, sendo que apenas este último opera com regularidade através da VARIG, ligando a Belém, Santarém e Manaus. Existem pistas de pouso com revestimento primário em Cachoeira Porteira e no garimpo do Erepecuru.

A energia elétrica da sede é gerada a diesel através da concessionária estadual CELPA - Centrais Elétricas do Pará, cuja capacidade se encontra esgotada. Porto Trombetas possui sistema próprio através de termo-elétrica da própria Mineração Rio do Norte. Cachoeira Porteira e outras comunidades operam a partir de pequenos geradores a diesel e em condições precárias.

As características da cobertura vegetal, as dificuldades de acesso ao interior, a falta de tradição agropecuária e a forte formação cultural da população ligada ao extrativismo, fazem com que o município tenha uma atividade agrícola inexpressiva, típica de subsistência e uma atividade pecuária ainda em fase de consolidação. Neste sentido, segundo dados da Secretaria Municipal de Agricultura, menos de 2% do território são utilizados para agricultura, principalmente da mandioca, único produto que possui algum excedente para comercialização a nível regional.

A pecuária é extensiva e as pastagens ocupam basicamente os terrenos que foram inicialmente desmatados para agricultura, e que após uma ou duas safras são destinados à implantação de pastagens. As estimativas do órgão municipal de agricultura totalizam um rebanho bovino da ordem de 30.000 cabeças, onde apenas 500 reses são destinadas à pecuária leiteira, e 10.000 cabeças de rebanho bubalino, este em franca expansão.

A estrutura fundiária mostra, segundo dados do Censo Econômico de 1988 do IBGE, a existência de 5.511 imóveis rurais, sendo que 3.807 ou 69,08% são classificados como minifúndios, 1.692 ou 30,70% como latifúndios e 12 ou 0,22% como empresas rurais.

Os dados levantados pela Unidade Avançada da UFF em Oriximiná mostram que sob o aspecto da classificação dos produtores por categoria, 4.041 ou 70,66% são mini-produtores, 1.518 ou 26,54% são pequenos produtores, 150 ou 2,62% são médios produtores e 10 ou 0,18% como grandes produtores. É quanto à situação da classificação dos produtores que o problema é crítico, na medida em que 89,19% deles são posseiros e sem titulação das terras. O restante, 0,81% são arrendatários e 10% são proprietários.

Finalmente, quanto à distribuição fundiária, observa-se conforme mostra a Tabela III.4.6, ocorre a predominância dos minifundiários, abaixo de 100 hectares, principalmente daqueles com menos de 50 hectares com 2.822 imóveis.

TABELA III.4.6

**Distribuição Fundiária por Extratos e Propriedades - 1988
Município de Oriximiná - PA**

EXTRATOS (ha)	IMÓVEIS	
	Números	%
0 - 10	1.087	19,7
11 - 50	1.735	31,5
51 - 100	985	17,9
101 - 200	936	17,0
201 - 500	517	9,4
+ de 500	251	4,5
TOTAL	5.511	100,00

Fonte: Diagnóstico de Saúde - UFF

Essa situação deve apresentar-se ainda mais crítica em caso de uma reforma agrária ou em um processo de titulação e mesmo de demarcação de áreas, considerando a situação da Reserva Indígena

de Mapuera, as terras reivindicadas pelos negros remanescentes de quilômbos e as duas unidades de conservação: a Floresta Nacional de Saracá-Taquera com seus 429.600 hectares e a Reserva Biológica do Rio Trombetas com 385.000 hectares, ambas ainda não demarcadas oficialmente.

Na área de influência direta do empreendimento, parte está localizada nos limites das duas unidades de conservação e parte está no seu entorno imediato. A mina Saracá em exploração atual e a nova que constitui objeto desse estudo, (Papagaio) encontram-se dentro da área da Floresta Nacional. Porto Trombetas, incluindo as instalações industriais, as instalações de apoio e as áreas residenciais já se encontram fora da Floresta Nacional. Dos povoados incluídos apenas a comunidade de Ajudante está na área da Reserva Biológica do Rio Trombetas; aliás, como mostrado anteriormente, parte dessa ocupação foi feita apenas no sentido de receber indenização para desocupação das terras, quando for feita a demarcação e desapropriação.

Nas demais áreas ocupadas ocorre uma predominância de pequenos posseiros que tem parte de sua atividade destinada à agricultura de subsistência, principalmente mandioca, milho, cará, banana, cana, abacaxi e melancia, e parte na extração de castanha, madeira, cipós para artesanato e outros produtos. Todos os produtores são posseiros não possuindo titulação das terras.

A particularidade mais significativa está relacionada aos moradores de Boa Vista que reivindicam a demarcação de suas terras, como garante a Constituição Federal que declara no Art. 68 que "aos remanescentes das comunidades dos quilombos que estejam ocupando suas terras é reconhecida a propriedade definitiva, devendo o Estado emitir-lhes os títulos respectivos".

Ainda em relação à situação fundiária na área de influência direta, cabe ressaltar de forma particular a situação da área ocupada pela Vila da MRN, parte em área de posse e parte em terras devolutas. A MRN detém a posse da área do antigo Sítio Conceição, dispondo de 497,47 ha, ocupando apenas 28% de sua área, correspondendo a 139,29 ha. Como a área da Vila tem aproximadamente 317 ha, ocorre que 56% desta está implantada fora dos limites de posse. Justifica-se, neste caso, as tentativas empreendidas mais recentemente de expansão da Vila para oeste, bem como as recentes ocupações ao sul, contrariando, em parte, o plano de implantação original que, prevendo o aproveitamento de áreas topograficamente mais adequadas, orientou o crescimento principalmente para leste.

Na área de lavra, a 30 km ao sul da Vila, a posse da terra se restringe à Terra dos Almeidas, com 1800 ha (áreas tituladas), no entanto a concessão da lavra garante a sua exploração - significando um direito de uso que dispensa a posse efetiva da área. No global, as áreas de concessão, propriedade e lavra alcançam a 220.000 ha.

Em meados de 1980, foi efetivado o processo discriminatório de uma área de 288.286 ha, denominada Gleba Trombetas, tendo o INCRA cadastrado e matriculado em nome da União. Da mesma forma, que

a Marinha se colocou favorável ao afloramento das áreas sob sua jurisdição. Conforme decisão a área solicitada deverá ser objeto de compra, de acordo com resolução do Serviço de Patrimônio da União, do Estado do Pará.

As questões que perturbavam a posse, como às invasões na Gleba Trombetas, têm sido tratadas junto ao INCRA, e estão relacionadas a pedidos de emissão de posse solicitados por terceiros. O INCRA, de modo geral, tem decidido favoravelmente à Mineração, tendo em vista a anterioridade do seu requerimento, junto ao Serviço de Patrimônio da União.

A demanda de área pela MRN, que define uma extensão em muito superior às razões diretamente ligadas ao empreendimento, pretende estabelecer um entorno com algum nível de controle, com a intenção última de preservar as condições ambientais do meio.

No que se refere especificamente ao processo de implantação e ocupação da Vila de Porto Trombetas ocorreu, em primeiro lugar, de acordo com as necessidades de alocação de pessoal da empresa construtora. Até a finalização das obras de engenharia, em 1979, a Vila implantada atendia às necessidades de alojamento a partir de pavilhões provisórios, para 6.000 pessoas em período de pico, e de, pelo menos, 1.900 residentes, que dispunham das facilidades de supermercado, clube e cinema. Toda esta infra-estrutura representava a implantação de menos de 10% da Vila, como ela existe hoje. As instalações, então, eram consideradas satisfatórias na medida em que o núcleo de Cachoeira Porteira a 150 km de Porto Trombetas significou, durante as obras, um ponto de apoio ao Projeto, abrigando as famílias do pessoal mais graduado e a infra-estrutura necessária. Isto porque em Cachoeira Porteira estava o canteiro da obra da Andrade Gutierrez para construção da Perimetral Norte que, a esta época estava paralisada. Somente a partir do início da operação do empreendimento que o local assume suas funções e ganha o status de vila residencial complementando-se, durante um período de 8 anos, 40% de sua infra-estrutura, incluindo 36% das residências.

Do período das obras restaram algumas relocações, em especial aquelas localizadas em área verde de proteção e restos do acampamento de obras, do qual fazem parte a área da Vila Velha com 38 casas e alojamento provisório com 16 blocos e capacidade para 234 pessoas. Quanto à Vila Velha, pretende a MRN destruir o grupamento de casas aí existentes e transformar a área num parque constituindo-se em mais um atrativo para o lazer da população residente. Entretanto, ainda que a infra-estrutura implantada garanta a qualidade de vida no local, atendendo, em níveis significativamente altos, às necessidades do indivíduo e da comunidade em geral, há pressões para expansão da Vila, tanto as de ordem habitacional como aquelas relativas ao atendimento de comércio e serviço.

Assim é que novas locações têm sido feitas ao sul da Vila, com a expansão da área de vivência comunitária e implantação de equipamento religioso, bem como à beira do rio Trombetas com a ampliação das áreas de porto e comércio. Para cada um desses novos prédios, e mesmo para aqueles

remanescentes do período de obras, a infra-estrutura de drenagem e esgoto está realizada, sendo as soluções implantadas independentes do sistema geral.

Como o atendimento às demandas tem sido feito de forma pontual, as expansões vêm redirecionando a ocupação na área, sendo os vetores hoje adotados diferentes do previsto no Plano Global da Vila.

As pressões de demanda identificadas procedem, em parte, da "desativação da Vila Caranã" realizada pela MRN para desalojar os moradores do núcleo iniciada em meados de 1984 e concluída no início de 1987. Este fato, reduziu o número de habitantes no entorno de Porto Trombetas. Pelo menos 400 pessoas foram relocados em suas cidades de origem e 130 domicílios foram destruídos, que por outro lado contribuiu para elevar as carências no atendimento de serviços e comércio, na medida em que foram desativadas, além das moradias, equipamentos do comércio e de cultos religiosos, os quais hoje se vêm reproduzidos no interior da Vila Residencial.

4.5 - Uso da Água

Grande parte do município de Oriximiná, mas principalmente na área diretamente atingida pelo empreendimento, as condições sócio-econômicas e culturais são ligadas ao rio Trombetas e às lagoas marginais existentes como Ajudante, Moura e o Lago Batata. As características ecológicas determinam na região as relações antrópicas e essas necessariamente são favorecidas ou limitadas pelos recursos hídricos. A seguir são descritos os usos da água na área de influência do empreendimento e no município.

Abastecimento Doméstico e Industrial

Praticamente toda a população do município de Oriximiná esta situada em áreas ribeirinhas. Destas localidades habitadas apenas a sede do município e Porto Trombetas possuem sistema de abastecimento com captação, tratamento e distribuição d' água para uso doméstico e industrial. Na sede do município a captação é feita através de dois mananciais principais: Igarapé do Paracuri, localizado a noroeste da cidade e realizada pela Prefeitura Municipal, e no rio Trombetas, a oeste da cidade e realizada pela COSANPA - Companhia de Saneamento do Pará. Apesar de não ter sido possível apurar o montante de água captada pelos sistemas, sabe-se que ele é insuficiente para atender a toda população nos aspectos de quantidade captada, tratamento e distribuição domiciliar. Para complementar esse sistema existem ainda 4 poços artesianos de propriedade particular e uma captação em "olho d' água" na Gruta do Melgarço, que é utilizada pela comunidade da área leste da cidade.

Na área do Porto a Mineração Rio do Norte possui uma captação no rio Trombetas, com sistema de tratamento e distribuição para a área industrial, residencial e de apoio, bem como uma rede coletora dos esgotos. Estes são novamente lançados no rio, a jusante da captação, após tratamento em estação

de lodos ativados por processo de digestão aeróbica, com capacidade para tratar esgotos de até 10.000 habitantes.

As comunidades ribeirinhas como Boa Vista, Moura, Ajudante, Vila Paraíso e Batata, não possuem sistema de captação e de esgotamento sanitário. Nestes locais, o rio ou as lagoas e lagos são usados para banhos, lavagem de roupas e panelas, etc.

Pesca

Dentro da tradição amazônica e conseqüentemente da própria área considerada neste estudo, a pesca é, sem dúvida, o principal alimento, responsável por praticamente 70% das necessidades protéicas das populações ribeirinhas. As principais áreas piscosas são o próprio rio Trombetas, os lagos do Paru, Sapucúá, Erepecu e Ururiá. As principais espécies pescadas são o Dourado, Filhote, Pacu, Piramutaba, Pirapetinga, Tambaqui e Tucunaré. A atividade não é feita de forma profissional e organizada, mas predominantemente de forma a garantir a subsistência.

Navegação

Como mostrado no item 4.4 as hidrovias são o principal meio de transporte da região, responsável tanto pelos deslocamentos da população, como também pelo escoamento da produção de castanha, farinha e da bauxita extraída e beneficiada pela Mineração Rio do Norte. Considerando ainda a pequena produção agrícola do município e a pequena infra-estrutura rodoviária, as hidrovias são também meio para a chegada de produtos vitais à economia regional, como os combustíveis, principal gerador de energia da região. Apesar de precária estrutura portuária de Oriximiná, o Terminal de Porto Trombetas possui condições seguras para navios com capacidade de carga até 65.000 toneladas.

No município e nem na área de influência direta do empreendimento existem usos da água para irrigação ou geração de energia elétrica. O principal projeto previsto para a região seria a Usina Hidrelétrica de Cachoeira Porteira, da Eletronorte, que devido ao elevado custo de geração, está com o projeto suspenso.

4.6 - Nível de Vida

As características ecológicas e as condições sócio-econômicas e culturais do município de Oriximiná determinam um quadro de nível de vida que não podem ser comparados ao quadro existente na área de influência direta do empreendimento, onde se encontra a Mineração Rio do Norte. A distância entre o padrão de cada uma dessas realidades é muito grande, não indicando uma análise comparativa entre as duas, mas sim, uma análise de cada uma. Na apresentação do quadro referencial do nível de vida da população, será feita, em primeiro lugar, uma abordagem da área de influência do empreendimento e

na sequência da área de interferência direta, em cada um dos fatores analisados. Ao final, será feita uma tentativa de integração dos fatores, possibilitando uma avaliação global de qualidade de vida, nas duas áreas.

4.6.1 - Assentamentos Humanos

A chegada tanto das populações negras, como de brancos à região foi feita através dos rios, lagoas e igarapés, caracterizando um padrão de assentamento condicionado à essa via de acesso: as cidades, os povoados e sedes de fazendas, em sua maioria são ribeirinhas. Essa característica acaba também por definir alguns padrões para a localização e a adaptabilidade dos moradores às condições ecológicas prevalentes.

A cidade de Oriximiná foi implantada à margem esquerda do rio Trombetas, em um ponto mais alto, de forma a evitar alagamentos nas épocas de cheias do rio. Da margem para o interior, a cidade foi implantada em terreno com topografia plana, suavemente inclinada. A cidade com arruamento bem definido, com ruas largas formando uma estrutura quadriculada. Apenas 20% das ruas são calçadas com piso de argamassa e as demais estão apenas no terreno natural, sem pavimentação. Na área mais central, as casas são de bom padrão construtivo, em alvenaria, encontrado-se ainda edificações antigas como casarões e sobrados. A igreja matriz, de grande beleza, destaca na paisagem urbana mostrando o estilo de ocupação urbana e revela parte da história.

Do centro para os bairros e destes para as periferias onde se encontram os bairros Perpétuo Socorro, Santa Terezinha e Cidade Nova, o padrão habitacional vai se deteriorando, revelando a situação sócio-econômica dos moradores. São construções feitas em madeira ou madeira associada com barro, e nas áreas ribeirinhas casas de madeira adaptadas às inundações, com as chamadas palafitas.

Essa situação se repete em praticamente todos os povoados, comunidades e habitações isoladas localizadas na área ribeirinha, inclusive nas comunidades de Moura, Ajudante, Boa Vista, Vila Paraíso e Batata, localizadas na área de influência direta do empreendimento. A exceção, são as condições de assentamento e o padrão habitacional no núcleo residencial e industrial de Porto Trombetas.

O núcleo foi especialmente planejado para atender às condições ambientais e ao mesmo tempo às condicionantes psico-sociológicas que interferem em grupos sociais que convivem em um mesmo espaço, com papéis e atribuições pré-estabelecidas e direcionadas a um objetivo principal: no caso, a Mineração Rio do Norte. A vila residencial, locada no complexo mineração-área industrial-terminal portuário, apresenta característica de assentamentos especiais.

O projeto urbanístico da área da Vila foi traçado com base numa segregação dos espaços por setor - comercial e serviço, residencial, alojamentos, administrativo - industrial. Os distintos setores

residenciais, por sua vez, estão hierarquizados a partir de categorias da empresa correlacionadas a um padrão de moradia.

Identifica-se uma estrutura espacial segregada por função ou uso, residencial, comercial, etc., onde cada setor está circunscrito a partir de um anel viário, dificultando as expansões da infra-estrutura que só podem ocorrer a partir da implantação de um setor e seus complementos - já que o projeto urbanístico não comporta aspectos de mobilidade intersetoriais.

A circulação na área está estabelecida na forma de anéis viários interligando os diferentes setores e, no interior destes, por vias internas, onde o uso é compartilhado por pedestres e automóveis. Constata-se a inexistência de calçadas para circulação de pedestres inter e intra setores assim como de ciclovias - ainda que a bicicleta seja hoje um veículo utilizado em larga escala pelos habitantes, como condução para trabalho e escola, e também como lazer e esporte.

A circulação de pedestres está definida limitando-se ao interior dos setores. Foram estabelecidos e consagrados pelo uso, caminhos "opcionais" entre os platôs, num subir e descer rampas, passando pelos terrenos de fundo de rua. Foram desenvolvidas, portanto, novas opções de circulação na vila, consagradas pelo uso, mas sem qualquer planejamento, porém sem alterar esteticamente o local.

A diferença de padrões habitacionais segue a hierarquia funcional da empresa, cujo resultado no plano da moradia, se exprime através das diferentes tipologias encontradas - tanto no padrão unifamiliar como nos alojamentos. Existe, ainda, uma diferenciação entre alojamentos de prestadores de serviços (empreiteiras e empresas de prestação de serviços) permanentes e temporários. As diferentes tipologias das moradias (seis tipos de casas e alojamentos) estão vinculados ao quadro funcional, sendo sua distribuição de acordo com o cargo e nível do empregado, em detrimento de outros indicadores de demanda, conforme constatado nos levantamentos feitos pelo Centro de Tecnologia da PROMON.

Existe uma relação entre disponibilidade habitacional e o número de empregados, pelo menos para o pessoal da MRN. Entretanto, esta reciprocidade persiste, em função do tratamento que é dado à seleção e contratação de pessoal seguindo, estritamente, as disponibilidades da Vila.

Quanto ao abastecimento de água tem-se o seguinte quadro: em Oriximiná não existe um sistema completo de tratamento, distribuição e abastecimento. O sistema operado em parte pelo Estado e em parte pela Prefeitura Municipal é deficiente em todos os aspectos. Em levantamento realizado pela Fundação Nacional de Saúde, através da antiga Fundação SESP, constatou que dos 5.332 prédios visitados, apenas 3.452 (64,7%) deles estavam ligados ao sistema, que é operado pela COSANPA - Companhia de Saneamento do Pará.

Nas áreas mais novas e periferias, não atendidas pela COSANPA, a Prefeitura Municipal, através de sistema próprio, promove a distribuição, a partir de um reservatório, em caminhões pipa e bicas distribuídas a cada 50 metros.

Existe projeto já praticamente definido para ampliar a captação, tratamento e distribuição de água na cidade, a ser implantado pelo Governo Estadual. Segundo as autoridades municipais, os recursos ainda não foram liberados.

Nos povoados e comunidades rurais não existem sistemas de tratamento e distribuição e os moradores consomem diretamente dos mananciais. Tal situação pode ser observada nas comunidades de Boa Vista, Moura, Ajudante, Vila Paraíso, Batata e moradias ribeirinhas isoladas, localizadas na área de influência direta do empreendimento, exceção de Porto Trombetas.

A MRN implantou um moderno sistema de captação diretamente no rio Trombetas. A água captada recebe tratamento através de sistema de filtração, cloração e fluoretação. Após, a água é distribuída para todas as residências e edificações da vila e da área industrial.

Na sede do município e em todas as comunidades rurais, com exceção do núcleo rural de Porto Trombetas, não existem redes coletora de esgotos. A solução mais usada para os esgotos domésticos é o de fossas, sendo encontrada as do tipo séptica, onde a condução dos dejetos é feita por uma via hídrica com a utilização de vaso sanitário e caixa de descarga, e as do tipo seca, que recebem os dejetos diretamente, sem utilização da água como veículo. Segundo levantamentos da FNS - Fundação Nacional de Saúde, em 1990, apenas 886 prédios ou 17,6% dos 5.029 imóveis visitados possuíam todos os componentes para funcionamento de uma fossa séptica. Do restante das edificações, a maioria usava fossa seca, e sabe-se que pelo menos 658 domicílios não tinham fossa. Esse dado, já de 1991, representava 12,3% dos 5.332 domicílios visitados. É significativo lembrar que, dessa amostragem, 1880 ou 35,3% dos domicílios não tinham nem água.

Essa situação da área urbana seria, sem dúvida, mais crítica na zona rural, onde, ou as fossas são secas, ou não existem. Porém a população encontra-se muito dispersa na zona rural, e as condições inadequadas de saneamento são mais graves nos aglomerados populacionais.

Em Porto Trombetas, todas as edificações são interligadas à rede coletora de esgotos que são destinados à uma estação de tratamento de esgotos que opera com eficiência de 94%, lançando os efluentes finais no rio Trombetas à jusante da captação, dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação específica.

Quanto ao sistema de coleta de resíduos sólidos, o lixo urbano, o sistema montado em Oriximiná consta de lixeiras de madeira distribuídas pelas ruas da cidade, onde o lixo é acumulado para coleta por caminhão caçamba. São utilizados ainda carretas pequenas, trator CBT e carrinhos de mão.

Todo o lixo coletado é depositado a céu aberto em um depósito localizado ao norte da cidade, em local próximo a área urbana. O lixo hospitalar proveniente do Hospital São Domingos Sávio sofre uma separação preliminar e a parte que oferece riscos é incinerada. No entanto, o lixo das unidades de saúde são lançados indistintamente com o lixo doméstico e urbano.

A lei orgânica do município prevê a adoção da coleta seletiva do lixo, mas obstáculos já foram identificados, tendo em vista a não existência de mercado para venda do material coletado.

Nos povoados e comunidades localizadas na área de influência direta do empreendimento, o pouco lixo produzido não é coletado e tem destino final nos próprios quintais das casas.

Na área de influência de Porto Trombetas, o sistema de coleta e destinação do lixo é de responsabilidade de uma empresa contratada, que coordena o serviço a partir de 3 divisões: lixo doméstico, resultante das residências e acondicionado em sacos plásticos e lixeiras afixadas nas portas das residências; lixo vegetal resultante de podas de árvores e limpeza de ruas e jardins; e o lixo industrial, composto de entulhos, embalagens e material sucateado.

No serviço de coleta são utilizados os seguintes recursos humanos e materiais: 20 pessoas, 1 caminhão para limpeza de fossas, 2 caminhões compactadores, 2 caminhões bruck, 2 caminhões caçamba, 1 trator de esteira D-8, 1 retro-escavadeira.

O serviço é realizado diariamente, inclusive sábados e domingos, e todo lixo coletado é depositado em depósitos específicos de acordo com a tipologia definida. O lixo doméstico é depositado em aterro sanitário situado em local denominado Fazenda Caranã, onde 990 m³/mês são compactados intercalados com terra; o lixo vegetal na razão de 1680 m³/mês é depositado nas proximidades da casa de controle de tráfego ferroviário, ao lado de onde é depositado os 370 m³/mês de lixo industrial.

Apesar das medidas seguras tomadas no aterro sanitário, constatou-se mau cheiro com o conseqüente aparecimento de moscas e urubus. Nos outros dois depósitos observam-se ainda inadequações, ou na coleta ou na deposição, pois a separação proposta não se concretiza. O local também se revela inadequado, próximo a um igarapé.

4.6.2 - Educação

A caracterização mais abrangente da rede escolar no município de Oriximiná pode ser feita através de uma avaliação qualitativa, tendo em vista a falta de dados, atualizados e agrupados, que possibilitassem uma abordagem mais global do setor educacional. Mesmo assim, os dados disponíveis e as entrevistas e observações realizadas permitiram fazer uma caracterização que mostra o quadro educacional do município. Para facilitar e tornar mais adequado o diagnóstico do setor educacional, os dados são apresentados em separados para cada uma das redes: a municipal, a estadual e a particular. Rede Municipal é coordenada por uma Secretaria Municipal de Educação, que se estrutura pedagogicamente a partir de uma coordenação e 13 supervisores que atendem à zona urbana e rural, esta última por grupos de localidades.

A rede é composta por 180 escolas, sendo 23 localizadas na área urbana e 157 na área rural. Com exceção das escolas da rede urbana e de alguns povoados, predominam as escolas com apenas uma sala de aula, funcionando em locais adaptados e em precárias condições. Na realidade o padrão construtivo das escolas tem relação com o padrão das próprias habitações.

A matrícula inicial em 1993 foi de 7.385 alunos, do pré à 4a série do 1o grau, sendo 3.306 ou 44,8% dos alunos na área urbana e 4.079 ou 55,2% dos alunos na área rural, atendidos por 417 professores que residem nas próprias localidades ou próximas delas. À título de informação, geralmente os professores da rede municipal são também Agentes de Saúde nas comunidades.

Na Rede Estadual de Ensino os dados disponíveis são de 1989 e indicam que naquele ano existiam 13 escolas funcionando no município, em 82 salas de aula, operando em 2 turnos e atendendo a 4.790 alunos de 1o e 2o graus e algumas turmas de curso supletivo. Para o atendimento desse alunato o Estado do Pará mantinha no município 144 professores.

O diagnóstico elaborado pela Universidade Federal Fluminense, fundamentado em resumos estatísticos de 1990, apresenta uma situação de produtividade do ensino com resultados bastante comprometedores do setor educacional no município de Oriximiná, como mostra a Tabela III.4.7.

TABELA III.4.7

**Produtividade do Ensino na Rede Pública - Índice de Evasão e Repetência
Município de Oriximiná - PA - 1990**

AREA	EVASÃO%	REPETÊNCIA%
URBANA	18,06 (12,89 A 27,45)	18,30 (15,96 A 26,12)
RURAL	25,29 (18,99 A 42,31)	36,53 (24,31 A 50,33)
TOTAL	21,95 (15,82 A 31,33)	27,68 (20,06 A 40,94)

Fonte: Diagnóstico de Saúde - UFF - 1991

Os dados revelam que, em 1990, a taxa de evasão de alunos foi elevada, principalmente na área rural, onde em média 25,29% dos alunos abandonaram a escola antes do final do ano letivo, isto significa que em determinadas escolas ou turmas esse índice pode chegar a 42,31%. As informações coletadas junto à Secretaria Municipal de Educação indicam também que essa evasão ocorre mais nas séries iniciais, ou seja, geralmente a 1ª série é o maior obstáculo a ser rompido pelas crianças, pois constitui uma fase de adaptação a um sistema disciplinar e de avaliação, que a maioria delas não está acostumada, ainda mais na zona rural. As maiores taxas de evasão na zona rural são atribuídas à participação dos alunos em idade escolar das atividades produtivas das famílias, no caso na agricultura e no extrativismo. Outros fatores observados pelas autoridades educacionais locais são: a mudança de domicílio nos períodos de cheia e a falta da merenda escolar, fato que ocorre com frequência no município.

Preocupantes, no entanto, são os índices de reprovação que atingem até 50,33% dos alunos de uma mesma série, da zona rural. Na área urbana, mesmo com índices melhores que a área rural, os valores são elevados, principalmente acrescidos da evasão. As observações mostram que, de modo geral, estes índices de reprovação diminuem da 1ª para a 4ª série do primeiro grau, caracterizando o sistema educacional como seletivo ao longo das séries.

De uma maneira global, a produtividade do ensino, medida pela evasão e a reprovação de alunos, quando mostra-se tão elevada, como no município de Oriximiná, pode ser vista como inadequação do ensino à realidade sócio-econômico-cultural e ambiental dos alunos e mesmo dos professores. Aos alunos parece evidente que o sistema educacional é inadequado. Aos professores, tudo indica a mesma coisa dada a falta de escolaridade, treinamento, salário, entre outros fatores. A Tabela III.4.8 mostra a habilitação dos professores da rede pública de Oriximiná, em 1990.

TABELA III.4.8

Habilitação dos Professores da Rede Pública - Oriximiná - PA - 1990

HABILITAÇÃO	PROFESSORES	
	Nº	%
1º Grau incompleto	176	36,14
completo	80	16,43
2º Grau incompleto	36	7,39
completo	150	30,80
Nível Superior	45	9,24

Fonte: Diagnóstico de Saúde - UFF 1991

A Tabela mostra que 176 professores em 1990, ou 36,14% não tinham o 1º grau completo e que pelo menos 59,96% ou 292 professores não tinham habilitação, ou seja, não tinham o 2º grau completo. A habilitação, apesar de ser uma exigência legal para o exercício do magistério, em regiões pobres e de

grande dispersão como a Amazônia, não tem muito sentido, pois a realidade educacional - prédios sem recursos, falta de material - exige outro tipo de habilitação. Assim, o corpo docente deve ser treinado no sentido de saber tirar proveito das questões reais concretas da região e não ministrar conteúdos didáticos incompatíveis com a realidade e mesmo com os próprios professores.

A rede particular é bastante tímida, quando comparada a rede pública no município, existindo apenas 2 estabelecimentos de pré-escolar na cidade de Oriximiná, 1 escola de pré-escolar e 1o grau mantida pela construtora Andrade Gutierrez em Cachoeira Porteira e 1 pré-escolar e 1 escola de 1o e 2o graus em Porto Trombetas.

Os cursos de 1o e 2o graus de Porto Trombetas são ministrados pelo Sistema Pitágoras de Ensino, com elevado padrão de tecnologia educacional, comparado com as melhores escolas de capitais do sudeste. A escola funciona em 3 turnos com 1800 alunos, com uma equipe de 79 professores e supervisores. A heterogeneidade do público escolar em Porto Trombetas é para a direção da escola um grande desafio a ser enfrentado, pois a pedagogia tem que se adaptar para conviver com alunos de elevada expectativa, que se preparam para as melhores universidades do sudeste, e alunos com baixa expectativa, que pretendem continuar na região como operários ou mesmo nas comunidades próximas. Seleções internas são realizadas para tentar ajustar os padrões de aspiração à qualidade do ensino.

A escola apresenta, comparativamente com a rede pública, baixos índices de evasão e repetência. A evasão atinge 4% e se concentra nas turmas de adultos dos cursos noturnos; a repetência atingiu em torno de 16% em 1992, devendo cair para 10% em 1993.

O Sistema Pitágoras fornece por decisão da MRN, da qual é empreiteira, orientação a Escola Comunitária da Boa Vista, localizada na área de influência direta do empreendimento.

Essa escola, que já foi administrada pelo Sistema Pitágoras, hoje pertence a rede municipal, e recebe ajuda da MRN que contribui com transporte dos professores, a merenda escolar e com parte da manutenção da escola. Essa assistência da mineração, que já foi a maior à Escola da Boa Vista é uma das aspirações das comunidades próximas, que gostariam que ver as escolas tivessem um atendimento mais completo - alimentação, material e orientação técnica.

Na área de influência direta do empreendimento, além das escolas citadas, existem mais 4 escolas municipais rurais: a escola do Moura, com 3 professores e 80 alunos; duas salas em Ajudante, com 63 alunos e 1 sala em Vila Paraíso com 23 alunos.

4.6.3 - Saúde

O diagnóstico do setor saúde, devido ao trabalho da Universidade Federal Fluminense, é o que apresenta maior número de informações, inclusive, com dados trabalhados e correlacionados de forma a apresentar um quadro bastante claro do setor. À primeira vista, pode-se observar que a extensão territorial e a dispersão da população na área são fatores que determinam a política de saúde no município: muito voltada para um trabalho preventivo em relação as doenças transmissíveis e/ou associadas à desnutrição. Tais fatores, no entanto, interferem na confiabilidade dos dados levantados, já que a falta de assistência contribui para que muitos acontecimentos não sejam sequer registrados.

4.6.3.1 - Indicadores de Saúde Global

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, são os indicadores de saúde global aqueles mais utilizados para, a partir dos dados de mortalidade e morbidade indicar, principalmente, os pontos onde devem ocorrer as ações de saúde. São eles:

- Coeficiente de Mortalidade Geral, relaciona o número de óbitos por todas as causas no espaço de tempo determinado de 1 ano, dividido pela população naquele ano. Indica o risco de morrer do grupo social considerado. A Tabela III.4.9 apresenta o coeficiente, ano a ano, para o período, entre 1980 e 1990, no município de Oriximiná. Considerando que os parâmetros internacionais são de 7 a 10% para as áreas desenvolvidas e acima de 15% para as áreas subdesenvolvidas, o coeficiente de 4,2% em 1990 revela-se, quando comparado com a realidade sócio-econômica, que existe no município a ocorrência de óbitos sem registro. É muito comum nas regiões pobres e distantes o enterro ser realizado em cemitérios clandestinos.

TABELA III.4.9

Coeficiente de Natalidade e Mortalidade Município de Oriximiná - PA 1980/90

ANO	POPULAÇÃO	NATALIDADE		MORTALIDADE GERAL		MORTALIDADE INFANTIL	
		ÓBITOS	COEF	ÓBTOS	COEF	ÓBTOS	COEF
1980	29.594	614	20,7	164	5,5	40	65,1
1981	31.027	701	22,6	151	4,9	38	54,2
1982	32.202	765	23,8	168	5,2	50	65,4
1983	33.411	781	23,4	147	4,4	47	60,2
1984	34.660	783	22,6	157	4,5	51	65,1
1985	35.928	874	24,3	177	4,9	51	58,4
1986	37.151	852	22,9	217	5,8	80	93,9
1987	38.394	860	22,4	137	3,6	34	39,5
1988	39.647	823	20,8	164	4,1	34	41,3
1989	41.850	926	22,1	176	4,2	43	46,4
1990	46.293	854	18,4	195	4,2	41	48,0

Fonte: Centro de Informação em Saúde Unificado do Pará SESPA

Obs: Os dados populacionais de 1989 e 1990 foram levantados pela FESP e SUCAM respectivamente.

- Razão de Mortalidade Proporcional (RMP) é considerado um excelente indicador de saúde, por contemplar faixa etária, facilidade de cálculo, não exige limite de período e dispensa dados de população. O índice é obtido considerando a percentagem de pessoas que morreram com 50 anos ou mais e distribuídas em 4 níveis. De acordo com o grau de desenvolvimento econômico e social e a organização dos serviços de saúde, o nível pode crescer ou decrescer, permitindo uma classificação dos níveis, como indicado no quadro abaixo.

NÍVEL	RMP (> 50 ANOS)	CLASSIFICAÇÃO
1º	> 75%	• países com desenvolvimento econômico satisfatório
2º	50% a 74%	• países que dispõem de uma organização de serviços de saúde básica
3º	25% a 49%	• países em desenvolvimento
4º	< 25%	• países subdesenvolvidos

Fonte: Adaptado a partir do Diagnóstico de Saúde de Oriximiná - PA elaborado pela U.F. Fluminense.

De acordo com a Tabela III.4.10, o município de Oriximiná apresentou, no período entre 1980 e 1990 índices que variaram entre 39,5% até 57%, situando-se pois entre o 3o e o 2o níveis. Nos últimos 4 anos, o índice tem se apresentado mais elevado, com uma pequena redução em 1990.

TABELA III.4.10

Mortalidade Proporcional, Segundo Grupo Etário - Oriximiná - PA 1980 - 1990

ANO	FAIXA ETÁRIA												TOTAL	
	1a		1-4a		5-19a		20-49a		+50a		IGNOR		nº	%
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%		
1980	40	24,4	23	14,0	07	4,3	38	17,1	65	39,6	01	0,6	164	100,0
1981	38	25,2	11	7,3	06	4,0	28	18,5	68	45,0	-	-	151	100,0
1982	50	29,8	12	7,1	07	4,2	15	8,9	83	49,4	01	0,6	168	100,0
1983	47	32,0	0,8	5,4	07	4,8	14	9,5	71	48,3	-	-	157	100,0
1984	51	32,5	16	10,2	08	5,1	20	12,7	62	39,5	-	-	147	100,0
1985	51	28,8	12	6,8	08	4,5	25	14,1	81	45,8	-	-	177	100,0
1986	80	36,9	18	8,3	05	2,3	23	10,6	91	41,9	-	-	217	100,0
1987	34	24,8	03	2,2	05	3,7	17	12,4	78	56,9	-	-	137	100,0
1988	34	20,6	05	3,0	06	3,6	25	15,2	94	57,0	01	0,6	165	100,0
1989*	43	24,4	12	1,2	0,5	2,8	37	21,0	88	50,0	01	0,6	176	100,0
1990	41	21,1	19	9,7	11	5,6	28	14,4	96	49,2	-	-	195	100,0

Fonte: Centro de Informação Unificado do Pará - SESPA

* Mapa de Apuração de Óbitos - FSESP (FNS - MS)

- Índice de Mortalidade Infantil Proporcional, mostra a proporção de óbitos de menores de 1 ano sobre o total de óbitos, conforme mostra a Tabela III.4.10. Em 1990, 21,1% dos óbitos totais aconteceram com crianças com menos de 1 ano de vida. Esse índice encontrado é considerado elevado, já que o padrão ideal situa-se em 3% do total de óbitos.

- Coeficiente de Mortalidade Infantil (CMI), apesar desse não ser um índice muito adequado em regiões onde o sub-registro, é considerado elevado, provocando uma distorção nos resultados esperados, esse indicador mostra quantas crianças morrem antes de completar 1 ano de idade, e tem como base a relação com os grupos de cada 1000 crianças nascidas vivas.

Esse índice em Oriximiná foi bastante elevado até 1986, apresentando, a partir daí, índices mais baixos, atingindo-se o valor de 48,0 por 1000 em 1990, encontrando-se uma faixa intermediária entre um índice baixo que seria <20,0 e muito alto >60,0 por mil nascidos vivos, como pode ser constatado na Tabela III.4.9. Não se pode esquecer, no entanto, a questão do sub-registro, que distorce em parte os índices apurados.

- Taxa de Mortalidade de Menores de 5 anos (TMM5), usado pela UNICEF, apresenta-se como um bom indicador, para medir níveis relacionados ao bem estar das crianças. Representa o número de óbitos de menores de 5 anos por 1000 nascidos vivos. Em função da abrangência etária considerada, a TMM-5 reflete a saúde nutricional, conhecimento das mães sobre a saúde, o nível de imunização, a disponibilidade de serviços de saúde materno infantil, a renda familiar, a disponibilidade de alimentos no lar, a disponibilidade de água potável e de saneamento básico e a segurança geral do ambiente da criança.

Para os pesquisadores da UFF, "o TMM-5 é o melhor indicador isolado de que dispomos para medir o desenvolvimento social, uma vez que a maioria dos fatores que expressa são tão indicativos do atendimento às necessidades essenciais de todos os seres humanos, quanto o são do bem estar das crianças em especial".

Os valores da TMM-5 adotados, em 1990, pela Organização Mundial de Saúde são os seguintes:

- maior que 140 = muito alta
- 71 a 140 = alta
- 21 a 70 = média
- 20 e inferior = baixa

A Tabela III.4.11, apresenta os valores da TMM-5 para o município de Oriximiná para o período entre 1980 e 1990. A título de comparação tem-se para o Brasil uma taxa em 1989 da ordem de 85, ou seja com uma TMM-5 alta pelos padrões da OMS.

Pela Tabela pode-se observar as oscilações nos valores obtidos ao longo do período considerado, indicando inclusive valores altos em 1980 e 1986, que mereceriam ser motivo de uma investigação mais profunda das autoridades de saúde.

TABELA III.4.11

**Taxa de Mortalidade de Menores de Cinco Anos (TMM-5)
Município de Oriximiná - 1991**

Ano	Óbito de Menor de 5 Anos	Nascidos Vivos	TMM - 5
1980	63	614	102,61
1981	49	701	69,90
1982	62	765	81,05
1983	55	781	70,42
1984	67	783	85,57
1985	63	874	72,08
1986	98	852	115,02
1987	37	860	43,02
1988	39	823	47,39
1989	45	926	48,60
1990 *	60	854	70,26

Fonte: Diagnóstico de Saúde. Oriximiná. PA. U.F. Fluminense 1991.

Para 1990, encontramos uma TMM-5 de 70,26 que se encontra entre as taxas média e alta. Além destes índices e taxas para caracterização do quadro de saúde no município, um outro parâmetro usado é a avaliação a partir dos grupos de causa de mortalidade e as morbidades de um modo geral.

Nos estudos realizados em 1990 pela Universidade Federal Fluminense levantou-se o chamado coeficiente de mortalidade por grupos de causa. No entanto, como ocorre em muitos municípios brasileiros, onde a ausência de médicos e de uma estrutura de saúde mais completa é comum, grande parte dos óbitos não são diagnosticados, ocorrendo grande número de casos como "causa mal definida", ou "sem assistência médica". Tais casos representam praticamente 50% dos óbitos no município de Oriximiná, ou seja 48,72% em 1990, como mostrado na Tabela III.4.12.

TABELA III.4.12

**Mortalidade e Coeficientes por Grupos de Causas
Município de Oriximiná - PA 1990**

Grupos de Causas (Doenças)	Nº de Óbitos	CMP (1)	CMC (2)
Infeciosas e Parasitárias	22	11,28 (22,0)	47,52
Aparelho Circulatório	23	11,80 (23,0)	49,68
Causas Externas	19	9,74 (19,0)	41,04
Afecções do Período Perinatal	10	5,13 (10,0)	21,60
Aparelhos Respiratórios	07	3,59 (10,0)	15,12
Outros	19	9,74 (19,0)	41,04
Sem Assistência Médica	95	48,72 -	-
Total	195	100,0 (199,0)	4,21

Fonte: Fundação SESP (Oriximiná - PA)

(1) Coeficiente de Mortalidade Proporcional

(2) Coeficiente de Mortalidade Geral por Causa

Pode-se constatar que as doenças infecciosas e parasitárias e o grupo das doenças do aparelho circulatório são as duas principais causas, no conjunto com 45.0% dos óbitos diagnosticados. No primeiro grupo, os casos mais comuns são de gastroenterite, malária e tuberculose; e no segundo grupo, a hipertensão arterial, isolada ou associada a insuficiência cardíaca, AVC e infarto agudo do miocárdio.

No grupo das chamadas causas externas foram diagnosticados o afogamento e a intoxicação exógena como principais causas, seguidas pelo atropelamento e acidente de trabalho. No quarto grupo, doenças do aparelho respiratório, a principal é a pneumonia. E no grupo das outras causas encontram-se a diabetes, alcoolismo, neoplasia, hemorragia digestiva, entre outras.

Não foi possível obter dados isolados para a área de influência direta do empreendimento, no entanto, duas informações puderam ser levantadas. A primeira diz respeito aos casos de malária levantados entre janeiro e outubro de 1993, para alguns povoados e comunidades localizadas na área. Foram encontradas positividade para malária em 5 pessoas: 1 em Ajudante, 2 no Moura e 2 em Boa Vista, conforme levantamento realizado pela Fundação Nacional de Saúde.

A segunda informação diz respeito a um estudo realizado com empregados e cônjuges, pela MRN, para avaliar níveis de riscos para a saúde. Os estudos mostraram que o stress emocional, associado a outros fatores como o hábito de fumar e beber, vida sedentária, hipertensão arterial, são elevados. A primeira vista, esse quadro está associado a própria localização da empresa e da vila em relação a outras cidades, existindo como um grupamento isolado do resto do país. Esse diagnóstico deu origem a um programa de qualidade de vida na empresa, visando reverter o quadro existente.

4.6.3.2 - Recursos Materiais e Humanos

Considerando a extensão territorial e a dispersão da população na zona rural, pode-se dizer que o município de Oriximiná tem uma rede estruturada de atendimento à saúde, apesar da má distribuição dos recursos humanos e materiais, que são concentrados em Porto Trombetas e privativo da Mineração Rio do Norte. A rede hospitalar e ambulatorial e postos de saúde existentes mostram a seguinte situação:

Hospital Municipal São Domingos Sávio - É o único hospital público do município, sendo administrado pela Associação de Proteção à Maternidade e Infância e pela Universidade Federal Fluminense. Possui 12 leitos, unidade cirúrgica com sala de parto e sala de cirurgia, diversos consultórios e salas para pequenas cirurgias e pronto socorro, distribuídas em 700 m² de área construída. Desde o final de 1992, apenas 2 médicos e 3 enfermeiros se revezam no atendimento. devido a falta de recursos para a vinda de médicos da UFF que atuavam no local.

Hospital de Cachoeira Porteira - É uma unidade hospitalar mista, de propriedade da Eletronorte e Andrade Gutierrez. Possui boas instalações prediais, porém encontra-se praticamente desativado devido a paralização da obra da UHE de Cachoeira Porteira.

Hospital Porto Trombetas - Construído e mantido pela Mineração Rio do Norte e operado pela empresa Logos-Pró-Saúde. Possui boas instalações físicas, com 36 leitos, 1 ambulatório no próprio hospital e outro próximo ao porto. Está dotado de centro cirúrgico, UTI, berçário, RX, laboratório de análises clínicas, sala de fisioterapia, clínica psicológica, 3 gabinetes dentários, ultrasonografia, e um quadro médico com 11 profissionais permanentes (3 obstetras, 2 cirurgiões, 1 ortopedista, 2 anestesistas, 2 pediatras e 1 cardiologista), além de otorrino e oftalmologista que atendem uma semana a cada mês.

Unidade Mista da Fundação Nacional de Saúde - Localizada na sede do município, com boas instalações físicas e várias salas, inclusive com RX, centro cirúrgico, setor de internações, conta com 3 médicos. Posto de Saúde da SESPA, com boas instalações físicas, várias salas, consultório médico e dentário, porém ocioso por falta de profissionais de saúde. E ainda mais dois postos de saúde na sede e 25 postos na zona rural, onde atuam os diversos agentes de saúde.

Na área de influência direta do empreendimento, além da estrutura montada pela MRN, existem alguns agentes de saúde nas comunidades próximas, porém com atendimento muito precário, em função, principalmente, da falta de apoio da mineração. Essa questão foi apresentada como a principal queixa das comunidades em relação à MRN, pois até 1992, a empresa atendia consultas e fornecia remédios para as pessoas carentes da comunidade. A partir desta época, os serviços foram limitados, atendendo apenas os casos mais graves e não fornecendo mais remédios.

4.7 - Estrutura Produtiva e de Serviços

O município de Oriximiná, até meados da década de 70, tinha sua economia fundamentada basicamente no extrativismo, na agricultura de subsistência e na pecuária extensiva e de pequena escala. A implantação e operação da Mineração Rio Norte alterou de forma significativa o peso da economia do município em relação ao Estado do Pará, sem contudo funcionar como uma alavancagem para o incremento de estruturas produtiva e de serviços no município. Isto porque o projeto de MRN produziu seus efeitos de duas maneiras distintas: por um lado os benefícios sociais ocorreram de forma restrita ao núcleo de seus empregados diretos e indiretos concentrados em Porto Trombetas, que gozam de um elevado padrão de vida, mantido por um modelo que privilegia o comércio, a indústria e os serviços de outras regiões do país. Com poucas exceções, praticamente tudo que se consome em Porto Trombetas vem diretamente dos grandes centros do sudeste; por outro lado os efeitos decorrentes de royalties do minério extraído e dos impostos pela circulação do minério não se fazem sentir na economia, já que são utilizados na sua quase totalidade para manutenção da folha de

Extração da Madeira

Uma das principais riquezas naturais do município é ainda um recurso pouco explorado, principalmente sob o aspecto do beneficiamento da madeira. As espécies madeiras mais exploradas são o jatobá, guariúba, itaúba, marupá, aroeira, angelim, amapá, maçaranduba, entre outras. Após a extração, praticamente toda a madeira é exportada para Belém, em tora, onde é beneficiada nas serrarias locais, saindo para o mercado externo, com um valor agregado bem mais elevado. Segundo as estimativas locais, a produção em Oriximiná é de 1.350 m³ de madeira serrada e 24.000 m³ de madeira em tora. A madeira serrada, nas duas serrarias, é consumida nos estaleiros locais para construção e reforma de barcos e na pequena indústria de móveis.

Extração de Castanha do Pará

Estimada em 50.000 hectolitros/ano, em 1989, a castanha é praticamente toda exportada para Belém, Óbidos e Manaus, onde é beneficiada em usinas locais para exportação. Em 1988 foi implantada uma usina na cidade, porém devido aos elevados custos e o pequeno capital disponível, ela quase não opera. A comercialização é feita por intermediários que recolhem a produção nas principais áreas de extração. A intensa fiscalização do IBAMA sobre as unidades de conservação impedindo a extração de castanha foi apontada pelas comunidades da área de influência direta do empreendimento, como um dos principais problemas da economia local, afetando a vida das famílias.

Agricultura

Toda ela de subsistência e praticada de forma primitiva, sem nenhuma pesquisa de solo, controle de qualidade das sementes e sem utilização de corretivos e fertilizantes. As mais importantes plantações são milho, arroz, feijão e a de mandioca, sendo esta a que ocupa a maior área plantada e permite um excedente que é comercializado na forma de farinha em Manaus, Santarém e em Porto Trombetas. A Tabela III.4.14, mostra as principais produtos, área plantada e produtividade segundo dados de 1988 do IBGE.

TABELA III.4.14

**Principais Produtos Cultivados
Município de Oriximiná - PA - 1988**

Produtos	Área Cultivadas (ha)	Produtividade (Kg/ha)	Volume Produzido (t)
mandioca	1.700	10.000	17.000
arroz	300	600	180
milho	500	700	350
feijão	90	300	27
banana	700	100 cachos/ha	700.000 cachos

Fonte: Censo Econômico do IBGE, 1988

As principais regiões produtoras do município são o lago da Sapucuá, que produz a farinha de mandioca, o rio Cachoery e o Igarapé dos Currais, com o plantio do milho e a produção do fubá, e a estrada do BEC (BR-163) que produz arroz, milho, feijão e banana. Segundo técnicos da Secretaria Municipal de Agricultura, a chegada de nordestinos está introduzindo novos hábitos alimentares na região (arroz, feijão e milho), cuja produção não é suficiente para o consumo.

A implantação da MRN, em Porto Trombetas, trouxe consigo populações significativas do sudeste, acostumada a um padrão alimentar bem diferente da região, exigindo um esforço muito grande para suprir tais necessidades, principalmente de hortifrutigrangeiros. Várias tentativas foram feitas na região para incentivar essa produção, no entanto diversos produtos ainda vem do CEAGESP (São Paulo) para atender ao consumo dos restaurantes industriais e do supermercado de Porto Trombetas. Atualmente apenas 1 produtor conseguiu implantar com sucesso a produção de hortaliças, frutas e alguns legumes, suprindo em 100% o consumo de alface, cebolinha, quentro, melancia, abacaxi, abóbora, e parcialmente de outros produtos como couve, espinafre, agrião etc.

Apesar de consumir frutas regionais como o maracujá, cupuaçu, taperibá, murici, graviola, a GR do Brasil, empresa responsável pelo abastecimento e alimentação em Porto Trombetas, compra os produtos em Santarém, pois em Oriximiná a produção não é frequente.

Pesca

Apesar de não ter grande importância no setor produtivo, a pesca de subsistência é a principal fonte alimentar da população do município. As formas primitivas de pesca que utilizam a malhadeira, a tarrafa, o arpão e o espinhel, associados a inexistência de uma estrutura de conservação do pescado, contribuem para essa situação. As principais áreas de pesca são o rio Trombetas e os lagos do Parú, Sapucuá e Ururiá, e as espécies mais pescadas são o Dourado, Filhote, Pacu, Piramutaba, Pirapetinga, Tambaqui e Tucunaré. A GR do Brasil em Porto Trombetas estima uma necessidade de consumo mensal de peixe em 6 toneladas, mas consegue comprar apenas 4 toneladas no município.

Essa incipiente estrutura produtiva observada em Oriximiná é resultado de vários fatores culturais, técnicos, políticos e econômicos, que impedem a existência de uma estruturação mais adequada a realidade regional e ao potencial econômico existente. Romper com a mentalidade cultural meramente extrativista, o aparelhamento da assistência técnica às populações rurais, o incentivo a criação de cooperativas, seriam passos importantes para, junto com a boa arrecadação de royalties e impostos melhorar a economia local.

Na sede do município existem 3 agências bancárias, Banco do Brasil, Banpará e Banco da Amazônia, que são consideradas deficitárias pelo Banco Central, que exige o fechamento das mesmas. No núcleo

de Porto Trombetas existe uma agência do Banco do Brasil e outra do Bradesco, que atendem com exclusividade os moradores do local.

4.8 - Organização Social

O município de Oriximiná, considerando a grande dispersão da metade da população na zona rural e a concentração da outra metade na área urbana, ainda possui uma significativa organização social, representada por associações, sindicatos e outras entidades. São ao todo 10 associações, 5 sindicatos e 5 comissões ligadas as pastorais de Igreja Católica, conforme listagem a seguir:

- Associações
 - Associação Comercial de Oriximiná;
 - Associação de Proteção a Pecuária;
 - Associação de Proteção a Maternidade e a Infância de Oriximiná;
 - Associação de Projetos Comunitários;
 - Associação dos Moradores de Santa Terezinha;
 - Associação dos Pequenos Agricultores;
 - Associação dos Remanescentes dos Quilombos do Município de Oriximiná;
 - Movimento de Mulheres de Oriximiná.
- Sindicatos
 - Sindicato dos Trabalhadores na Indústria da Construção Civil;
 - Sindicato de Estivadores e Arrumadores do Porto;
 - Sindicato dos Trabalhadores das Indústrias de Minerais Não Ferrosos de Oriximiná;
 - Sindicato dos Trabalhadores Rurais;
 - Sindicato dos Condutores de Veículos;
- Movimentos ligados a Igreja,
 - Pastoral do Setor Saúde;
 - Pastoral da Terra;
 - Pastoral da Juventude;
 - Pastoral dos Direitos Humanos;
 - Pastoral do Meio ambiente.

Pelas características de cada uma dessas organizações sabe-se de antemão que não existem pontos de convergência entre a maioria delas, no sentido de caracterizar uma força social maior em torno de algum objetivo comum. Sobre este aspecto chama-se a atenção para o caráter catalizador que pode ser exercido pela Unidade Avançada José Veríssimo, da Universidade Federal Fluminense. O conhecimento técnico e da realidade local, associada a credibilidade e o interesse da sua direção.

podem ser o ponto de convergência para uma organização mais efetiva da comunidade urbana de Oriximiná.

Segundo informações obtidas na Unidade Avançada, a entidade mais organizada é a Igreja Católica, através dos dois sacerdotes que atuam no município, Padre José e Padre Manoel, ambos com forte vinculação ideológica com o Partido dos Trabalhadores. A atuação deles é feita através das comissões pastorais, com destaque para o Pastoral da Saúde e Pastoral da Criança. No entanto, a presença da Igreja Católica esta também na origem de quase todas as outras associações.

As organizações de bairros tem sua atenção restrita apenas aos locais onde atuam e as especificidades como falta d'água, lixo etc., não existindo pontos de convergência entre elas, pelo contrário, existe inclusive brigas pelo poder.

Dos sindicatos, o mais organizado é o dos trabalhadores rurais, que tem uma visão mais ampla da realidade, não se prendendo apenas à sua área restrita de atuação. Possui um quadro de associados grande e tem formas de comunicação rápida com as diversas comunidades rurais, mantendo-as atualizadas sobre os acontecimentos. O Sindicato dos Trabalhadores Rurais é filiado a Central Única dos Trabalhadores.

Com o apoio da direção da Unidade Avançada foi possível manter contato com duas das organizações populares não-governamentais do município, que de alguma forma estão associados ao movimento ambientalista e tem seu âmbito de atuação também na área de influência direta do empreendimento. São elas a Associação dos Remanescentes de Quilombos e a Associação de Projetos Comunitários.

A Associação dos Remanescentes de Quilombos congrega 19 das 26 comunidades negras existentes no município de Oriximiná. O trabalho da associação tem sido o de procurar conscientizar a sociedade para a situação e os direitos dos negros, tendo em vista que a atuação das indústrias e do Governo Federal afetam as comunidades. Neste sentido, por exemplo, a implantação das unidades de conservação, como a Floresta Nacional Saracá-Taquera e a Reserva Biológica do Rio Trombetas e ainda o projeto da UHE de Cachoeira Porteira contribuem para limitar a sobrevivência das comunidades. Todas estas áreas estão localizadas em terras reivindicadas como sendo dos remanescentes do quilombos, as quais exigem que sejam demarcadas, como assegura a Constituição Federal de 1988.

Na visão das lideranças da associação, a Mineração Rio do Norte contribuiu para mudar o sistema de vida da região, pois antes a população vivia apenas do extrativismo. A chegada da empresa alterou as relações de trabalhos existentes através do vínculo empregatício, salários, assistência médica, etc, fazendo com que muitas pessoas abandonassem suas áreas de origem em busca de emprego. Como não

são feitas contratações freqüentes, as pessoas quando voltam a seus locais de origem encontram outros donos nos castanhais.

Ainda em relação aos remanescentes de quilombos, pode-se afirmar que os grupos são geralmente muito fechados e desconfiados. Os negros mais velhos ainda guardam as tradições dos quilombos, mas os mais jovens tendem a se descaracterizar rapidamente, pois querem ter valores mais compatíveis com a realidade. São politizados em nível de associação, chegando a ser radicais, mas na prática são pouco operantes, pois dependem de ajuda (recursos) para todas as suas atividades.

Das comunidades negras, a única que se encontra na área de influência direta de Porto Trombetas é a comunidade de Boa Vista, que mantém relações com a MRN. Na entrevista com uma de suas lideranças não apresentou queixas em relação aos problemas ambientais da empresa, mas fez críticas a política social que eliminou benefícios concedidos no passado.

A outra entidade que atua na área de influência direta é a Associação de Projetos Comunitários, que existe desde 1989 e tem sua atuação direcionada à defesa do meio ambiente local, possuindo inclusive articulação regional e nacional. Na região estão ligados ao G.D.A - Grupo de Defesa da Amazônia, que funciona como secretaria-executiva do G.T.A- Grupo de Trabalhos Amazônicos, que tem sede em Brasília. A sede regional fica em Santarém, e atua no Baixo Amazonas.

O principal trabalho desenvolvido até agora pela associação foi a elaboração de um documentário em vídeo e fotos sobre a situação ambiental nas proximidades da MRN. A primeira preocupação era o lago Batata, mas com a solução do problema, passaram a atuar sobre a poluição das águas no Igarapé Saracá, que estavam recebendo rejeitos da lavagem das correias transportadoras.

4.9 - Aspectos Relacionados ao Patrimônio Cultural e Arqueológico

No município de Oriximiná os aspectos relacionados ao Patrimônio Natural, Cultural e Arqueológico tem um importância significativa em decorrência das próprias características ecológicas regionais que levavam à criação de pelo menos duas grandes unidades de conservação, o Floresta Nacional Saracá-Taquera e a Reserva Ecológica do Rio Trombetas, além de inúmeras outras áreas de preservação permanente asseguradas por lei. Além dessas áreas existem reservas indígenas, as áreas dos antigos Quilombos reivindicadas para serem demarcadas como reza a Constituição Federal de 1988, e ainda expressivos sítios arqueológicos cujas pesquisas indicam a existência de culturas amazônicas pré-colombianas, possivelmente de até 2.500 anos.

Sobre as áreas da Floresta Nacional Saracá-Taquera e da Reserva Biológica do Rio Trombetas, deve-se ressaltar a importância antrópica que assumem devido à proibição para a prática do extrativismo, principalmente da castanha do pará. Na visão dos moradores entrevistados, estas são as áreas de melhor potencial em toda região e a fiscalização do IBAMA restringe todas essas atividades.

As áreas de reservas indígenas, principalmente a dos índios Mapuera, estão bem distantes das áreas de influência, localizando-se nas imediações de Cachoeira Porteira. As áreas reivindicadas pelos negros remanescentes dos Quilombos totalizavam 26 comunidades no município de Oriximiná; dessas, apenas o povoado de Boa Vista está na área de influência direta. Segundo um dos líderes da comunidade negra, a Reserva Biológica do Rio Trombetas é uma dessas áreas reivindicadas como pertencente aos remanescentes de Quilombos.

Quanto aos sítios arqueológicos, pesquisas vem sendo realizadas desde a década de 50 contemplando a região de Óbidos, Oriximiná, lago Sapucá, Terra Santa e rio Nhamundá. Mais especificamente na área de influência do empreendimento, o Museu Paraense Emílio Goeldi firmou convênio com a MRN em 1983 para ampliar e aprofundar o conhecimento sobre as antigas populações indígenas do rio Trombetas, particularmente nas proximidades da lavra de bauxita. Foram realizados 3 levantamentos de campo e localizados e parcialmente pesquisados 47 sítios arqueológicos na área de Porto Trombetas, lago Batata e serra do Saracá.

Segundo o relatório elaborado pelo Prof. Klaus Hilbert em 1990, estes sítios arqueológicos são caracterizados pela ocorrência de "terra preta antropológica", que é um indicador de ocupação humana em um território. A terra preta é o resultado do acúmulo de matéria orgânica transformada ao longo tempo. Caracteriza-se ainda os sítios os restos de cerâmica e material lítico como machados, martelos, objetos ponteados lascados e polidos.

Estudos preliminares e o número de sítios arqueológicos encontrados indicam uma intensa ocupação e povoamento pré-histórico, marcado por uma grande capacidade adaptativa aos recursos e condições naturais da região que podem indicar o desenvolvimento de uma cultura mais complexa. Um bom indicador cultural é dado pela qualidade, refinamento estilístico da cerâmica do Trombetas, conhecida como cerâmica Conduri, denominação originada da tribo de mesmo nome que habitava a região.

Os levantamentos e estudos preliminares elaborados pelos técnicos do Museu Paraense Emílio Goeldi e pelo Prof Klaus Hilbert da PUC/RS indicam a necessidade de realizar um salvamento arqueológico na região, particularmente nas áreas lavráveis para extração de bauxita.

IV. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

1 - IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS

Para se avaliar o impacto ambiental de uma forma objetiva, este estudo propõe uma metodologia que consiste basicamente em três etapas. A primeira é a identificação das atividades minerárias do Projeto Trombetas (expansão Saracá III e Papagaio), e dos fatores ambientais, tal como ocorrem na área de influência do empreendimento. A segunda etapa consiste na correlação entre as atividades e os parâmetros do sistema ambiental identificados na etapa anterior. Essas correlações possibilitam determinar as relações de causa e efeito, entre cada uma das ações do empreendimento e cada um dos fatores ambientais, com a indicação das ações do empreendimento que mais afetam o sistema ambiental, bem como quais os parâmetros mais afetados por estas atividades. A terceira etapa visa, então, avaliar os impactos ambientais do conjunto de atividades sobre cada parâmetro ambiental.

A avaliação do impacto ambiental é importante na medida que permite um exame abrangente do empreendimento, bem como possibilita a proposição de medidas mitigadoras para reduzir os efeitos ambientais identificados. A metodologia descrita acima é apresentada na Figura IV.1.1.

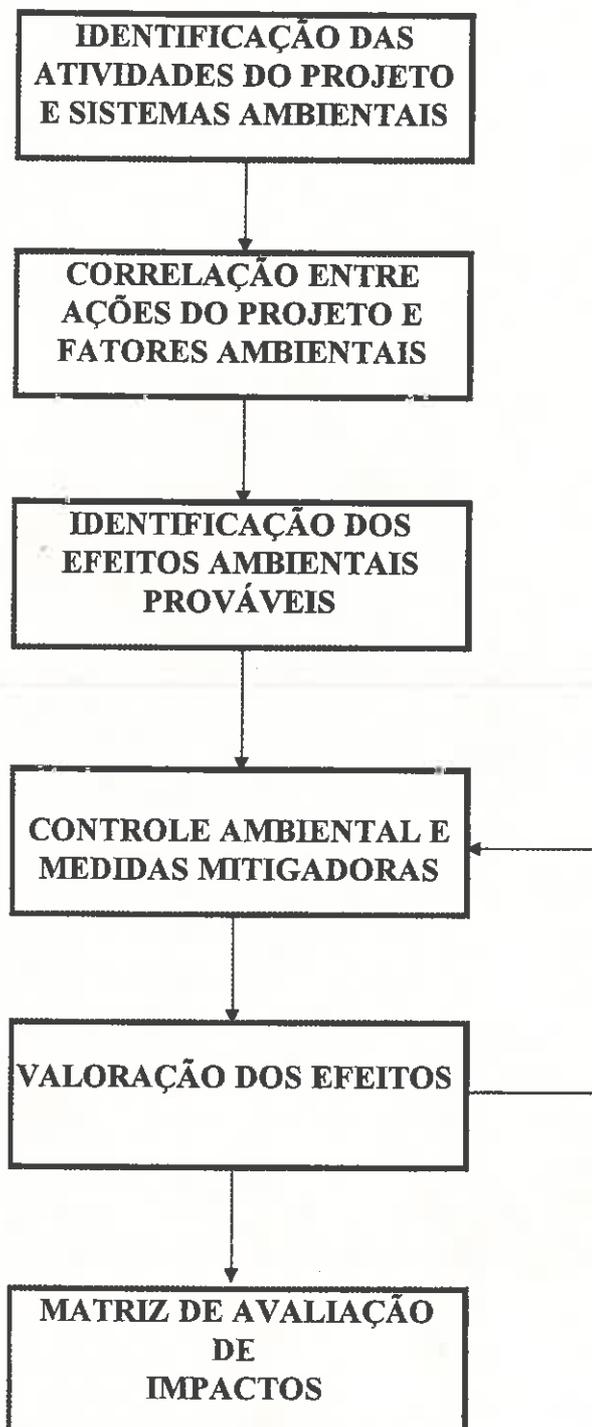
Este procedimento, adotado para avaliação dos impactos ambientais é apresentado em forma matricial, na Figura IV.1.2., que permite traduzir para uma linguagem gráfica a síntese dos estudos realizados. A matriz apresentada abrange os componentes das ações de projeto e dos fatores ambientais, bem como os critérios de valorização dos efeitos, utilizando métodos gráficos para facilitar a interpretação e exprimir com clareza a importância dos efeitos e/ou impactos produzidos.

1.1 - Ações do Empreendimento

Constituindo-se, o impacto ambiental, no resultado de uma cadeia de efeitos gerados por uma ação ou atividade antrópica, conclui-se, de imediato, que sua avaliação depende, conseqüentemente, do conhecimento do empreendimento, de sua área de localização e dos processos produtivos. Neste sentido, foram identificadas as atividades do projeto potencialmente degradadoras do meio ambiente, nas fases de implantação, operação e desativação do empreendimento. Para que essa análise fosse abrangente e sistematizada, as atividades do projeto foram agrupadas nos seguintes itens:

FIGURA IV.1.1

METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL



A) Lavra

- **Implantação**
 - Abertura de estradas e acessos
 - Remoção de cobertura vegetal
 - Remoção e estocagem do solo orgânico
 - Equipamentos de controle ambiental

- **Operação**
 - Operação de desmonte
 - Operação de transporte
 - Deposição de estéril
 - Diques de contenção

- **Desativação**
 - Estradas e acessos
 - Operações de lavra
 - Depósito de estéril e diques de contenção

B) Beneficiamento

- **Implantação**
 - Terraplenagem
 - Montagem de equipamentos
 - Construção de edificações

- **Operação**
 - Operações de britagem e peneiramento
 - Operações de beneficiamento e recuperação Reservatórios de emergência
 - Deposição de rejeito
 - Armazenamento e estocagem de insumos
 - Transporte e expedição Atividades administrativas e de serviços

- **Desativação**
 - Equipamentos industriais e edificações
 - Reservatórios e depósitos de rejeito

1.2 - Fatores Ambientais

Os parâmetros ambientais da matriz de avaliação de impactos foram escolhidos em função dos efeitos provocados pelas atividades do empreendimento, bem como as características dos componentes do sistema ambiental da região. Desta forma, para efeito de análise e elaboração da matriz, foram identificados os seguintes fatores ambientais.

A) Meio Físico

- Ar
 - gases
 - material particulado
- Água
 - físico
 - químico
 - biológico
- Solo
 - características físicas
 - características químicas
- Relevo
 - interflúvio
 - encosta
 - vale

B) Meio Biológico

- Fauna
 - insetos
 - anfíbios
 - répteis
 - aves
 - mamíferos
- Flora
 - vegetação terrestre

C) Meio Antrópico

- Nível de Vida
 - assentamentos humanos
 - educação
 - estrutura produtiva
 - saúde
 - dinâmica populacional

- Uso e Ocupação do Solo
 - urbanização
 - extração mineral
 - patrimônio natural, cultural e arqueológico
 - agro-pecuária
 - silvicultura
 - uso da água

1.3 - Atributos e Características dos Impactos

Os procedimentos para a avaliação de impactos ambientais devem ser conduzidos numa perspectiva sistêmica, de modo a contemplar a rede de interações estabelecida entre os diferentes fatores ambientais, uma vez que uma ação do empreendimento que afeta de forma direta a um componente logicamente afetará a outros, interferindo sobre todo o conjunto do sistema, afetando não só a sua estrutura como também seu funcionamento e organização.

De acordo com GÓMEZ OREA (1978), a forma matricial de expressão dos impactos permite contemplar a abrangência dos efeitos produzidos por uma ação de projeto, uma vez que permite abordar todos os componentes e os processos do ecossistema atingido pelas ações do empreendimento. E não obstante as dificuldades para a avaliação quantitativa dos impactos, o uso da matriz é útil pela identificação dos aspectos sobre os quais pode ter incidência uma dada ação, e muito mais por permitir sua descrição sistemática e mostrar sua importância relativa, ainda que não se chegue a uma pontuação.

Nesta perspectiva, foi adotada a sistemática de Avaliação de Impacto Ambiental - AIA, apresentada por SORENSEM (Metodologias de Avaliação de Impacto Ambiental - FEEMA, sem data), com a finalidade de sistematizar a análise dos efeitos produzidos por uma ação do empreendimento sobre cada componente ambiental e, também, apresentar os resultados dessa análise de forma sintética adequada ao público e aos responsáveis pela avaliação do EIA/RIMA.

Considerando-se que a avaliação dos impactos ambientais depende principalmente do meio em que ocorrem, é necessário definir o que representa efetivamente um impacto; de tal forma que os limites de sua abrangência tenham como referencial a sociedade.

GÓMEZ OREA (1978) define impacto como uma troca de valor do meio ou de algum de seus elementos como consequência da reação ou o tipo de resposta do mesmo ante influências externas. Contudo, MUNN (1979) enfatiza que os parâmetros para determinação, quantificação e qualificação dos impactos ambientais devem ter sempre como base os efeitos benéficos e adversos sobre as populações. SORENSEM (op. cit.), entretanto, estabeleceu uma nítida diferença entre efeitos e impactos sobre o meio ambiente, atribuindo o termo impacto somente às consequências das ações do empreendimento sobre a sociedade.

Assim sendo, considerou-se que:

- os parâmetros para determinação, quantificação e qualificação dos impactos ambientais tem como referencial a saúde, a segurança e o bem-estar das populações;
- os impactos ambientais deverão ser valorados quanto à natureza e atributos que caracterizam a sequência de efeitos, que poderiam provocar o impacto.

Desta forma, os critérios de valoração de efeitos ambientais a serem adotados são aqueles apresentados no manual de Procedimentos de Avaliação de Impacto Ambiental elaborado pela FEEMA (1987), a partir de nomenclatura adotada por MUNN (1979), definidos a seguir:

Atributos:

- magnitude - grandeza de um efeito em termos absolutos, medida da alteração no valor de um fator ou parâmetro ambiental em termos quantitativos e qualitativos.
- importância - ponderação do grau de significância de um efeito em relação ao fator ambiental afetado e a outros efeitos.

No estudo das ações sobre o ambiente observa-se ainda que os impactos assumem as seguintes características, a saber.

- características, de valor:

- impacto positivo ou benéfico, quando uma ação resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental;
- impacto negativo ou adverso, quando a ação resulta em um dano à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental.

- características de ordem:

- impacto direto, quando resulta de uma simples relação de causa e efeito; também chamado impacto de primeira ordem ou primário;
- impacto indireto, quando é uma reação secundária em relação à ação, ou quando é parte de uma cadeia de reações.

- características espaciais:

- impacto local, quando a ação afeta apenas o próprio sítio e suas imediações;
- impacto regional, quando um efeito se propaga por uma área além das imediações do sítio onde se dá a ação;
- impacto estratégico, quando é afetado um componente ambiental de importância nacional ou de uma grande região.

- características temporais ou dinâmicas:

- impacto imediato, quando o efeito surge no instante em que se dá a ação;
- impacto a médio ou longo prazo, quando o efeito se manifesta depois de decorrido um certo tempo após a ação;
- impacto temporário, quando o efeito permanece por um tempo determinado, após a execução da ação;
- impacto permanente, quando, uma vez executada a ação, os efeitos se manifestam por um tempo desconhecido.

- características de reversão:

- impacto reversível, quando após executada a ação, o fator ambiental volta às condições próximas às anteriores, seja de forma natural ou pela intervenção humana;
- impacto irreversível, quando a ação provoca um dano sobre o fator ambiental com nenhuma ou pouca possibilidade de recuperação.

Cumprе ressaltar que os efeitos ambientais identificados são valorados considerando-se, além dos critérios estabelecidos acima, a implantação das medidas mitigadoras propostas, listadas na Figura IV.1.2., para atenuação dos efeitos correspondentes às intervenções do empreendimento sobre os fatores ambientais. Dessa forma, a referida figura expressa a grandeza dos efeitos produzidos, considerando-se a aplicação de controle ambiental nas fases de implantação, operação e desativação do empreendimento, constituindo-se, portanto, num prognóstico das condições do meio ambiente na área de influência da expansão do Projeto Trombetas

Além destas características, é avaliada a propriedade de cada um dos efeitos ser reversível, ou irreversível, mesmo diante da aplicação de medidas mitigadoras ou da implantação de medidas de controle ou de reabilitação ambiental.

Por se tratar de uma expansão, o processo de avaliação dos impactos ambientais e a proposição de medidas mitigadoras fica facilitado pela experiência obtida ao longo da implantação e operação do empreendimento, iniciado em 1974 e 1979, respectivamente. Esse período permitiu a identificação e um melhor conhecimento sobre os efeitos dos processos de ocupação da MRN na área afetada, o que possibilita uma maior capacidade para avaliar e mitigar os impactos ambientais da expansão do Projeto Trombetas na áreas de Saracá III e Papagaio.

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE OS EFEITOS AMBIENTAIS DA MRN

As atividades relacionadas à produção de bauxita pela Mineração Rio do Norte em Porto Trombetas, abordadas na ótica de avaliação de impactos ambientais, exige considerações a respeito do empreendimento que envolvem o estágio atual das ações em execução, as intervenções já praticadas desde a implantação da mineração e, principalmente, no caso deste relatório, as ações previstas pelo plano de expansão da mina.

O Projeto Trombetas, implantado em 1974 e operando a partir de 1979 foi responsável por uma variada lista de efeitos e impactos ambientais sobre os meios físico e biológico, principalmente, já que a região era praticamente virgem, mas também sobre o meio antrópico, uma vez que provocou influência sobre as comunidades negras remanescentes de quilombos que habitavam as imediações de Porto Trombetas, além das repercussões ao nível das relações sócio-econômicas regionais.

A maior parte dos impactos ambientais, no entanto, é inerente à própria atividade de mineração a céu aberto e, no caso do Projeto Trombetas, extensivos também à própria condição de projeto pioneiro na Amazônia, que exigiu todo um complexo baseado no trinômio mina-ferrovia-porto, além de toda a infra-estrutura de apoio operacional consubstanciada pela vila residencial de Porto Trombetas.

O complexo mineiro-industrial e de expedição de produtos assume em cada uma de suas unidades básicas ações de natureza impactante ao tempo de sua implantação e atualmente ao longo de sua operação. A mina, a rodo-ferrovia, o porto, as instalações de beneficiamento e de apoio operacional, a usina termoelétrica e a vila residencial, cada uma, provocou impactos específicos, conforme a natureza intrínseca a cada atividade, durante a fase de implantação e diferentes impactos durante a fase de operação.

A vila de Porto Trombetas num primeiro momento causou radical transformação do tipo de uso e ocupação do solo anteriormente dominado pela floresta densa; a urbanização constitui o estágio extremo de derivação das condições naturais originais que o homem provoca ao construir o principal habitat das sociedades humanas modernas - a cidade. A vida urbana gera efluentes líquidos e resíduos sólidos em volumes que acarretam impactos ambientais importantes.

No passado, os esgotos sanitários eram lançados "in natura" diretamente no rio Trombetas, o que não chegava a provocar poluição generalizada do curso d'água devido à pequena carga lançada e ao grande volume de vazão do rio. Entretanto, hoje os esgotos sanitários da maior parte da vila de Porto Trombetas são tratados antes do lançamento no rio. Os setores não interligados à ETE possuem sistemas de disposição em fossas sépticas ou em cones "Imhoff".

Os resíduos sólidos urbanos são dispostos em local afastado da vila residencial, sendo enterrados em valas paralelas abertas sucessivamente em áreas que futuramente serão reabilitadas. A MRN já iniciou programa de coleta seletiva de lixo, visando otimizar a disposição final dos resíduos, a reciclagem de materiais e a redução do volume de material lançado no aterro.

As unidades industriais situadas junto à vila são constituídas hoje pelo descarregamento de vagões, as instalações de secagem, oficinas e a usina termoelétrica que gera toda energia necessária ao empreendimento como um todo. Nestas unidades, os principais efeitos ambientais são as emissões atmosféricas de gases, material particulado e ruídos, além de geração de efluentes líquidos oleosos e finos de bauxita.

No passado, junto à unidade de secagem operava também o sistema de lavagem do minério, cujo rejeito era lançado como efluente líquido na drenagem do igarapé Caraná depositando-se no lago Batata. O rejeito constituído por sedimento argiloso vermelho assoreou o canal de drenagem do igarapé e, pelo volume lançado, colmatou grande volume na porção noroeste do lago Batata. Este foi o efeito ambiental de importância mais elevada provocado pelo empreendimento, cuja causa cessou quando da mudança no processo de disposição de rejeitos, mas consiste hoje no maior passivo ambiental da empresa, que vem saldando-o mediante intensos trabalhos de reabilitação das áreas atingidas do lago.

A alteração no processo de disposição de rejeitos da lavagem do minério a partir da transferência da unidade para a área da mina no platô Saracá representou solução de enormes benefícios ambientais em relação ao processo anteriormente adotado. Evitou-se o lançamento do rejeito na drenagem incorporando-o ao estéril da mina e reabilitando-se a topografia do platô nas áreas lavradas.

Não obstante a reabilitação do relevo com uma solução ótima para a disposição do rejeito, resta à MRN mais um instigante desafio - recuperar o solo a partir do substrato extremamente argiloso formado pela superfície dos reservatórios de rejeito desmobilizados, para também promover a recuperação da cobertura vegetal e restaurar a atividade biológica nas áreas reabilitadas.

A rodo-ferrovia, que liga a mina à unidade de secagem e ao porto com uma extensão de 30 Km, também concorreu para provocar importantes efeitos ambientais, notadamente sobre a vegetação de galeria dos diversos igarapés, cujos vales foram transpostos no percurso, provocando represamento das águas à montante da estrada e alterações no regime hidrológico e assoreamento, decorrente de processos erosivos, à jusante, culminando com a morte da vegetação marginal em grandes extensões ao longo de diversos igarapés.

No porto, os principais efeitos adversos estão relacionados ao carregamento de finos de bauxita para o rio Trombetas durante as operações de carregamento de navios, com material precipitado da correia transportadora e do "ship-loader", uma vez que os navios que atracam no porto seguem normas rigorosas de controle ambiental fiscalizadas diretamente pela Capitania dos Portos e pelo IBAMA em Porto Trombetas.

A diversidade de efeitos ambientais provocados por um empreendimento que reúne atividades múltiplas para um único fim como a do Projeto Trombetas exige da estrutura operacional e administrativa da MRN estratégias de ação planejada, atualmente sob a conduta do programa de qualidade total implantado pela empresa, que traduzem as diretrizes básicas de sua política gerencial.

Orientadas por estes pressupostos as ações da MRN para o desenvolvimento de seu objetivo específico que é a produção de bauxita, percorrem antes intensas discussões de avaliação entre os setores envolvidos para que as decisões sejam sempre tomadas visando o menor impacto ambiental possível, cujos efeitos possam ser controlados e revertidos.

Nesse sentido, há preocupação permanente com a qualidade ambiental na área de influência do projeto e com a qualidade de vida da população de Porto Trombetas; e independentemente do projeto estar inserido numa unidade de conservação - a Floresta Nacional Saracá-Taquera, as medidas de controle, reabilitação e desenvolvimento ambiental vem sendo tomadas paulatinamente em níveis cada vez mais detalhados, em conjunto com o tratamento dos grandes problemas como a reabilitação do lago Batata ou das áreas lavradas na mina.

A avaliação dos impactos ambientais do Projeto de Expansão da MRN será tratada em sequência considerando seus efeitos sobre os meios físico, biológico e antrópico, enfocando, no entanto, ações específicas da fase Saracá III - Papagaio. Contudo, como muitas atividades previstas na expansão correspondem a procedimentos exatamente iguais aos já praticados na implantação e operação do empreendimento até o momento, a análise dos impactos pode assumir aspectos mais abrangentes.

3 - EFEITOS SOBRE O MEIO FÍSICO

3.1 - Relevo

As atividades de mineração a céu aberto da MRN desenvolvem-se sobre superfícies planálticas areníticas elevadas a cerca de 80 metros acima do nível das grandes planícies fluviais e lacustrinas arredor. Remanescentes de superfície de aplanamento terciário seccionada pelo entalhamento da drenagem durante o quaternário, os platôs Saracá e Papagaio compõem superfícies de amplos topos planos e horizontais ligeiramente inclinadas no sentido das encostas, que fazem o contato entre o planalto e a planície em abruptas rupturas de declives.

A condição topográfica nos platôs e a condição de ocorrência dos jazimentos em acamamentos horizontalizados próximos à superfície são aspectos que devem ser ressaltados em relação ao aproveitamento das bases físicas do sítio da mina como forma de reduzir os efeitos da lavra sobre o relevo. O minério é lavrado em cava fechada com desenvolvimento progressivo, num sistema de lavra contínua em faixas estreitas e paralelas onde a camada de estéril retirada da faixa em operação é disposta na faixa anterior já lavrada.

Este processo como é conduzido atualmente no platô Saracá evita a intervenção da lavra junto às bordas do platô a fim de garantir a estabilidade geodinâmica das encostas, extremamente susceptíveis à processos de erosão acelerada, favorecendo também os processos de reabilitação ambiental posteriormente.

Este sistema de lavra foi empregado pela MRN desde a abertura da mina, quando o rejeito do beneficiamento era lançado no lago Batata, e deverá repetir-se na lavra do platô Papagaio, com o depósito de rejeito sendo feito no platô Saracá onde se encontra atualmente a unidade de lavagem do minério.

O processo de disposição de estéril e rejeito na cava da mina representa uma grande vantagem em termos de se evitar a degradação de novas áreas com a deposição de grandes volumes de estéril e rejeito, além de permitir a reabilitação topográfica dos platôs, reduzindo significativamente os impactos potenciais destas atividades.

A experiência da MRN na reabilitação das áreas mineradas foi adquirida nos trabalhos executados no platô Saracá, a partir da recomposição do solo e da cobertura vegetal de áreas onde ainda não havia a deposição de rejeitos, exatamente como deverá ser o processo de lavra e deposição de estéril no platô Papagaio, onde não haverá disposição de rejeito.

Dessa forma, os efeitos sobre o relevo do ponto de vista morfológico serão de baixa importância e magnitude, uma vez que serão reversíveis, entretanto, sob o enfoque dinâmico as intervenções poderão implicar em alterações na forma de processamento dos aportes de água mediante a modificação na constituição estrutural dos substratos.

Nos platôs, originalmente as águas pluviais são infiltradas nos solos favorecidas pelas propriedades de drenagem que estes apresentam, o que importa na ausência de ambientes hídricos na superfície dos platôs e condiciona o surgimento de numerosas fontes de água nas suas encostas.

As alterações na estrutura do substrato podem modificar o regime de infiltração das águas meteóricas, abundantes na região, gerando excedentes para escoamento superficial que assumem elevado impacto potencial se formarem fluxos concentrados nas encostas dos platôs, favorecendo o desencadeamento de intensos processos de erosão acelerada (ravinamentos e voçorocas).

Este tipo de alteração será mais efetiva no platô Saracá nas áreas onde houver a deposição de rejeito, que é um material fino, classificado como muito argiloso em análise granulométrica, que deverá formar uma camada de baixa permeabilidade na superfície dos reservatórios de rejeito que deverão ser reabilitados para recomposição do solo e da cobertura vegetal, fundamentais para recuperar a capacidade de infiltração nessas áreas.

A diminuição na capacidade de infiltração de água, notadamente no platô Saracá, poderá influenciar inclusive o regime de vazão de algumas das fontes formadoras de diversos pequenos igarapés tributários do igarapé Saracá, ao norte do platô, e Saracazinho, ao sul. Este efeito poderá ser sensível a mais longo prazo quando os reservatórios de rejeito estiverem sendo desmobilizados dessa função para serem reabilitados.

Enquanto os reservatórios são mantidos em operação, os volumes de água contidos, drenados lateralmente nos filtros de areia dos taludes de cada reservatório, ao contrário do exposto acima contribuem para aumentar os aportes de água ao lençol e o suprimento das fontes. Neste caso, o maior potencial de impacto recai sobre as condições de percolação de água dos taludes dos reservatórios situados próximos às bordas do platô, onde a formação de zonas de saturação de água ao longo da encosta pode, associada a prolongada estação chuvosa e a declividade acentuada da vertente do platô, provocar a ocorrência de deslizamentos de grandes volumes de terra.

O controle do escoamento superficial nos platôs deve ser uma preocupação constante da MRN para evitar que haja formação de fluxos concentrados de água nas bordas e encostas, de forma a promover preventivamente o controle à erosão acelerada, que assume elevado potencial de impacto com efeitos indiretos sobre os canais de drenagem, os ecossistemas aquáticos e a vegetação ciliar.

Como forma de minimizar os efeitos ambientais decorrentes da implantação de dois sistemas de transporte, rodovia e transportadores de correia, isoladamente, optou-se na concepção do projeto por alinhamento único para a via de acesso ao platô Papagaio e para o sistema de transporte de minério.

Apenas em dois seguimentos o transportador de correia segue independente da estrada. O primeiro trecho corresponde ao segmento inicial a partir das proximidades do britador no platô Saracá até os primeiros 1000 m da rodovia, a partir de onde os dois sistemas seguem em conjunto no mesmo alinhamento.

O segundo trecho situa-se próximo à base da encosta do platô Papagaio onde há transposição de dois igarapés confluentes que exigiram um segmento em curva na estrada, enquanto o TCLD manteve-se no mesmo alinhamento, passando em suspenso sobre os vales, num trecho independente da estrada de cerca de 760m.

Neste trecho em que a estrada se afasta do TCLD se fizeram necessárias duas estradas de serviço para a correia transportadora, situadas antes e depois do trecho em que esta atravessa os vales em suspenso, com os cavaletes apoiados sobre estruturas metálicas. Estas estradas são acessadas a partir de via principal nos pontos de bifurcação e em retornos em curva sobre aterros.

Além dos efeitos provocados por cortes e aterros ao longo do eixo da rodovia e do TCLD e seus caminhos de serviço, a drenagem do sistema viário é o fator mais importante para minimizar efeitos indiretos indesejáveis que podem assumir importância bastante elevada para os meios físico, biológico e antrópico, com os problemas de instabilidade geodinâmica e de erosão acelerada.

3.2 - Solos

Os efeitos da atividade minerária sobre os solos amazônicos em geral, e no caso, aqueles relacionados ao Projeto de Expansão de MRN decorrem principalmente da remoção e perda das qualidades microbiológicas dos horizontes orgânicos superficiais e da alteração das propriedades estruturais desses solos.

As características de composição química e de fertilidade dos solos amazônicos, notadamente aqueles desenvolvidos sobre sedimentos da Formação Barreiras, normalmente indicam baixo potencial agrícola por serem muito deficientes em nutrientes, com alto grau de saturação de alumínio e acidez elevada, exigindo aplicação maciça de insumos para correção e adubação visando aumentar os níveis de fertilidade, apesar da condição topográfica favorável e da excelente estruturação física desses solos na superfície dos platôs.

Os volumes superficiais dos solos minerais, horizontes O e A, formados por materiais orgânicos fornecidos pela floresta e níveis de máxima acumulação de húmus constituem os horizontes de maior atividade biológica e os que estão mais sujeitos às influências do clima, plantas e animais e outros elementos do meio ambiente.

É a partir dessa rica camada da cobertura pedológica que se estrutura o ecossistema florestal amazônico; e da sua remoção e da desestruturação física dos horizontes resultam os principais efeitos da atividade minerária, uma vez que podem comprometer, mesmo com a reabilitação dos substratos, a recomposição do solo e da cobertura vegetal.

Na MRN os efeitos os sobre solos ocorrem nas frentes de lavra durante o processo de desmatamento, desloca e remoção das camadas superficiais e do solo, propriamente, nas operações de decapeamento da camada de estéril. A expansão das atividades minerárias no platô Saracá implicará na repetição desses efeitos, enquanto sua extensão ao platô Papagaio acarretará, além dos mesmos efeitos nas áreas de lavra, impactos decorrentes da implantação da via de acesso rodoviário e do transportador de correia no trecho entre os dois platôs.

Além das áreas de intervenção, onde os solos serão removidos e/ou compactados, a instalação de processos erosivos poderia comprometer a integridade dos solos na área de influência direta, caso medidas eficientes de controle do escoamento superficial não sejam adotadas, principalmente nas faixas marginais às bordas dos platôs. Essas medidas devem ser intensivamente aplicadas ao longo da via de acesso ao platô Papagaio, com manutenção constante das estruturas hidráulicas e de controle da erosão para evitar a produção de sedimentos e o carreamento para os cursos d'água.

A disposição de rejeitos nas áreas lavradas no platô Saracá foi implementada pela MRN para evitar o lançamento desse material no lago Batata, como ocorreu até 1989, constituindo numa solução ideal para o problema sem o comprometimento de outras áreas não impactadas pelas intervenções do empreendimento. Contudo, a recuperação dos substratos formados pela disposição do rejeito ainda não foi executada pela MRN, que, no entanto, vem desenvolvendo estudos, experimentos preliminares e encontros técnicos de grupos de trabalho envolvidos com a reabilitação das áreas dos reservatórios de rejeito.

Na medida em que a reabilitação das áreas de lavra, nos locais onde houver apenas a deposição de estéril, vem sendo conduzida com bons resultados de recomposição do substrato e da cobertura vegetal, os efeitos sobre os solos pela lavra no platô Papagaio e em parte do platô Saracá tendem a ser atenuados em razão da condição de domínio das técnicas de recuperação dessas áreas.

Não obstante, as áreas onde serão formados os reservatórios para disposição de rejeitos tendem a ter os efeitos acentuados uma vez que ainda não há experiência adquirida na reabilitação dessas áreas, uma vez que o primeiro reservatório estará disponível ao processo de reabilitação no início de 1995.

Quando avaliada a extensão das áreas de intervenção que implicarão em efeitos sobre os solos, cerca de 850 ha de área total a ser desmatada, nos platôs Saracá e Papagaio e ao longo da via de acesso, pode-se considerar elevado o impacto sobre os solos. Todavia, como a remoção das camadas pedológicas ocorrerá gradualmente, conforme o processo de lavra contínua, em tiras, há possibilidade de reabilitação das áreas lavradas e aproveitamento imediato das camadas superficiais dos solos removidos minimizando-se um pouco o efeito.

Somente as áreas do platô Saracá destinadas à formação de reservatórios para disposição de rejeito é que permanecerão por mais tempo em operação, mas a construção dos reservatórios, bem como a sua desativação serão realizadas gradativamente, sendo possível a reabilitação de cada área de deposição de rejeito mediante o completo preenchimento de cada reservatório, paulatinamente.

Em decorrência das intervenções sofridas, os solos dos platôs, que apresentam-se bastante homogêneos, sofrerão no caso do platô Saracá principalmente, expressiva diferenciação espacial, pelo menos no que se refere às áreas com substratos formados a partir do rejeito ou do estéril. Estas diferenciações estabelecerão condicionamentos dinâmicos e pedogenéticos distintos, a partir de balanços hídricos diferentes nestes substratos.

Esse efeito poderá ter consequências indiretas sobre a ocupação pela vegetação nativa, que poderá passar a ser mais seletiva em relação a cada espécie vegetal em cada um dos dois tipos de substrato. O programa de reabilitação ambiental deverá considerar estas limitações na seleção de espécies para revegetação e/ou na experimentação entre espécies e substratos, visando obter sucesso nos trabalhos de recomposição das áreas degradadas.

3.3 - Recursos Atmosféricos

O primeiro efeito da intervenção antrópica sobre a conformação e estrutura dos ambientes naturais, com repercussão sobre a dinâmica dos recursos atmosféricos, é a alteração ao nível dos domínios microclimáticos. A modificação na estrutura dos componentes ambientais, tais como a vegetação, a exposição do solo e do substrato e a topografia, entre outros, pode implicar em sensível alteração no comportamento e regime dos elementos climáticos ao nível micro-escálico.

Estas intervenções provocam mudanças no balanço de radiação, nos regimes térmico, hídrico, hídrico e de ventos dos ambientes afetados, podendo tornar as condições locais desfavoráveis, degradando a qualidade dos microclimas e estabelecendo condições de desconforto climático e restrições ao restabelecimento de algumas espécies vegetais, com o favorecimento de outras a partir do sequenciamento seral em áreas anteriormente florestadas.

As emissões de poeiras, gases, ruídos e vibrações, constituem outros efeitos produzidos pela atividade mineradora sobre os recursos atmosféricos, que também contribuem para a alteração das condições microclimáticas e para a modificação dos padrões de qualidade do ar ao nível meso-escálico, por atingirem extensões mais abrangentes.

Dentre os principais efeitos produzidos pelas atividades da Mineração Rio do Norte sobre a qualidade do ar destaca-se a emissão de material particulado, gerado, em ordem decrescente de importância, ao longo da rodo-ferrovia, que liga a mina no platô Saracá a Porto Trombetas; na mina, junto às frentes de lavra, vias de transporte e na britagem; e nas áreas industriais em Porto Trombetas, nos lavadores de gases do forno de secagem de bauxita, na transferência da correia de alimentação do silo de estocagem, no silo de estocagem de bauxita (bauxitão) e na usina termoelétrica. Além das emissões de poeira há também o lançamento de efluentes gasosos em pontos de escape na Casa de Força.

Os problemas mais críticos de emissão de particulados referem-se à mina e à rodo-ferrovia. Os efeitos provocados relacionam-se à segurança no deslocamento de veículos e equipamentos e à saúde dos trabalhadores da frente de lavra. O controle dessas emissões através de aspersão deve ser otimizado na mina e a MRN planeja asfaltar a rodovia.

As emissões de particulados no lavador de gases, transferência da correia e silo de estocagem decorrem, fundamentalmente, das variações no teor de umidade da bauxita seca. Os efeitos destas emissões afetam, basicamente, a qualidade do ar na área industrial, contribuindo para o aumento das partículas em suspensão, não atingindo, no entanto, níveis críticos. O controle mais eficiente da umidade da bauxita e o fechamento da correia reduziriam quase a zero estas emissões.

A emissão de particulados durante a operação de sopragem da chaminé da UTE, em termos de poluição do ar é um problema mais estético do que de poluição propriamente. Existem indícios, no entanto, de que estas emissões um tanto acima do esperado, resultam de problemas de eficiência operacional e otimização da eficiência de queima dos combustíveis utilizados.

A emissão de SO₂ na Casa de Força é significativa, assim como as concentrações estimadas para a área em torno. O SO₂ em concentração acima dos padrões provoca problemas respiratórios, e, em presença de material particulado no ar, estes problemas são agravados. Existe também o problema

potencial de corrosão das estruturas metálicas da UTE, situada muito próximo à chaminé da Casa de Força. Neste caso, recomenda-se o aprofundamento desta avaliação através da monitorização, de modo a balizar a adoção de medidas de controle.

O Projeto de Expansão da MRN irá provocar uma ampliação das fontes de emissão de material particulado nas áreas de lavras dos platôs Saracá e Papagaio e ao longo da estrada de ligação entre as duas minas. Este efeito, contudo, apresenta forte sazonalidade, vinculada ao curto período de estiagem e deve ser minimizado ainda mais pela regra sistemática das vias de tráfego nas áreas das minas e na estrada entre os dois platôs nos horários de maior tráfego de manhã e a tarde.

As emissões de gases nas áreas de mina são restritas à queima de óleo combustível pelas "draglines" e caminhões fora-de-estrada em operação nas frentes de lavra, mas são emissões muito reduzidas em áreas de ampla capacidade de dispersão no alto dos platôs. Nas áreas industriais em Porto Trombetas os gases de escape da Casa de Força, constituem emissões mais significativas, sem no entanto apresentar dados de concentração por ainda não terem sido realizadas medições. Estimativas realizadas pela PROMON (1988), empregando modelo de dispersão do tipo pluma gaussiana avaliavam em 700 m o raio do círculo que circunscreve a área considerada crítica em relação a estas emissões, cujas concentrações diárias estimadas, na direção do vento, foram da ordem de 100 a 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Os efeitos decorrentes das emissões de SO_2 e SO_3 na atmosfera, dependendo das condições meteorológicas, são a corrosão de estruturas metálicas no raio de dispersão dos efluentes, notadamente da UTE (usina termoelétrica) localizada muito próxima à saída dos gases. Não obstante a Casa de Força situar-se em áreas alteradas pela implantação da vila de Porto Trombetas, há referências na literatura especializada que uma concentração média anual de 40 a 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de SO_x na atmosfera em áreas de florestas tropicais pode ser restritiva a algumas espécies vegetais.

3.4 - Recursos Hídricos

Na superfície dos platôs, a condição de relevo plano a suave ondulado, a densa cobertura florestal e a estrutura dos latossolos amarelos, favorecem a infiltração das águas meteóricas e o aporte dos volumes pluviométricos que atingem o solo ao profundo lençol freático, alimentando fontes contribuintes e formadoras de diversos igarapés nas encostas dos platôs. O escoamento superficial é difuso e espacialmente localizado não promovendo a formação de fluxos concentrados, o que determina a ausência de água nessas superfícies.

Além dos platôs, as intervenções do Projeto de Expansão da MRN irão provocar efeitos sobre os recursos hídricos ao longo do eixo de implantação da estrada que ligará os platôs Saracá e Papagaio; a exemplo dos efeitos provocados pela implantação da rodo-ferrovia existente entre a mina e o porto, que interceptou perpendicularmente os talwegues de diversos igarapés, provocando erosões, barramentos e formação de ambientes lênticos e alterações de velocidade de fluxo da água, que tiveram repercussões sobre a biota aquática e sobre a vegetação marginal em longos trechos a montante e a jusante dos barramentos.

O projeto da estrada Saracá-Papagaio e do TCLD que a acompanha, foi desenvolvido a partir de estudo de alternativas de traçado que eliminou as possibilidades mais desfavoráveis em relação aos impactos sobre os recursos hídricos, seja de intervenção direta sobre nascentes e pequenos cursos d'água, ou, indireta, sobre vertentes declivosas e áreas que exigiriam maiores volumes de corte e aterro, que poderiam constituir-se em fontes de produção de sedimentos que seriam carregados para os cursos d'água.

A alternativa de projeto escolhida apresenta como intervenção sobre os recursos hídricos a travessia do igarapé Saracá e de dois outros pequenos afluentes, todos transpostos sobre bueiros dimensionados para as vazões de pico de cheia estimadas em estudos hidrológicos específicos. As obras de instalação dos bueiros em fundações de estivas de madeira em bases de gabiões e aterros nos vales e margens desses cursos d'água provocarão efeitos temporários sobre a qualidade da água no que se refere, principalmente, ao aumento da carga sólida.

Deve-se ressaltar que estes efeitos, extensivos à biota aquática, deverão ser de moderada importância e magnitude tendo em vista o seu caráter temporário e, sobretudo, sua influência espacial, restrita ao trecho à montante da rodo-ferrovia, onde a carga sólida decorrente das obras de implantação da estrada, e mesmo durante a sua utilização, será decantada no reservatório formado pelo barramento do igarapé Saracá.

As intervenções da implantação do TCLD estão em parte conjugadas às da rodovia nos trechos em que o alinhamento é comum, mas nas transposições dos cursos d'água o TCLD terá menores interferências, uma vez que ultrapassa os vales em galeria suspensa com as estruturas do transportador apoiadas em colunas metálicas de base pontual.

Com relação à geração de efluentes sanitários, a disposição em fossas sépticas deverá ser extensiva a todo o sistema de esgotamento das instalações das áreas administrativas e operacionais nos platôs Saracá e Papagaio, evitando-se a contaminação bacteriológica dos cursos d'água. E os efluentes líquidos gerados no processo de beneficiamento mineral, na lavagem da bauxita, são lançados como rejeito nos reservatórios e integralmente recirculados no processo sem geração de descartes.

O principal efeito potencial das atividades minerárias nos platôs Saracá e Papagaio, portanto, é a alteração nos regimes de infiltração das águas pluviais e de alimentação dos lençóis e fontes e, indiretamente, o decréscimo nas vazões afluentes ao igarapé Saracá e demais cursos d'água que recebem contribuições oriundas de nascentes nas bordas dos platôs.

Este efeito, tem seu potencial atenuado pela reabilitação das superfícies aplainadas dos platôs a partir da recomposição topográfica das faixas exauridas das cavas com o estéril, como ocorrerá no platô Papagaio e parte do platô Saracá, e com o rejeito, depositado em grandes reservatórios, que ocuparão parte da superfície do platô Saracá. Se do ponto de vista topográfico o efeito é reversível a curto prazo, a desestruturação dos substratos compostos por sedimentos silto-argilosos e a ausência de cobertura vegetal mantêm importantes alterações do ciclo hidrológico ao nível da superfície do solo.

Nas áreas onde serão formados os reservatórios de rejeito ocorrerão condições distintas durante a deposição do material e a partir da desativação de cada reservatório. Durante a operação, a saturação do rejeito em água provoca maior aporte nos aquíferos e às fontes nas encostas do platô Saracá, mantendo-se condições de expansibilidade e máxima permeabilidade desse substrato. Ao contrário, após a desativação de cada reservatório haverá a dessecação do rejeito e contração das argilas com a formação de gretas profundas ("mud cracks") em meio a uma camada de baixa permeabilidade.

A formação de camadas impermeáveis poderá levar então às alterações na capacidade de infiltração e à sequência de efeitos citados acima, além de favorecer o escoamento superficial, alterando-se também o balanço pedogênese / morfogênese com a formação de fluxos concentrados que ao atingirem a borda do platô provocarão processos erosivos que tendem a evoluir no sentido da dissecação do platô, provocando carreamento de sólidos, degradação da qualidade das águas, alteração morfológica dos canais fluviais e das propriedades hidráulicas do escoamento, com profundas repercussões sobre a biota aquática.

Antes disso, durante a fase de operação de cada reservatório e dependendo de sua posição no platô, junto à borda, há risco potencial de deslizamentos provocados pela saturação de níveis do manto de alteração, através da percolação de água infiltrada nos reservatórios de rejeito e favorecida ainda pela prolongada estação chuvosa e a acentuada declividade das vertentes nas bordas do platô, levando à limites de plasticidade e fluidez e finalmente aos deslocamentos de massa, não obstante a cobertura florestal. A ocorrência de deslizamentos provoca efeitos adversos sobre os recursos hídricos superficiais, conforme já descrito, interferindo também no uso da água a jusante das áreas afetadas.

De maneira geral, os efeitos das atividades de implantação e operação das unidades previstas no Projeto de Expansão da MRN sobre os recursos hídricos serão mais sensíveis na bacia do igarapé Saracá e, em boa medida, ficarão contidos a montante da rodo-ferrovia no represamento, onde, inclusive, é feita a captação de água de uso doméstico e industrial no platô Saracá, situada, portanto, a jusante das próprias intervenções da MRN.

4 - EFEITOS SOBRE O MEIO BIOLÓGICO

4.1 - Ecossistemas Aquáticos

Os efeitos das atividades da MRN sobre os ecossistemas aquáticos foram muito mais efetivos até 1989, até quando o rejeito da lavagem da bauxita era lançado no igarapé Caraná e no lago Batata. Atualmente, com a disposição adequada do rejeito, os efeitos são decorrentes do lançamento de efluentes da ETE no rio Trombetas e das atividades portuárias. A implantação do Plano Diretor de Monitorização Ambiental atualmente pela MRN poderá fornecer dados de medições de diversos parâmetros físico-químicos, que poderão indicar a importância dos efeitos sobre os ambientes hídricos, que a princípio parecem ser pequenos devido ao controle ambiental dessas atividades.

As alterações sobre a biota aquática nos igarapés em alguns casos podem assumir maior importância, notadamente no igarapé Saracá, na área de influência direta da mina, e de outros transpostos pela rodo-ferrovia. Estes igarapés sofreram barramento e tiveram alterados seus regimes de velocidade de fluxo, com criação de ambientes lênticos, e também, com modificações na vazão e velocidade de escoamento, levando, certamente, a mudanças na composição e estrutura das comunidades aquáticas planctônicas e bentônicas.

No entanto, é possível que tenha havido a estabilização desses ambientes nas novas condições que permaneceram após a cessação dos efeitos provocados pelas intervenções nos vales fluviais. Outrossim, tais efeitos provavelmente poderão ocorrer novamente na bacia do igarapé Saracá a partir das obras de implantação do acesso rodoviário ao platô Papagaio, mas deverão ter caráter temporário em relação às alterações na qualidade da água e provavelmente estabilizar-se após o final da implantação da estrada e de suas medidas de controle ambiental.

4.2 - Ecossistemas Terrestres

Em se tratando de uma mina a céu aberto e nas dimensões da desenvolvida pela MRN em Porto Trombetas, uma questão inerente à atividade é a total retirada da cobertura vegetal e do solo estéril sobre a jazida mineral. Soma-se ainda as áreas destinadas ao setor administrativo, operacional, estradas de acesso, armazenamento de material, entre outras, onde necessariamente as características ambientais originais são modificadas. Desta forma a área total a ser ocupada no Projeto de Expansão da MRN e, conseqüentemente destituída da vegetação original, é de aproximadamente 850 ha.

Quando se analisa o impacto sobre a vegetação apenas considerando a área sob intervenção da MRN este apresenta importância extremamente elevada, pois ali a paisagem torna-se imediatamente após a exploração do minério, totalmente árida. Porém, considerando-se a situação

Além destas tipologias vegetais, também a área de campinarana vem sendo afetada indiretamente, por ser dali extraída areia utilizada nas construções da infraestrutura da MRN.

A vegetação de igapó sofreu grandes perdas no passado, quando todo o rejeito das atividades minerárias era jogado diretamente nas águas do lago Batata, assoreando extensas áreas de igapó. Hoje o rejeito é contido em reservatórios próprios, enquanto a área assoreada do lago vem sendo alvo de intensos trabalhos e pesquisas visando sua reabilitação.

Cumprir observar que as áreas de intervenção da MRN estão integralmente situadas dentro dos limites da Floresta Nacional Saracá-Taquera, unidade de conservação da natureza cujos objetivos de manejo são: produzir sob o conceito de uso múltiplo um rendimento de madeira e água, proteger os valores de recreação e estéticos, proporcionar oportunidades para a educação ambiental e recreação ao ar livre e sempre que possível o manejo da fauna.

Portanto, a exploração dos recursos florestais na área de intervenção da MRN está contemplada nos objetivos da categoria de manejo instituída pela Floresta Nacional, e atende também outros aspectos como a educação ambiental e a conservação dos recursos naturais na sua área de influência. Contudo, a consecussão dos objetivos de manejo da Floresta Nacional Saracá-Taquera poderia ser mais amplamente realizada a partir do aproveitamento e de pesquisas mais intensivas dos seus recursos florestais, que poderiam ser orientados por um Plano de Manejo da unidade de conservação.

No que diz respeito à fauna terrestre, a rigorosa determinação de proibição à caça, sustentada pela MRN e amplamente acatada por seus empregados e também de terceiros contratados para prestação de serviços à empresa, resulta em eficiente norma de proteção aos animais silvestres, consoante aos objetivos da Floresta Nacional.

Dessa forma, os principais efeitos das atividades da MRN sobre a fauna da região são procedentes de ações indiretas, representadas pela presença humana e suas intervenções sobre os habitats silvestres nas áreas arredor de Porto Trombetas e da mina, atualmente no platô Saracá, e a partir da implantação do projeto de expansão, extensivas ao platô Papagaio.

A extensão e continuidade das áreas florestadas arredor do Projeto Trombetas situa-o numa condição de "ilha antrópica" em meio a ecossistemas florestais originais, que reduzem significativamente a magnitude dos efeitos sobre a fauna, que pode deslocar-se para áreas vizinhas às de intervenção da MRN. Esta condição é evidenciada pela presença frequente de animais silvestres na vila de Porto Trombetas e próximo à área da mina no platô Saracá.

Todavia, certas espécies de índole inamistosa quanto ao convívio com o ambiente antrópico poderão sentir os efeitos das atividades minerárias, evadindo-se nas matas adjacentes, como é o caso da onça-pintada (*Pantera onca*), por exemplo. Além disso, a construção da via de acesso ao platô Papagaio poderá dificultar ou impedir o fluxo transitório de espécies principalmente arborícolas e ainda colocar em risco de acidentes as espécies terrestres. As alterações de habitats podem também favorecer a expansão das áreas de ocupação por outras espécies, como aquelas de orla de matas ou aquelas de hábitos paludícolas, que ocuparam as áreas alagadas pelo barramento dos igarapés pela rodo-ferrovia.

5 - EFEITOS SOBRE O MEIO ANTRÓPICO

A liberação das novas áreas para lavra de bauxita (Saracá III - Papagaio) apresenta efeitos adicionais restritos sobre o meio antrópico, além daqueles já identificados, avaliados e mitigados desde a implantação de MRN na região. Isso se deve ao fato de que as novas áreas não provocarão alterações significativas nas comunidades localizadas na área de influência, em decorrência dos efeitos sobre o meio físico e biológico. No entanto, alguns efeitos podem ocorrer com intensidade na fase de implantação do projeto de expansão das atividades minerárias, quando deverá ser feita uma maior utilização de mão-de-obra temporária, necessária a abertura das novas frentes de lavra.

Alguns efeitos, no entanto, decorrentes do empreendimento da MRN como um todo, poderão ser realçados e prolongados pelo aumento de vida útil com abertura das novas minas. Tais efeitos estão presentes ou podem ser percebidos na avaliação do meio antrópico, não podendo ser consequência apenas das novas áreas a serem licenciadas. Trata-se de impactos decorrentes da atividade econômica maior que interferiu e interfere de forma marcante na região e que devem ser também considerados nesta avaliação, pois a atuação sobre esses impactos pode contribuir para a promoção do desenvolvimento econômico e social mais saudável para a região de influência direta do empreendimento e para o próprio município de Oriximiná.

Dos efeitos decorrentes diretamente da abertura das novas áreas a serem mineradas, podem ser destacados o aumento da vida útil do empreendimento em mais 4 anos, inclusive com potencial para aumento de produção, prolongando e podendo aumentar a arrecadação de impostos e o recolhimento de royalties; a contratação de mão-de-obra suplementar para as atividades de desmate e preparação das frentes de lavras, durante um período de aproximadamente 1 ano. Mas é sobre os impactos procedentes dessa ação que devem concentrar os maiores cuidados tendo em conta as questões relacionadas a migração intra-regional e de outras regiões, as questões de alojamento temporário e a realocação e assentamento desse grupo após a fase de implantação. Todos os cuidados devem ser tomados para evitar pressões sobre o equilíbrio das comunidades já existentes, bem como para evitar pressões sobre as unidades de conservação como a Floresta Nacional Saracá-Taquera e a Reserva Biológica do Rio Trombetas. Salientam-se, ainda, os impactos potenciais decorrentes dos efeitos sobre o meio físico e biológico tais como a degradação de cursos d'água por efluentes da mineração ou do transporte de minério entre a mina e o beneficiamento e o carregamento.

Internamente ao empreendimento, a vila de Porto Trombetas não deverá sofrer impactos decorrentes do plano de expansão, mas vale lembrar alguns aspectos que já vêm merecendo atenção por parte da MRN. São efeitos indiretos originados a partir da própria concepção da vila e da falta de opções de relacionamento com o meio externo. A sensação de isolamento, de falta de liberdade dado pelo controle social e institucional são geradores de stress e de outras manifestações comportamentais indesejáveis. A MRN já realizou um diagnóstico e tem atuado sobre o assunto.

Dos efeitos decorrentes do empreendimento da Mineração Rio do Norte como um todo, alguns puderam ser identificados nas entrevistas com o chamado público externo, ou seja, as comunidades que habitam a área de influência: são os impactos relativos às expectativas de desenvolvimento econômico e social criadas com a implantação e funcionamento da empresa.

É inegável que o acesso aos benefícios do desenvolvimento para um grupo social desperta o interesse e a justa aspiração daqueles que não têm acesso, por exemplo, aos equipamentos de educação, saúde, à habitações mais dignas, à iluminação pública, entre outras. Tais benefícios encontrados na vila de Porto Trombetas, só em uma pequena parte estão disponíveis às comunidades próximas. Sabe-se das circunstâncias e o porque do elevado padrão de vida em Porto Trombetas, mas, no entanto, é incompreensível que certos benefícios não sejam estendidos às comunidades próximas como resultado da aplicação dos impostos e tributos recolhidos em decorrência da mineração.

Esse quadro gerado pela limitação ao acesso aos benefícios do desenvolvimento é agravado pelas restrições impostas às comunidades de recorrerem ao extrativismo (a mais tradicional atividade econômica da região), pois a criação das duas grandes unidades de conservação, em praticamente todo o arredor de Porto Trombetas, aliada a fiscalização do IBAMA pode até contribuir com o não povoamento intensivo da área de influência, mas é com certeza um limite muito severo a qualidade de vida dos moradores das comunidades do Moura, Boa Vista, Ajudante, entre outras.

Outros aspectos observados que merecem uma análise mais atenta da MRN são o salvamento dos sítios arqueológicos levantados pelo Museu Emílio Goeldi e pelo Prof. Klaus Hilbert; a realização de recadastramento dos moradores das vilas e povoados próximos para fins de acesso aos benefícios sociais, já que o último cadastramento foi realizado em 1982; melhor aproveitamento ou disposição do lixo industrial e da poda de árvores e jardins; e ainda o estabelecimento de projetos econômicos e sociais capazes de promover o desenvolvimento das comunidades a partir da exploração racional do meio ambiente regional.

No geral, apesar de não depender exclusivamente da MRN, a incipiente estrutura produtiva observada em Oriximiná é resultado de vários fatores de ordem cultural, técnica, política e econômica, que contribuem para impedir a estruturação adequada do potencial produtivo e econômico à realidade regional. Romper com a mentalidade cultural meramente extrativista, o aparelhamento da assistência técnica às populações rurais, o incentivo à criação de cooperativas, aliada a boa arrecadação de royalties e impostos podem contribuir para incrementar a economia local. A MRN apesar da sua neutralidade política e social é sem dúvida a principal força para a alavancagem desse processo, em conjunto com o Poder Público e as forças atuantes da sociedade civil.

**V - PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS
E COMPENSATÓRIAS**

1 - DESCRIÇÃO DAS MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSÁTORIAS

O principal conjunto de medidas de controle ambiental do Projeto de Expansão da Mineração Rio do Norte diz respeito às soluções próprias já adotadas pela empresa no decorrer dos quinze anos em que se encontra em operação o Projeto Trombetas, entre as quais se destacam a mudança no sistema de disposição de rejeitos, a reabilitação das áreas degradadas na mina no platô Saracá, o controle da emissão de material particulado nas instalações de secagem do minério, o tratamento dos esgotos sanitários da vila de Porto Trombetas e o controle de drenagem superficial nas margens de rio Trombetas junto ao porto, entre outras.

As soluções de controle ambiental citadas são válidas para o projeto de expansão das atividades minerárias por que compõem a estrutura produtiva da empresa que continuará sendo utilizada nesta e nas futuras fases de expansão da MRN. Entretanto, soluções de controle ambiental e medidas de mitigação de efeitos e compensatórias específicas para a fase de expansão Saracá III - Papagaio também devem ser relacionadas.

Considerando-se inicialmente a expansão das áreas de lavra à fase III do platô Saracá e ao platô Papagaio, deve-se ressaltar uma nova etapa nas atividades minerárias da MRN, que após muitos anos em operação no platô Saracá tem a necessidade de ampliar suas minas às jazidas existentes nos platôs vizinhos, a começar pelo platô Papagaio, orientada pela pesquisa geológica e planejamento de lavra, para início de operação em 1995 e produção de ROM em 1997/98.

A atividade de lavra, propriamente, executada em faixas sucessivas permite o desmatamento gradativo das novas frentes e a deposição do estéril na cava da faixa lavrada, reabilitando-se topograficamente o relevo, como foi feito até 1989 no platô Saracá. Este sistema evita o desmatamento integral das áreas de lavra a um só tempo, permitindo a evasão da fauna e o aproveitamento da camada orgânica do solo e de toda biomassa florestal com melhor eficiência, além da própria regularização topográfica do terreno e melhores condições de reabilitação do substrato.

A condução da mineração no platô Papagaio dessa forma conta com toda experiência adquirida pela MRN nas atividades realizadas no platô Saracá, onde em parte será adotado este mesmo sistema de exploração e reabilitação das áreas degradadas. Em outra parte, difere do antigo sistema na medida em que o rejeito da lavagem da bauxita é disposto em reservatórios que ocupam grandes áreas do platô, formados, gradativamente, em meio ao material estéril da mina para reter a fração sólida do rejeito, constituído por uma argila vermelha, e recircular a água de volta ao processo, evitando-se descartes de efluentes líquidos.

A solução para disposição do rejeito é ideal porque ocupa áreas já degradadas pela mineração e permite também a regularização topográfica das superfícies aplanadas originais dos platôs, exigindo

contudo, uma nova busca de tecnologias apropriadas à recuperação dos substratos e da cobertura vegetal nas áreas ocupadas pelos reservatórios, que deverão assimilar todo o rejeito procedente do beneficiamento do minério do platô Papagaio e da Fase III do platô Saracá.

O tempo decorrido entre a lavra e a reabilitação das áreas mineradas nas faixas da cava em que é depositado o estéril é relativamente curto, mas envolve uma série de atividades de reabilitação do terreno e de preparação do substrato antes de serem efetuados os plantios com espécies nativas. No caso das áreas ocupadas pelos reservatórios de rejeito, que têm tempo de operação mais prolongado, a disponibilidade para reabilitação é mais demorada. O primeiro reservatório em operação desde 1989 estará disponível para a reabilitação somente em 1995; este prazo no entanto depende do tamanho do reservatório e ritmo de produção da MRN.

A fase de operação dos reservatórios exigirá medidas de controle geotécnico e de comportamento dinâmico do rejeito e, sobretudo, o controle de percolação de águas infiltradas e drenadas pelos taludes dos reservatórios, notadamente daqueles situados nas proximidades das bordas do platô Saracá, visando o controle preventivo de deslizamentos. A implantação de drenos mais profundos coletores de águas filtradas nos taludes dos reservatórios juntos às bordas do platô, também deve ser executada com o mesmo propósito e as águas recirculadas para as unidades de lavagem do minério, economizando-se inclusive no bombeamento de água da captação igarapé Saracá.

Tendo em vista os trabalhos de reabilitação ambiental até então executados pela MRN e os resultados de avaliações do processo de recuperação dos substratos e da revegetação efetuados devem ser feitas algumas considerações, visando incrementar o processo com medidas complementares e recomendações para minimização de efeitos adversos.

Os modelos atuais empregados na MRN para a recomposição vegetal apresenta-se com bons resultados, porém algumas medidas podem ser tomadas para sua maior eficiência. O soterramento das raízes, troncos e galhos, não aproveitáveis comercialmente, depositados no fundo das cavas exauridas, deve ser questionado quanto a sua verdadeira função dentro da dinâmica do ambiente. Certamente, a entrada deste material enterrado dentro do ciclo de nutrientes do ecossistema futuro é próximo de nulo. A alta pressão exercida pelo material que o recobre, a falta de oxigênio e a existência de partículas finíssimas de argila, provavelmente exercerão um processo de fossilização, recobrando todo o material e impedindo sua decomposição e o aproveitamento desta rica fonte de energia e de elementos para a reestruturação do ciclo biológico e das propriedades físicas do solo. Além disto a grande maioria das espécies amazônicas possuem raízes que penetram no solo somente até 2 m. de profundidade.

O aproveitamento ecológico deste material seria bem maior caso ele fosse colocado sobre o solo em forma de leiras ou em pequenos montes. Este procedimento auxiliaria na contenção do carreamento

superficial dos nutrientes pelas águas de chuva e serviria de abrigo para inúmeros espécimes da fauna, que segundo VASCONCELOS e MOTTA JR. (1989, apud Kageyama, 1989) são responsáveis pela dispersão das sementes de cerca de 72 a 82% do total de espécies. Aos poucos o processo de decomposição atuaria sobre estes troncos e galhos reincorporando-os ao solo superficial que é a base da cadeia trófica nas florestas equatoriais.

A grande proporção do elemento carbono neste material poderia ser balanceada com o plantio de espécies leguminosas entre as leiras de troncos, principalmente daquelas trepadeiras normalmente utilizadas em adubação verde como as mucunas, feijão lab-lab, feijão de porco, além da leucena e da *Acacia mangium* já utilizadas nos plantio da MRN. O nitrogênio fixado pelos rizóbios normalmente associados a estas espécies forneceria a base das proteínas para as bactérias e fungos decompositores, enquanto o carbono existente na madeira seria responsável pela estrutura física e fonte de energia da microbiota do solo. A cobertura destes troncos pela massa verde das leguminosas trepadeiras criaria condições de maior umidade favorecendo a decomposição. RUIVO (1993) salienta a importância dos microorganismos do solo na recuperação vegetal de áreas degradadas.

A essencial importância do solo orgânico para os processos de revegetação já foi comprovada na MRN entre erros e experimentos. A potencialidade do banco de sementes existentes neste solo é demonstrada na área reabilitada onde apenas a colocação deste material sobre o terreno resultou num processo de revegetação comparado, em termos fisionômicos, aos plantios, atingindo cerca de 12 m de altura em 10 anos e sendo responsável pela formação de uma camada de serrapilheira com espessura média de 11,33 cm. Na área de plantio FILHA et al (1990) diz que o solo orgânico contribui com cerca de 40% da vegetação, através da germinação de sementes dormentes

Esta característica dos solos das florestas tropicais é exemplificada por KAGEYAMA et al (1989) que relata a potencialidade da formação de 500 plântulas/m² a partir dos propágulos presentes no banco de sementes. Porém, a dormência de grande parte das sementes e a predação pela micro e macrofauna reduzem o número efetivo de plântulas por sobre o solo. Segundo SANTARELLI (1989, apud Kageyama, 1989) o número de plântulas/ha atinge 25.000. Na área da MRN foi encontrado, neste presente trabalho, o total de 36.900 entre plântulas e indivíduos jovens por hectare. Estes números apontam a grande importância do solo florestal na regeneração da floresta.

O banco de sementes, segundo KAGEYAMA (1989), é composto principalmente por sementes de espécies pioneiras as quais possuem maior longevidade que as não pioneiras. Estas últimas apresentam permanência efêmera no banco pois germinam mais rapidamente nas condições de floresta. As sementes das pioneiras permanecem em estado de dormência até que surjam as condições propícias para sua germinação, definidas como "safe site" (HARPER, 1983).

Assim que o desmate é feito na área da mina a intensa insolação sobre o solo superficial quebra a dormência de muitas das sementes das espécies pioneiras ali presentes, criando condições ideais para a germinação, como pode ser comprovado pelo grande número de embaúbas e lacres que se desenvolvem espontaneamente nestas áreas. Quanto mais tempo decorre entre o início da exposição deste solo ao sol e o uso deste nas áreas reabilitadas, maior número de indivíduos vão germinar exaurindo o potencial de germinação de pioneiras no banco de sementes. Durante o processo de transporte deste material para o local definitivo todos estes indivíduos que ali brotaram morrem e o banco de sementes do solo, dependendo do tempo de exposição ao sol, ficará depauperado.

Desta forma, deve-se trabalhar no sentido de reduzir ao mínimo possível o intervalo de tempo entre o processo de desmate e o uso do solo orgânico nas áreas reabilitadas. Isto acarretaria numa rápida colonização por parte das pioneiras criando um ambiente de mais sombra e conservação de maior umidade no solo. Enfim, amenizando os microclimas inóspitos ao desenvolvimento da micro-fauna do solo e às espécies de vegetação clímax. Certamente este procedimento iria aumentar o índice de sobrevivência dos indivíduos plantados que em 1984 girava em torno de 65% (PEREIRA e KNOWLES, 1986).

Muitas espécies pioneiras apresentam frutos comestíveis pela fauna como é o caso da muúba, embaúba, lacre, tatapiririca, entre outras, servindo como atrativo para muitos animais, que por sua vez poderão fazer a dispersão destas e de outras espécies de plantas dentro da área reabilitada, contribuindo para o aumento da diversidade vegetal. Desta forma, o plantio de espécies visando unicamente a atração de animais para a área não se apresenta como um fator relevante para a presença destes importantes vetores, mas não se descarta o incremento desta categoria de árvores.

A existência nas áreas revegetadas de inúmeras árvores de espécies da floresta primitiva, com uma altura de aproximadamente 6 m, já apresentando estruturas reprodutivas, quando em ambiente natural elas só estariam neste estágio por volta de 30 m, pode apresentar duas interpretações. Se por um lado é um indício de que a espécie mostra adaptação a este novo ecossistema, por outro pode ser um prenúncio de uma estrutura florestal raquítica a se estabelecer na área.

É certo que não são todas as espécies e nem todos os indivíduos a se apresentarem desta forma, mas são indicações de comportamentos adaptativos que devem ser analisados com critérios para que o objetivo a longo prazo seja alcançado.

Talvez a primeira geração, representada pelas árvores plantadas, vá apresentar este fenótipo, e ao longo do tempo haja um retorno às características originais. A evolução no ambiente, no que diz respeito a melhoria da estrutura física, química e biológica do solo e a redução da taxa de luminosidade, pode criar condições mais próximas do original, permitindo aos indivíduos desenvolverem maior altura antes de atingirem a fase adulta.

A formação da cobertura florestal secundária elimina uma etapa do processo de revegetação das áreas degradadas acrescida das vantagens próprias deste novo ambiente. Dentro desta nova perspectiva o plantio viria apenas após um período mínimo de crescimento desta etapa sucessional inicial, após mais ou menos três anos. As espécies plantadas neste momento seriam apenas aquelas da floresta clímax, que em sua maioria exigem condições de insolação mais baixa que a existente nas áreas abertas e, segundo WHITMORE (1988, apud Kageyama et al, 1989) os vetores de suas sementes dispersam em distâncias mais curtas que as pioneiras não sendo portanto capazes de trazer as sementes das florestas até estas áreas. O plantio seria de enriquecimento conforme os objetivos estabelecidos no Plano de Manejo da Floresta Nacional Saracá-Taquera.

Após um período de mais ou menos 10 anos, algumas das espécies pioneiras atingem o final do seu ciclo de vida, havendo portanto uma abertura no dossel em função da morte destes indivíduos. As espécies de climácicas já estabelecidas suportariam com maior vigor o aumento de incidência luminosa e ainda seriam favorecidas no crescimento, passando a dominar na estrutura florestal. GARWOOD (1990, apud Kageyama et al, 1989) salienta que além do banco de sementes são importantes no processo de regeneração, a chuva de sementes de fontes próximas, o banco de plântulas e a brotação de raízes.

De acordo com essas considerações deve-se ressaltar a importância da permanência, durante o processo de reabilitação, de florestas originais nas proximidades. Isto em parte pode ser conseguido com a manutenção da faixa de proteção nas bordas dos platôs para proteção contra a erosão.

O aproveitamento das plântulas existentes sob a floresta a ser desmatada poderia incrementar o processo de enriquecimento das áreas em reabilitação, podendo fornecer espécies que normalmente não estão sendo cultivadas no viveiro. Tanto poderia se fazer o transplante imediato, como desenvolver um processo de aclimação em viveiro. Os resultados serviriam como testes da melhor forma de atuar.

No tocante à reabilitação dos reservatórios de contenção de rejeitos as medidas a serem tomadas devem assumir aspectos próprios relacionados com a diferente estrutura física do substrato ali armazenado. Os primeiros trabalhos devem ser direcionados para a drenagem e melhoria da estrutura física do solo. Neste aspecto, pode-se cogitar sobre a possibilidade de desenvolvimento experimental de culturas agrícolas anuais como o arroz, pois muitas de suas variedades suportam diversos níveis de encharcamento do solo e ajudam no processo de drenagem, podendo apresentar grandes benefícios não só de uso comercial, mas também na melhoria do solo. O cultivo de espécies para adubação verde, como as leguminosas, acrescentaria bastante à atividade biológica neste substrato. Com um solo mais estruturado, poderia haver um suporte para o plantio de açaí, por exemplo, e o encaminhamento para um sistema agrossilvicultural baseado em princípios ecológicos de um sistema auto-sustentado.

Na base do reservatório atualmente em uso foram depositados, sob o estéril e o rejeito, troncos e galhos vindos das áreas desmatadas, os quais correm o risco de entrarem num processo de fossilização, como já colocado. No caso da destinação final destas áreas ser definida como florestal o aproveitamento deste material, em termos de dinâmica do ecossistema, seria melhor se fosse disposto sobre o reservatório após sua drenagem. Este procedimento dependerá das condições de estabilidade do terreno para suportar tratores, ou, se não houver trafegabilidade por máquinas mais pesadas, deve ser feita a cominuição das toras e troncos para que possam ser espalhadas por equipamentos mais leves ou mesmo manualmente.

No que importa ao controle ambiental dos efeitos provocados pela implantação da estrada de ligação entre os platôs Saracá e Papagaio, as principais medidas mitigadoras foram contempladas na fase de concepção do projeto, optando-se por um único alinhamento para abrigar também o transportador de correia de longa distância - TCLD.

Nesse sentido, as soluções apresentadas no projeto foram escolhidas entre outras alternativas, mediante avaliação preliminar de impactos, optando-se pela melhor possibilidade de traçado e de configuração de percurso dos sistemas de transporte, adequando as exigências de projeto e soluções tecnológicas às condições dos ambientes onde deverão ser implantados estes equipamentos.

Dessa forma, a alternativa apontada pelo estudo preliminar de traçado permitiu lançar o alinhamento dos sistemas de transporte conjugados, em paralelo, na maior parte do percurso, que também foi a opção de menor potencial de efeitos adversos sobre o meio físico, dadas as melhores condições topográficas do trecho, evitando-se maiores intervenções sobre nascentes e cursos d'água.

Não obstante, a implantação dos sistemas de transporte exigirá grandes movimentações de terra que em boa medida pôde ser compensada entre cortes e aterros evitando-se a geração de volumes excedentes e a necessidade de disposição em bota-fora. Apenas no último corte junto a encosta do platô Papagaio haverá um volume excedente de grandes proporções, que deverá ser disposto nas áreas de lavra no platô Saracá.

Os desmatamentos na área de intervenção da estrada/TCLD deverão estar restritos à seção transversal e às faixas de proteção. Os solos superficiais removidos, juntamente com a biomassa sem valor comercial, ao longo do eixo dos sistemas de transporte deverão ser utilizados nas áreas de reabilitação no platô Saracá, ou mesmo, no caso do solo orgânico, empregado na reabilitação dos taludes de cortes e aterros. Em nenhuma circunstância deve-se proceder à queima do material proveniente do desmatamento e destocamento.

O controle da drenagem e do escoamento superficial ao longo da rodovia representa a principal medida mitigadora contra a erosão, o comprometimento da qualidade das águas e da biota aquática. O

assoreamento e as alterações nas calhas fluviais. Dessa maneira, é imprescindível a utilização dos dispositivos de drenagem na rodovia e na plataforma da correia transportadora, entre os quais valetas e sargetas de proteção de cortes e aterros, dissipadores de energia para saídas d'água e descidas d'água, caixas coletoras e bacias de amortecimento.

O posicionamento das estruturas hidráulicas para drenagem de cursos d'água nas transposições necessárias deverão ser alinhados com os talwegues para evitar que resulte em efeito de barramento das vazões a montante, criando-se áreas alagadas ou represamentos, que em geral provocam a morte da vegetação marginal e significativos distúrbios sobre a composição e estrutura da biota aquática.

Além da implantação do sistema de drenagem, o controle preventivo de erosão deverá considerar também a proteção vegetal das áreas expostas pelas obras de implantação dos sistemas de transporte, dando-lhes condições de resistência à erosão. Devem ser empregadas gramíneas para cobertura integral dos substratos, associadas a espécies leguminosas. A ocupação espontânea por espécies nativas deve ser incrementada com o plantio de mudas dessas mesmas essências florestais e de outras ocorrentes na região.

Durante a fase de operação da rodovia, os principais efeitos que devem ser mitigados são a emissão de poeiras, sobretudo durante os horários de tráfego mais intenso, e a instalação de processos erosivos. A emissão de poeiras na rodovia constitui um importante efeito adverso sobre a qualidade do ar e um impacto potencial sobre seus usuários, pelo risco que representa para o trânsito.

A rodovia que liga Porto Trombetas à mina no platô Saracá é um exemplo da importância desses efeitos e impactos, e está sempre em pauta nas reuniões sobre segurança promovidas pela MRN. Tanto que a empresa tem como meta asfaltar os 30 km de extensão dessa via, para suprimir a fonte de material particulado que o leito sem pavimentação constitui.

Com uma extensão muito inferior a essa, a rodovia que será implantada possibilita um sistema de aspersão por caminhões-pipa mais eficiente, inclusive com disponibilidade de água no percurso para abastecimento dos caminhões, principalmente durante o período de estiagem na região, que se estende de junho a outubro/novembro. A aspersão da via é necessária basicamente nas primeiras horas do dia e ao final da tarde, quando as condições atmosféricas não favorecem a dispersão de poeiras em suspensão.

Os efeitos da implantação dos sistemas de transporte para a fauna são mais importantes em relação à imposição de uma barreira física para algumas espécies, no caso da descontinuidade da mata para as espécies arborícolas, impedidas de transpor a rodovia, cuja largura interrompe o dossel da floresta, e para espécies terrestres no trecho em que o TCLD segue apoiado na superfície do terreno. Além disso, há também o risco de acidentes por atropelamento na estrada de rodagem. Nesse caso, a

conscientização do público usuário da via e a sinalização nos segmentos preferenciais de passagem são os principais atenuantes.

O aumento de pressão sonora e o movimento de tráfego também constituem efeito adverso sobre a fauna terrestre, principalmente para as espécies menos adaptadas ao convívio em áreas alteradas em suas condições naturais; e nesse sentido, a formação de uma cortina herbáceo-arbustiva além da faixa ocupada pela estrada/TCLD constitui medida apenas paliativa de pouco resultado prático.

Quando da avaliação dos efeitos e impactos ambientais da fase de expansão do empreendimento observou-se que a abertura das novas frentes de lavra tem impactos restritos sobre o meio antrópico, já que não implicarão em interferências diretas sobre as comunidades localizadas na área de intervenção. Na área de influência direta, no entanto, impactos poderão ocorrer em decorrência de uma possível atração de populações, despertada pela contratação de mão-de-obra pelas empreiteiras encarregadas de realizar os serviços necessários a implantação do empreendimento proposto.

As medidas mitigadoras a serem tomadas devem visar evitar o movimento desnecessário de populações e ao mesmo tempo privilegiar a seleção de mão-de-obra das comunidades próximas, mesmo porque a contratação é temporária - aproximadamente por 1 ano. Tal fato além de absorver pessoas que já trabalharam na MRN ou em empreiteiras, não implica na necessidade de recolocação, além de gerar renda e benefícios sociais para as comunidades locais.

Constatou-se ainda efeitos e impactos caracterizados como secundários, pois são decorrentes da implantação e operação de todo o complexo mineiro-industrial e portuário, não sendo consequência direta do plano de expansão, mas que podem persistir em decorrência do aumento da vida útil do empreendimento.

Tais impactos sobre o meio antrópico são decorrência da própria concepção de relacionamento estabelecido entre a empresa e as comunidades internas - empregados e seus familiares residentes na vila de Porto Trombetas, e a externa - a cidade de Oriximiná e os povoados do Moura, Boa Vista, Ajudante, Vila Paraíso e outros grupamentos sociais.

Para garantir uma condição de trabalho adequada a seus empregados e familiares foi construída uma Vila Residencial que atende a maioria dos requisitos necessários a uma boa qualidade de vida urbana, sem os problemas comuns à maioria das cidades brasileiras. A manutenção desse status de qualidade de vida urbana tem o objetivo de compensar os grupos sociais, principalmente aqueles provenientes de outras regiões do país, do isolamento que de alguma forma estão submetidos.

A infra-estrutura social para atendimento aos empregados é constituída de 1030 casas de bom padrão construtivo, alojamentos para os empregados solteiros, escolas do pré-escolar ao 2º grau completo, um

hospital bem equipado, com 36 leitos, atendimento odontológico, clubes de lazer, cine-teatro, supermercado, sistema de comunicação completo, rede de televisão própria. Todo esse complexo urbano possui iluminação pública, serviço de água e esgoto, ruas asfaltadas, e até mesmo uma concepção urbanística que contempla aspectos paisagísticos como uma boa arborização e espaços verdes, visando garantir um elevado padrão de vida.

Por outro lado, essa garantia implica também numa segregação das comunidades vizinhas que tem o acesso restrito aos benefícios sociais da Vila Residencial, exceção ao acesso à escola e ao hospital para as pessoas cadastradas quando da implantação e funcionamento do empreendimento.

Essa concepção do ponto de vista do empreendedor é plenamente justificável como forma de controle social necessário ao bom funcionamento do empreendimento. Porém, para as comunidades localizadas nas imediações tal concepção implica em uma profunda injustiça social, considerando a sua antecedência no local e principalmente a falta de condições de acesso a indicadores básicos de um nível de vida digna.

O recolhimento correto dos impostos, tributos e encargos sociais e a concessão de alguns benefícios aos moradores mais antigos constituem hoje as responsabilidades sociais da MRN, que no entanto merecem ser reavaliadas, principalmente a partir da perspectiva do desenvolvimento sustentável. Assim considerando, a exploração de um recurso natural não-renovável exige uma contrapartida para a sociedade, através de um maior comprometimento para a formação de uma economia regional acessível aos grupos sociais. Nesse sentido é que algumas medidas mitigadoras e compensatórias devem ser contempladas para o município de Oriximiná e particularmente para as comunidades que se localizam na área de influência direta. Apesar do nível de organização social reivindicatório ser muito incipiente nessas comunidades, constatou-se nas entrevistas com lideranças locais que existe uma frustração latente, pois a MRN não trouxe para a região os benefícios sociais imaginados.

Além desses impactos considerados adversos, o empreendimento também apresenta ações positivas onde a atuação da MRN é fundamental, mesmo quando não está vinculadas diretamente ao empreendimento. Entre estas ações pró-ativas podem ser citadas:

- convênio IBAMA/MRN para conservação das áreas da Reserva Biológica do Rio Trombetas com 385.000 hectares e da Floresta Nacional Saracá-Taquera com 429.600 hectares, compreendendo o apoio técnico, científico e financeiro da MRN para o desenvolvimento de ações concretas de proteção às unidades de conservação. Desse convênio cabe salientar a atuação integrada para proteção dos habitats favoráveis a reprodução das tartarugas da Amazônia, no rio Trombetas, com resultados expressivos;
- a recuperação ecológica do lago Batata, onde até 1989 foram lançados os efluentes da mineração. O lago, um típico ecossistema de águas claras, foi parcialmente comprometido com resultados adversos para a fauna e flora aquáticas, conforme estudos realizados desde 1989. As pesquisas

realizadas, compostas de ensaios sistemáticos identificaram as medidas técnicas a serem realizadas ao longo dos anos. Os resultados vem sendo regularmente acompanhados por rigoroso programa de monitorização, com indicativos positivos de recuperação ecológica do lago. As atividades realizadas de forma pioneira, além da recomposição do lago Batata, tem possibilitado o desenvolvimento de tecnologias de recuperação de ambientes aquáticos tropicais, e também a formação de pessoal qualificado para este tipo de trabalho;

- a reabilitação das áreas mineradas para a extração da bauxita consistiu em outra medida de controle ambiental pioneira, devido ao processo adotado de recuperação do terreno, a escolha e a utilização integral de espécies nativas. O programa de reabilitação compreende desde a seleção das espécies, a produção de mudas, até o acompanhamento sistemático de recuperação das áreas sob o aspecto botânico, pedológico, faunístico e ecológico. Para a melhoria dos procedimentos utilizados a MRN mantém convênios com a EMBRAPA para realização de pesquisas com espécies nativas na revegetação de áreas mineradas e de deposição de rejeitos.

2 - REABILITAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

2.1 - Definição de Uso Futuro

A seleção das modalidades de uso e ocupação do solo de uma região ou área específica é objeto de planejamento ambiental do espaço, considerando-se critérios de análise locacional e de acessibilidade, sócio-econômica, cultural, geo-biofísica e climática, entre outros, visando propostas adequadas de ocupação. Esta análise, consubstanciada na descrição de indicadores de aptidão ambiental às diversas alternativas de uso propostas, conduzirá à seleção das formas de ocupação mais compatíveis com a vocação natural da área.

No que importa aos aspectos relativos à situação geográfica, a área de influência da Mineração Rio do Norte está circunscrita em áreas de concessão mineral localizadas num espaço ocupado por grandes extensões de floresta tropical úmida, dentro dos limites de uma unidade de conservação da natureza - a Floresta Nacional Saracá-Taquera, sob a responsabilidade administrativa do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, cuja expectativa em relação ao aproveitamento futuro das áreas degradadas é o de torná-las aptas novamente à produção florestal.

Neste aspecto, a primeira questão a se levantar, portanto, é pertinente ao IBAMA. Trata-se do zoneamento da Floresta Nacional Saracá-Taquera, definindo os usos possíveis dentro dos limites da unidade de conservação, principalmente quanto a função destinada à área hoje minerada. A partir daí os trabalhos de reabilitação poderão ser melhor direcionados tendo uma meta específica a cumprir.

KNOWLES (1980) sugere alguns possíveis usos futuros para as áreas recuperadas:

- pastagem para criação de gado de corte e laticínio;
- culturas agrícolas de curto prazo;
- culturas a prazo médio para frutas ou sementes;
- plantações silviculturais a longo prazo:
 - com árvores indígenas para frutas, castanhas ou látex;
 - com árvores indígenas para produtos madeireiros e combustível;
 - com árvores exóticas para produtos madeireiros e combustível.

Estas possibilidades de usos futuros de cunho econômico devem ser levadas em consideração quando se depara com a população humana que a própria atividade da MRN atrai de forma indireta para seus arredores. Esta população, em grande parte vivendo na pobreza absoluta, deveria ser, desde já, alvo de orientação por parte da MRN e também do IBAMA, visando algum tipo de exploração racional considerando as peculiaridades do ecossistema amazônico e as diretrizes de manejo da Floresta Nacional Saracá-Taquera.

RUIVO (1993) coloca que " o aproveitamento econômico dos solos minerados poderia evitar o desmatamento de novas áreas de floresta e fixar o homem no campo gerando empregos à população que geralmente aglomera-se na periferia dos grandes projetos de mineração."

Levando-se em conta a fragilidade estrutural do solo e a potencialidade da vegetação arbórea amazônica, a melhor forma de exploração econômica na região certamente passa pelo extrativismo florestal conciliada com uma agrossilvicultura sustentada, onde se cultivam essências florestais consorciadas com lavouras comerciais para uma maior estabilidade do sistema (COPIJN, 1987).

Por outro lado, mesmo não havendo ainda a definição por parte do IBAMA do zoneamento da Floresta Nacional Saracá-Taquera, os trabalhos de reabilitação das áreas mineradas devem continuar visando a formação de um ecossistema florestal com auto-sustentação. A tipologia das áreas degradadas na mina permite que a reabilitação seja conduzida neste sentido, reintegrando as áreas de intervenção da MRN, especialmente as deste projeto de expansão, ao uso silvicultural, compatível com os objetivos da categoria de manejo estabelecida com a Floresta Nacional Saracá-Taquera.

2.2 - Identificação das Áreas Degradadas

Os cerca de 850 ha da área de intervenção do Projeto de Expansão da MRN que deverão ser reabilitados, possuem pouca distinção em relação à tipologia das áreas degradadas devido à compacidade de suas intervenções, que contêm no mesmo espaço as áreas de lavra, deposição de estéril e rejeito. Do ponto de vista ambiental este é o procedimento ideal na atividade minerária, a cava é aberta, é feita a lavra do minério e em sequência a cava é tampada, resgatando-se a conformação original do terreno, novamente apto a usos múltiplos após a reabilitação. Tudo isso sem que seja necessário estocar material ou formar pilhas de estéril ou barragens de rejeito em outras áreas.

Na superfície dos platôs Saracá e Papagaio, onde serão desenvolvidas as atividades de mineração nesta fase de expansão, está incluída quase toda a área de intervenção, ocupando, respectivamente, 523 ha e 297 ha em cada platô, com o restante (30 ha) correspondendo à faixa de implantação dos sistemas de transporte entre os dois platôs.

A principal distinção na tipologia das áreas degradadas nos platôs corresponderão à constituição dos substratos das superfícies reabilitadas das minas, que será semelhante entre o platô Papagaio e as áreas de substrato formado pela disposição de estéril no platô Saracá, ambas distintas daquelas superfícies cujo substrato seja o rejeito, depositado nos reservatórios existentes apenas no platô Saracá, onde fica a planta de lavagem do minério.

Ao longo da faixa a ser ocupada pelos sistemas de transporte os ambientes são mais variados entre áreas de cortes, de aterros, rampas e taludes, além do próprio leito da rodovia e da plataforma do transportador de correia. A largura da maior parte do trecho deverá ser de 30 m onde rodovia e TCLD

estão conjugados em paralelo, nos trechos em que se afastam as áreas de intervenção se ampliam, apesar da menor largura da estrada (23 m), em razão das estradas de manutenção do TCLD com 15,50 m de largura em pequeno trecho onde a correia não será aérea.

2.3 - Processo de Reabilitação

Entendida como um processo, a reabilitação de áreas degradadas pela atividade minerária está vinculada à atividade de lavra e beneficiamento mineral, exigindo procedimentos e medidas prévias para consecução de seus objetivos finais. A reabilitação deve ser finalizada muito tempo após o término da vida útil da mina, quando as relações entre os componentes bióticos e o ambiente apresentarem condições de equilíbrio. O uso futuro da área degradada determinará as diretrizes e procedimentos que deverão ser aplicados à reabilitação.

Segundo WILLIANS (1982) o processo de reabilitação consiste nas práticas que tem por finalidade recompor a paisagem que foi perturbada pela atividade minerária. As etapas deste processo são, segundo DIAS (1981), as seguintes:

- decapeamento da camada de solo e armazenamento para uso posterior;
- terraceamento;
- recobrimento da área com camada de solo armazenado;
- correção da acidez do solo;
- fertilização química e orgânica;
- práticas de caráter hídrico;
- práticas de caráter vegetativo.

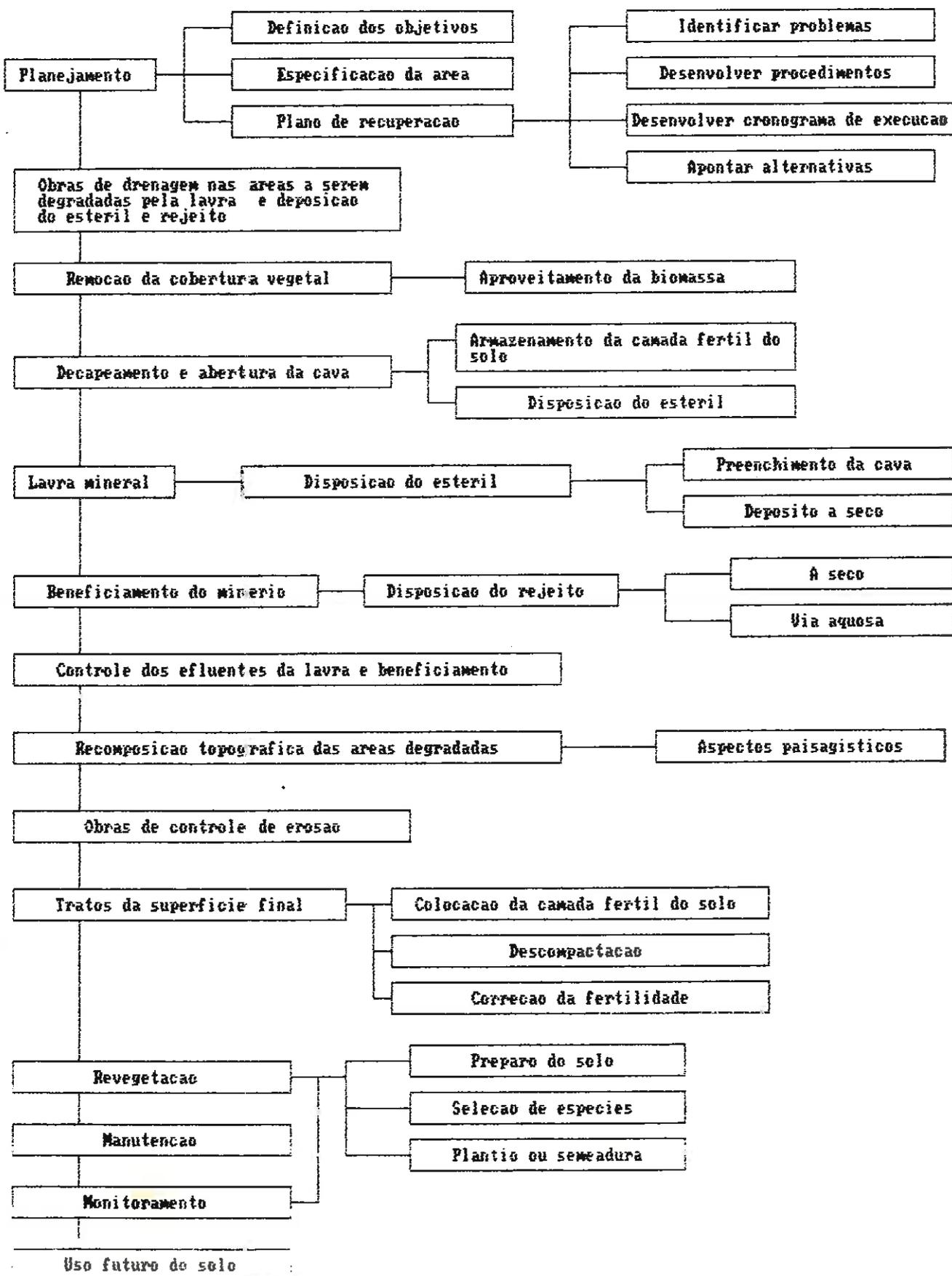
A partir de uma estruturação proposta por BARTH (1989), para a execução de programas de controle ambiental, no Manual de Recuperação das Áreas Degradadas pela Mineração, editado pelo IBAMA, é apresentado um fluxograma do planejamento e execução do processo de reabilitação, contendo as etapas e atividades que devem ser desenvolvidas nos trabalhos. A Figura V.2.1 mostra a sequência proposta por WILLIANS et al. (1990).

Os trabalhos de reabilitação das áreas mineradas na MRN são iniciados logo após a operação de desmate. As madeiras de bom aproveitamento são destinadas à serraria e as demais, juntamente com as raízes e os galhos mais grossos, são jogadas no fundo das cavas exauridas e a seguir cobertas com o material estéril. Este material lenhoso era, anteriormente, em parte queimado no campo e em parte utilizado na termoelétrica, que hoje é movida a óleo diesel.

O solo superficial orgânico juntamente com a serrapilheira, a qual durante o processo de desmate é consideravelmente acrescida das folhas e galhos finos das árvores derrubadas, são então armazenados durante um período máximo de um ano

FIGURA V.2.1

FLUXOGRAMA DO PLANEJAMENTO E EXECUCAO DA REABILITACAO
 Segundo Williams, Bugin et Reis (1990). Modificada



O material estéril que recobre a jazida de bauxita é retirado e disposto imediatamente sobre os troncos e galhadas dentro das cavas exauridas. O terreno é então aplainado e o solo orgânico espalhado por cima das superfícies reabilitadas.

Após este processo se faz a escarificação do solo e são plantadas as mudas de espécies arbóreas, provindas em sua maioria de sementes coletadas na própria floresta da região e cultivadas no viveiro da MRN. Algumas exóticas são incluídas neste processo, tais como o eucalipto, a leucena e *Acacia mangium*.

A modificação ambiental acarreta diversos problemas ecológicos conforme listado por KNOWLES (1980):

1. perfil do solo totalmente novo, resultado da mistura de todos os horizontes;
2. solo incompletamente compactado e sujeito a compactação natural, especialmente durante as chuvas;
3. reduzida retenção de água no solo;
4. composição química do solo novo desconhecida, sendo possivelmente inferior ao original;
5. a possibilidade de existir camadas impermeáveis formadas pelo uso de equipamentos pesados durante a estação chuvosa;
6. condições de plena luz, sujeita a radiação solar o dia inteiro e chuvas pesadas;
7. macro-fauna ausente ou rara, e sujeita a um micro-clima incompatível;
8. a perda quase total das sementes existente na camada primitiva do solo, e a impossibilidade de recuperar tal situação;
9. ausência quase total da fauna original do ecossistema primitivo, eliminando assim a disseminação de sementes das matrizes.

Apesar destes problemas apresentados, esta prática de reabilitação vem mostrando resultados como aponta o levantamento da cobertura vegetal na área de plantio.

Nas áreas onde utilizou-se maior quantidade de solo orgânico sobre o terreno a vegetação apresenta-se com porte arbóreo, atingindo uma altura de até 12 m, enquanto onde não foi usado a vegetação desenvolveu-se de forma raquítica. As áreas revegetadas, apesar da grande diferença florística com a floresta original (índice de similaridade de 14%), mostraram possuir indícios de uma estrutura auto-suficiente de ciclagem de nutrientes e energia podendo vir a apresentar o aspecto de floresta ao longo do tempo. Prazo este, segundo PEREIRA E KNOWLES (1986) de 40 anos e segundo FILHA et al (1990) se estende por 250 anos, o que talvez esteja mais próximo da condição climática existente anteriormente.

A importância do uso do solo orgânico para a revegetação das áreas mineradas é enfaticamente realçada por PEREIRA e KNOWLES (1986), FERRAZ (1990), KNOWLES (1992).

Recentemente, o processo de mineração na MRN ganhou um novo elemento e que brevemente tornar-se-á um novo desafio para o trabalho de reabilitação. Trata-se das áreas ocupadas no platô Saracá pelos reservatórios de contenção de rejeitos. A lama ali armazenada contém grande proporção de sólidos extremamente finos e com alto poder de contração e coesão quando ressecada, tornando o substrato de difícil penetração para as raízes dificultando o desenvolvimento dos vegetais, o que ainda é agravado pelo baixo potencial nutritivo do solo.

A extensão das áreas a serem reabilitadas exigem uma grande disponibilidade de solo orgânico para cobertura dos substratos. Considerando-se as necessidades anuais da MRN para cumprimento de seu cronograma de recomposição dos substratos e da cobertura vegetal das áreas mineradas no platô Saracá é preferível que os solos orgânicos de Saracá III sejam imediatamente aplicados nas áreas a serem reabilitadas, ou mesmo como incremento em áreas onde foram feitos plantios sem aplicação de solo orgânico.

As camadas de solo orgânico retiradas da faixa de intervenção da estrada/TCLD também devem ser imediatamente dispostas nas áreas em reabilitação no platô Saracá, ou estocadas para aplicação nas áreas degradadas da própria estrada, sobre superfície de aterros e taludes de cortes, visando a sua rápida revegetação.

No platô Papagaio, as camadas de solo orgânico removidas inicialmente deverão ser estocadas até que áreas lavradas estejam disponíveis à reabilitação. O armazenamento deste solo deve ser feito de maneira a evitar prejuízos à riqueza de substâncias contidas na camada fértil, aplicando-se inclusive cobertura de gramíneas para proteção de suas qualidades microbiológicas e nutricionais.

O déficit em volume de solo orgânico para utilização nas áreas a serem reabilitadas deve ser compensado pela aplicação de composto orgânico, produzido a partir de uma unidade de compostagem a ser implementada pela MRN, empregando como matéria-prima os resíduos orgânicos domésticos e restos vegetais provenientes da manutenção de jardins, como folhas, aparas de grama, etc. Para isto, é necessária a consolidação do programa de coleta seletiva de lixo em Porto Trombetas.

Paralelamente, visando também a produção de biomassa para agregar matéria orgânica aos substratos, tanto das áreas reabilitadas com material estéril quanto nos reservatórios de rejeito, os terrenos deverão ser preparados para plantios de fertilização e recuperação dos solos, etapa preliminar para torná-los aptos aos cultivos previstos para o uso silvicultural das áreas.

Essa etapa consiste em acumular o máximo de material orgânico no solo mediante a introdução de espécies leguminosas por semeadura e/ou coveamento. Estas plantas irão fixar nitrogênio no solo na medida em que se desenvolvem e ao atingirem determinado porte, antes de iniciar-se a floração, devem ser cortadas a uma certa altura do solo, deixando-se a cobertura morta sobre a superfície. Esse

procedimento deve ser repetido sucessivamente durante dois anos em cada área, incrementando-se o plantio de leguminosas durante este período. Posteriormente, procede-se então ao corte das leguminosas e demais espécies herbáceas que tenham se desenvolvido nessas áreas, incorporando esta matéria orgânica ao solo no momento do plantio das espécies florestais.

Ao longo da fase de preparação das áreas de plantio, o tratamento com leguminosas deverá ser feito consorciando-se várias espécies com diferentes ciclos de floração e produção de biomassa, conforme relacionado na Tabela V.2.1, apresentada a seguir. Às leguminosas poderão se associar também girassóis, que chegam a produzir 14 ton/ha/ano, de biomassa verde, e capim elefante (Napier) com uma produção de 25/ton/ha/ano de biomassa seca.

TABELA V.2.1
Características de Espécies Leguminosas para Adubação Verde

ESPÉCIE	NOME VULGAR	CICLO DE FLORAÇÃO nº de dias	BIOMASSA VERDE Ton/ha/ano	QUANTIDADE DE SEMENTE kg/ha
<i>Cajanus cajan</i>	feijão guandu	180 a 210	9 a 33	80
<i>Canavalia ensiforme</i>	feijão de porco	80 a 90	18 a 30	70
<i>Crotalaria juncea</i>	crotalária	120	16 a 54	54
<i>Crotalaria paulinea</i>	crotalária	130	37 a 42	50
<i>Dolichos lab-lab</i>	lab-lab	120 a 140	7 a 44	25 a 50
<i>Glycine wightii</i>	soja perene	-	8 a 10*	-
<i>Stizolobium aterrimum</i>	mucuna preta	150	10 a 30	70
<i>Stylosanthes guianensis</i>	estilosantes	-	32	2 a 6

* biomassa seca

Fonte: Guia Rural Anuário 1991. Ed. Abril/91

Os plantios subsequentes à etapa de recuperação dos solos deverão empregar espécies florestais nativas, predominante, conforme a seleção de essências já utilizadas pela MRN nos plantios executados nas áreas reabilitadas no platô Saracá. Entretanto, a etapa inicial do reflorestamento deve privilegiar espécies pioneiras, heliófilas arbustivas e arbóreas para oferecerem condições ambientais adequadas à introdução de espécies com heliofilismo tardio. Entre as espécies pioneiras que podem colaborar na recuperação do solo e na preparação de ambiente florestal são listados algumas na Tabela V.2.2, a seguir, indicando o ambiente propício a cada uma delas.

Durante os dois primeiros anos de reabilitação do substrato, os plantios de leguminosas deverão exigir cortes sucessivos segundo o ciclo de floração de cada espécie para adubação verde, além de reaplicação de composto orgânico e replantios necessários através de sementeiras a lanço ou por hidrossemeadura, principalmente nas áreas de cortes e aterros da rodovia Saracá-Papagaio. Considerando-se o regime de precipitações na região de Porto Trombetas é possível obter-se dois ciclos de floração anual de cada espécie, incrementando-se o processo de recuperação do solo com o maior aporte de matéria orgânica nos dois cortes por ano

Após esta primeira etapa de plantio de leguminosas, os plantios de espécies pioneiras deve preceder os plantios das essências florestais tardias, que devem ser incrementadas progressivamente. Com a evolução no processo de recuperação do substrato e da cobertura vegetal deverão ser feitos plantios de reposição e repetição de semeadura em alguns locais onde os resultados ainda não sejam satisfatórios.

TABELA V.2.2
Principais Espécies com Tendência Pioneira

ESPECIE	AMBIENTE PROPÍCIO
<i>Adenocalymma</i> sp	trepadeiras solos estéreis
<i>Apocinaceae</i>	trepadeiras - orlas
<i>Bignoniaceae</i>	trepadeiras - orlas
<i>Bellucia imperialis</i>	orlas
<i>Byrsonima</i> spp	orlas
<i>Cassia</i> spp	orlas
<i>Callyptranthes</i> sp	orlas
<i>Calliandara</i> sp	solos úmidos
<i>Cecropia</i> spp	solos estéreis, solos úmidos, orlas
<i>Clidemia aff. hirta</i>	orlas
<i>Croton</i> sp	orlas, solos estéreis
<i>Crotolaria</i> sp	solos úmidos
<i>Cyperus</i> sp	solos estéreis
<i>Didymopana morototoni</i>	orlas
<i>Ficus paraensis</i>	solos estéreis
<i>Heteropteris</i> sp	treladeira - solos estéreis
<i>Hamelia</i> sp	orlas
<i>Humiria</i> sp	solos estéreis
<i>Jacaranda copaia</i>	orlas
<i>Lantana camera</i>	orlas
<i>Montrichardia arborescens</i>	solos encharcados
<i>Myrtaceae</i>	orlas
<i>Passiflora coccinea</i>	orlas
<i>Serjanea</i> sp	orlas
<i>Solanaceae</i>	orlas
<i>Solanum grandiflorum</i>	orlas, solos estéreis
<i>Sollanum paniculatum</i>	orlas, solos estéreis
<i>Solanum spp</i>	orlas
<i>Theaceae</i>	orlas
<i>Trema micrantha</i>	orlas, solos estéreis
<i>Vismia</i> spp	orlas, solos estéreis
<i>Xylopia</i> sp	solos úmidos

**VI - PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO E
MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL**

1 - MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL

No âmbito da Política Ambiental da MRN, em 1992, foi elaborado um Plano de Monitorização na área de influência do empreendimento, abrangendo as atividades desenvolvidas na vila de Porto Trombetas e na Mina Saracá. Com a finalidade de avaliar a qualidade ambiental na região, o planejamento e o dimensionamento da rede de Monitorização envolveu as áreas industriais e comunitárias em Porto Trombetas, a área de intervenção da rodo-ferrovia e a área de lavra e beneficiamento no platô Saracá, considerando as fontes de poluição atmosférica, hídrica e sonora.

A rede de monitorização é composta de 11 estações de qualidade do ar, 28 pontos de qualidade de água superficial, 10 pontos de qualidade da água subterrânea e 17 pontos de medições sonoras. A MRN iniciou em 1994 a execução do Plano de Monitorização Ambiental, sendo que, em função das atividades industriais e minerárias, a avaliação da qualidade da água teve papel primordial nos levantamentos.

Tendo em vista a expansão das atividades minerárias da MRN, principalmente a abertura da Mina Papagaio e construção de acesso e sistema de transporte de minério para o empreendimento, propõe-se que, além do escopo estabelecido no Plano de Monitorização Ambiental, seja executado um programa específico de medições no igarapé Saracá, bacia hidrográfica sujeita aos impactos diretos do Projeto de Expansão, especialmente durante a fase de implantação e início de operação da lavra.

2 - INSTRUMENTAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DE REJEITO

Objetivos da Instrumentação

A instrumentação de um depósito de rejeitos tem como objetivo básico a obtenção de dados que permitam o acompanhamento do adensamento do material em cada etapa de lançamento e da variação de sua densidade com a profundidade no reservatório e com o tempo decorrido do início da deposição.

No primeiro caso, os dados coletados permitem liberar novas etapas de lançamento de rejeitos no reservatório. Complementarmente, permite interpretar a potencial traficabilidade sobre os rejeitos, características muito importantes quando etapas sucessivas de alteamento do maciço se dão para montante, sobre as praias de rejeitos anteriormente lançados.

No segundo caso, os dados coletados permitem a avaliação das Leis de Comportamento (compressibilidade e permeabilidade) de um rejeito conforme depositado. Complementarmente e de importância para o caso de barragens alteadas com os próprios rejeitos pelo método de montante, a instrumentação pode indicar o ganho de resistência ao cisalhamento do material em função do seu adensamento, ou seja, da variação de densidade do material.

É importante notar que estas leis ao serem determinadas em laboratório numa fase inicial de estudos, podem vir a resultar algo diferentes na deposição de campo do material.

As variações físico-químicas existentes no material, devidas às heterogeneidades das jazidas e as alterações de beneficiamento e de lançamento no reservatório, são parcialmente "homogeneizadas" na deposição. Sua variação passa a ser notada ao longo do tempo, em outro ritmo de alteração. Estes fatores são de difícil incorporação em laboratório, gerando a necessidade de acompanhamento no campo.

Os objetivos de uma instrumentação podem ser atendidos a partir da interpretação dos dados fornecidos por equipamentos especiais fixos em determinadas posições do reservatório, ou a partir da realização de campanhas específicas de instrumentação dos rejeitos com equipamentos portáteis recuperáveis.

O objetivo final da instrumentação é o de obter valores de índice de vazios e , associados a valores de pressão efetiva (*Error! Bookmark not defined.*) e de coeficiente de permeabilidade K , atuantes na mesma cota. Complementarmente, e de grande importância, a contínua quantificação da massa total e do teor de sólidos dos rejeitos lançados permitirá que análises rigorosas sejam desenvolvidas, e que o plano de deposição seja continuamente ajustado ao longo do tempo.

Essa filosofia de trabalho é equivalente a de elaboração e implantação de um plano de lavra, no qual as informações coletadas em novas campanhas de sondagens e nas frentes de trabalho são lançadas em programas de análises que possibilitam uma contínua otimização da relação estéril/minério das etapas seguintes de lavra do minério.

O acompanhamento rotineiro e expedito do rejeito propriamente dito, permite a interpretação da potencial tendência de variação do material em deposição. Os resultados destes ensaios podem ser utilizados no desenvolvimento de Leis de Comportamento atualizadas e revisões/otimizações no plano de deposição dos rejeitos.

Tipos de Instrumentos

Instrumentos Fixos

A instrumentação de um reservatório de rejeitos com equipamentos fixos visa principalmente atender à proposição de coletar dados de documentação de término de adensamento em determinada etapa de lançamento de rejeito, e envolve:

- medidores de pressões neutras (piezômetros);
- medidores de recalque.

Esses instrumentos devem ser bem estudados antes de sua especificação, de maneira a terem precisão compatível com os valores previstos e terem confiabilidade ao longo da vida útil do reservatório. Exemplificando, no caso de rejeitos é previsível a necessidade de leitura de grandes valores de deformação vertical (adensamento ou recalque) e valores diminutos de sobrepressão neutra.

A instrumentação de um reservatório de rejeitos com série de equipamentos deste tipo permite somente a verificação e comprovação do término do adensamento de uma etapa de deposição pela estabilização dos recalques e das pressões neutras em seu valor hidrostático.

Campanhas de Instrumentação

Como alternativa à instalação de equipamentos na massa de rejeitos, é possível o desenvolvimento de campanhas específicas e planejadas para fornecer baterias de dados importantes para as interpretações e acompanhamentos do comportamento dos rejeitos.

Estas campanhas de instrumentação incluem o uso de amostradores de parede fina e pontas penetrométricas com piezômetros instalados em sua extremidade, especiais para rejeitos.

A filosofia destas campanhas é a de coletar informação de perfis de umidade dos rejeitos, lado a lado com a informação da pressão neutra existente.

A partir da informação da umidade, conhecida a densidade dos grãos do rejeito e impondo-se sua saturação, calcula-se sua densidade. Desta densidade se calcula os valores de pressão totais associados a cada profundidade, que por sua vez permitem o cálculo das pressões efetivas por subtração das pressões neutras atuantes na mesma profundidade e obtidas com o piezômetro. Dessa forma, se obtém informação suficiente para postular a Lei de Compressibilidade do rejeito, conforme lançado no reservatório.

A obtenção da Lei de Permeabilidade de campo pode ser realizada a partir da realização de ensaios cuidadosos, com a própria ponta porosa do piezômetro. Os cuidados especiais são necessários uma vez que, em função da baixa densidade dos rejeitos, o próprio ensaio poderia gerar seu fraturamento hidráulico pela imposição de altas pressões de água em ensaios de queda de carga hidráulica, ou sua consolidação em ensaios de retomada de carga. A experiência disponível indica preferência pelos ensaios de retomada de carga hidráulica.

Eventualmente, pode vir a se demonstrar necessária a obtenção de informações diretas ou indiretas da resistência ao cisalhamento de um rejeito conforme depositado e de sua potencial compacidade (e o potencial de liquefação a ela associado). Nestes casos, o uso de equipamentos tipo Vane, sondagens a percussão tradicionais SPT, ensaios penetrométricos associados ou não a leituras de pressões neutras CPT ou CPTU podem ser viabilizados. É sempre importante verificar a adequabilidade dos equipamentos em função da baixa compacidade dos rejeitos, que podem ser tão robustos que impeçam a obtenção de dados nos universos de escala pretendidos.

3 - AVALIAÇÃO DAS ÁREAS REFLORESTADAS

A MRN tem realizado constante acompanhamento dos trabalhos de reabilitação das áreas degradadas para avaliar resultados das atividades de recomposição do substrato e da cobertura vegetal implantada nas antigas áreas de lavra no platô Saracá. O acompanhamento envolve avaliações realizadas pelo próprio pessoal técnico da empresa e também de consultores especializados para avaliação do comportamento do reflorestamento já realizado, nos aspectos relacionados ao solo e ao desenvolvimento das espécies vegetais plantadas.

Desse trabalho de acompanhamento e avaliação resultam uma série de revisões, recomendações, medidas e ações visando otimizar o processo de recomposição do solo e da vegetação, dentre as quais sempre se destaca a conclusão de que os melhores resultados alcançados correspondem às áreas onde foram feitas aplicações de solo orgânico. O direcionamento de novas práticas e pesquisas também é apontado a partir do acompanhamento dos resultados, bem como a observação de comportamento e seleção de novas espécies para uso no reflorestamento.

Para grandes empreendimentos minerários, é condição primordial, para a execução de um plano de reabilitação, o desenvolvimento de pesquisas básicas de revegetação nas áreas degradadas, com a finalidade de aprimorar procedimentos e técnicas e acelerar o processo de sucessão vegetal. No caso da MRN, conforme já mencionado, além destes dois fatores, é importante a realização de pesquisas básicas, tendo em vista a inexistência de dados e informações práticas sobre a revegetação de áreas degradadas na região amazônica, além da sua própria experiência.

Há uma variedade muito grande de experimentos que podem ser pesquisados, tais como a adequação de espécies, correção do solo, microbiologia, botânica, fauna, sobrevivência de espécies, testes de progênes, práticas de manejo, etc. Recomenda-se que o programa de pesquisas faça uma abordagem multidisciplinar dos vários assuntos a serem investigados, utilizando um sistema integrado de estudo científico, e não experimentos isolados. Cabe ressaltar a necessidade de prever e manter um controle estatístico dos experimentos, objetivando validar as pesquisas e fornecer resultados confiáveis cientificamente.

Nesse sentido, a MRN iniciou o desenvolvimento de pesquisas direcionadas ao processo de reabilitação dos reservatórios de rejeito, reunindo um grupo de especialistas para realização de estudos dos diversos aspectos mencionados, visando dar início aos trabalhos na área do primeiro reservatório que estará disponível a partir de 1995 e estender esta experiência aos demais reservatórios que ocuparão uma superfície expressiva do platô Saracá com a evolução das atividades minerárias da MRN.

BIBLIOGRAFIA

Ab' Saber, A.N. 1971. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. **III Simpósio sobre o cerrado**. Anais.: 1-14. Edit. Universidade de São Paulo e Editora Edgard Blucher.

AIMEX, 1993. **Estatística de exportação**. Associação das Indústrias Exportadoras de Madeira do Estado do Pará. Belém, PA.

Andrade-Lima, D. 1966. A vegetação. in **Atlas Nacional do Brasil**, Instituto Brasil. de Geogr. e Est. (IBGE). Cons. Nac. Geogr. Rio de Janeiro, RJ.

Assad, R. 1976. Bauxita na Bacia do Porto Trombetas In: **Congresso Brasileiro de Geologia**, 29, Ouro Preto, 1976, **Resumo dos Trabalhos**, Belo Horizonte, SBG, p 398.

_____ 1978. Depósito de Bauxita na Amazônia In: **Congresso Brasileiro de Geologia**, 30, Recife, Anais Recife, vol. 6 p 2511-16

Braga, P.I.S. 1979. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica. **Acta Amazônica** (suplemento) 9 (4) : 53-80.

Braun-Blanquet, J. 1979. **Fitosociologia. Bases para el estudio de las comunidades vegetais**. H. Blume Ediciones. Madrid.

Cavalcante, P.B. 1976. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Terceira edição. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Manaus, Am. 176 pp.

Contribuição ao Estudo Taxônomico das Espécies de *Urinopsis frier* (Annonaceae) na Amazônia Legal. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Botânica** vol. 5, dez 1988 nº 2.

Companhia Vale do Rio Doce 1974. **Projeto alumínio na região Amazônica**. Relatório preliminar. 29p

_____ 1980. **Projeto Trombetas**. Revista. Rio de Janeiro, 1. (2): 21-28.

Copijn, A.N. 1987. **Agrossilvicultura sustentada por sistemas agrícolas ecologicamente eficientes** - Projeto Tecnologias Alternativas. Caderno 1. FASE - Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional. Rio de Janeiro, RJ.

Correa, M.P. 1969. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Ministério da Agricultura. Vols. I, II, III, IV, V e VI. Rio de Janeiro, RJ

- Costa, N.M.M. Distribuição estratigráfica e biocronológica de Quitirozoário da Formação Trombetas, Estado do Pará. In: **Congresso Brasileiro de Geologia, 23**, Porto Alegre. 1974. Anais, vol 2, p 177 - 203.
- Denevan, W. M. The aboriginal population of Amazonia In: W.M. Denevan (ed), **The native population of The American in 1942**. University of Wisconsin Press, Madison. pp. 205-234. 1976.
- DOCEGEO - **Bauxita de Trombetas, Shell e Alcoa donatárias por 40 anos**. Relatório Reservado. Rio de Janeiro abr. 1981.
- Dias, A.C. 1981. Recomposição paisagística de áreas de mineração de bauxita. **I seminário Regional sobre Conservação da Natureza. SERCON/SUL**. Escola Superior de Lavras, Lavras, MG.
- ESTUDOS E PESQUISAS RECURSOS NATURAIS E MEIO AMBIENTE. **Sistema de Informação de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. Sistematização de Dados sobre a Fauna Brasileira. Tomo III.
- FAO, 1973. **Levantamentos Florestais realizados pela missão FAO na Amazônia (1956-1961)**. Ministério do Interior - SUDAM - Belém, PA. Vol. I E II.
- FCAP. Faculdade de Ciências Agrárias do Pará - Depto. de Ciências Florestais. 1991. **Inventário Florestal de 1800. 2ha da Floresta Nacional de Saracatucuera - Município de Oriximiná - Pará**. Mineração Rio do Norte SA. Relatório.
- Fernandes, A. e Bezerra, P. 1990. **Estudo fitogeográfico do Brasil**. Stylus Comunicação, Fortaleza, CE. 205 pp.
- Ferraz, J. 1990. Diagnóstico do reflorestamento em áreas degradadas na mina Saracá (Porto Trombetas-PA). **VI Congres. FI. Brasil**. Campos do Jordão, SP. Anais...
- Ferreira, C.A.C. 1980. **Relação de alguns taxa ocorrentes na bacia do rio Trombetas e seus afluentes**. INPA. Relatório de pesquisa. Texto não publicado.
- Ferri, M.G. 1980. **Vegetação brasileira**. Ed. Itatiaia. Belo Horizonte, MG. 157 pp.
- Filha, I.G. et al. 1990. A mineração de bauxita no vale do Trombetas. Estudo de Meio Ambiente e uso do solo. **Revista Brasil Geogr.** 52(3) 41-82

Gery, J. The Freshwater fisher of South América In: **E. J. FITTKAV.** et all. 1969. **Biogeography and Ecology in South América.** Dr. W. Junk N. Y., Publs. The Hogue Typography T. Geodewaagem, Bennekom, Netherlands pp. B29-847.

Harper, J.L. 1983. **Population Biology of Plants.** Academic Press, New York. p.11-113.

Hernalsteens, C. M. de O. Bauxita de Porto Trombetas. In: **Congresso Brasileiro de Geologia, 32,** Salvador, 1982. Anais, Salvador. Vol 3, pp. 1100-14.

IBGE. 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. **Manuais Técnicos em Geociências 1.** 92 pp. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

_____ 1993. **Mapa de vegetação do Brasil.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

INPA, 1991. **Catálogo de madeiras da Amazônia.** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM. 161 pp.

_____ 1982. **Inventário Florestal no rio Trombetas.** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Depto de Silvicultura. Relatório. 49 pp.

Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Pará. **Projeto Trombetas. Erepecurú, pesquisa mineral.** Relatório Final de Reconhecimento. Belém, Coordenadoria de Documentação e Informação. 1977.

Kageyama, P.Y. Castro, C.F.A. e Carpanessi, A.A. 1989. Implantação de matas ciliares: estratégias para auxiliar a sucessão secundária. in **Simpósio sobre Mata Ciliar, Anais...**P-130-143. Fundação Cargil, Campinas, SP.

Knowles. O.H 1980. **Recomendações sobre a reabilitação da mina a céu-aberto da Mineração Rio do Norte S.A.** Porto Trombetas, Pará, Brasil.

_____ 1992. **Estudo exploratório sobre a influência do solo vegetal no crescimento e desenvolvimento do reflorestamento realizado na Mina Saracá no período de 1979-1987.** Mineração Rio do Norte - Relatório. Porto Trombetas, PA.

Lathrap, D. W. 1968. **The hunting economies of the tropical forest zone of South América : an attemp at historical perspective.** In R. B. Lee and I. De Wore (Eds). **Man the Hunter.** Aldine, Chicago. pp. 23-29

1972. Deterhaline models of population moviments in the Tropical lowlands of South América. 34° Congresso International. Acta Y Memoria 4:13-23,

Lorenzi, H. 1992. **Árvores brasileiras.** Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Editora Plantarum Ltda. Nova Odessa, SP. 532 pp.

Loureiro, A. A. e Lisboa, P.L.B. 1979. **Madeiras do município de Aripuanã e suas utilidades** (Mato Grosso). Acta Amazonica 9(1): suplemento.

Loureiro A. A., Silva, M. F. e Alencar, J. C. 1979. **Essências madeiras da Amazônia.** Vol I e II. Conselho Nacional de Pesquisas-CNPq e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA. Manaus, AM.

Lowe-Mc Connell, R.H. 1975. **Fishes communities in Tropical freshwater : Their distribution, ecology and evolution.** Longman, London. 337 p.

Martins, F. 1991. **Estrutura de uma floresta mesófila.** Editora da UNICAMP. Campinas, SP. 246 pp.

Mineração de Bauxita no vale do Trombetas. **Estudo de Meio Ambiente e Uso do Solo - Revista Brasileira de Geografia,** vol 52 n° 3.

Mineração : **Uso do Solo e Meio Ambiente na Amazônia.** Proposta Metodológica. Revista Brasileira de Geografia, vol 51 n° 3

Ministério da Agricultura. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza. **Plano do Sistema de Unidades de Conservação do Brasil II** Etapa, 1982

Meggers, J. T. 1971 **Amazônia: man and culture in a counterfeit paradise.** Aldine/Atherton, Chicago. 182 p.

Mueller-Dombois, D. e ElleMBERGER, H. 1974. **Ains and methods of vegetation ecology.** Ed. John Wiley & Sons. Inc USA.

Pereira, F.S. e Knowles, O.H. 1986. **Recuperação das áreas mineradas pela Mineração Rio do Norte em Porto Trombetas - Pará.** IBRAM - I° Congresso Brasil. de Mineração. Pag:343-358.

Projeto Trombetas: **Mineração e Metalurgia**. Rio de Janeiro, 52 (402): 28-29, ago 1978.

_____: **Bauxita do Pará para o mundo**. Comércio e Mercados Rio de Janeiro, 13 (114): 44-6, ago 1979.

_____: **80 milhões de dolares em exportação Amazônica**, São Paulo (36) : 23-25 mar, 1978.

Queiroz, W. 1984. **Análise de Fatores ("Factor Analysis") pelo Método da Máxima Verossimilhança : Aplicação ao Estudo da Estrutura das Florestas Tropicais**, Piracicaba - ESALQ. 112 p - Tese de Doutorado.

_____. 1990. **Introdução à Análise de Inventários Florestais**. FCAP. Informe Técnico 74p.

RADAMBRASIL, 1976. **Levantamento de Recursos Naturais**. Vol. 10. Folha SA.21 - Santarém - Ministério das Minas e Energia. Dpto Nacional da Produção Mineral. Rio de Janeiro, RJ.

Rizzini, C.T. 1978. **Árvores e Madeiras Úteis do Brasil**. Manual de dendrologia brasileira. Editora Edgard Blucher Ltda. São Paulo, SP. 304 pp.

_____. 1979. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo.

Roberts, T .R. 1972. **Ecology and Fishes in the Amazon and Congo Basin**. Bull. Mus. Comp. Zool. 143 (2): 117-147.

Rodrigues, W. A. e Valle, R. C. 1964. **Ocorrência de troncos ocos em mata de baixio da região de Manaus, Amazonas**. (estudo preliminar). CNPq e INPA - Bot. 16.

Rosmalen, M.G.M/ 1982. **Fruits of Guianan flora**. Institute of systematic botany, Uhtecht University and Silvicultural Department of Wageningen, Agricultural University. Netherlands.

Ruivo, M.L.P. 1993. **Recuperação de áreas de mineração: uma experiência que pode ser bem sucedida na Amazônia**. IN Ferreira et al. (1993). **Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia**. Vol. 2 INPA. P:383-404.

Santos, B.A. 1984. **Amazônia**. potencial mineral e perspectivas de desnutrimento. São Paulo, T.A. Queiroz Ed. VSP, 256 p.

Smith, N.J.H. 1979 **A pesca no rio Amazonas**. CNPq/INPA. Manaus. AM. 144 p.

Sudam, 1979. **Pesquisas e informações sobre espécies florestais da Amazônia**. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. Departamento de Recursos Naturais. Centro de Tecnologia madeireira. Belém, PA.

Willians, Don. D. 1982. **Sugestões para a implantação de programas de reabilitação de áreas mineradas**. Iº Seminário Nacional sobre lavra a céu aberto. Belo Horizonte, MG

IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA E EQUIPE TÉCNICA

IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA

Razão Social : CEMA - Consultoria e Engenharia de Meio Ambiente Ltda.

C.G.C. : 23.970.726/0001.52

Inscrição Estadual : Isenta

Diretores : Ildeu Laborne Alves de Sousa

José Henrique Porto Silveira

Marco Antônio Pereira Pessoa

Endereço : Avenida Prudente de Moraes, 901 - Sobre-loja 02

Bairro Cidade Jardim

30.380-000 - Belo Horizonte - MG

Telefone: (031) 344.9424

EQUIPE TÉCNICA

- Bernardo Machado Gontijo (Geógrafo)
- Edson Geraldo Ribeiro Santos (Biólogo)
- Ildeu Laborne Alves de Sousa (Engenheiro civil)
- José Henrique Porto Silveira (Psicólogo)
- Leonardo Vianna da Costa e Silva (Biólogo)
- Marco Antônio Pereira Pessoa (Geógrafo)
- Maria Eugênia Monteiro de Castro (Engenheira de Minas)
- Paulo Fernando Pereira Pessoa (Geólogo)
- Agostino Clovis da Silva. (Biólogo)
- Willian Telles Lobo (Biólogo)
- Solange dos Santos Lima (Bióloga)
- Marisa Guimarães Cardillo Isidoro (Bióloga)
- Suzana de Las Casas Pessoa (estagiária)