

MINERAÇÃO RIO DO NORTE S.A.

PORTO TROMBETAS - ORIXIMINÁ - PARÁ

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

PLATÔ ALMEIDAS

VOLUME I

DEZEMBRO DE 2001

EMPRESA RESPONSÁVEL POR ESTE RELATÓRIO

Razão social: BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA.

http: www.brandt.com.br

CNPJ: 24.060.808/0001-22

Diretor: Wilfred Brandt

Nova Lima / MG - *bmaics@brandt.com.br* -

Alameda da Serra, 322 - 6º and. - Vale do Sereno - 34 000 000 - Nova Lima - MG - Tel 0 (**) 31 3281 2258 Fax 0 (**) 31 3286 7999

São Paulo / SP - *bmadsp@brandt.com.br* - BMASP / Arquipélago Engenharia Ambiental

Rua Tabapuã, 821 - 5º Andar - 04533-013 - São Paulo - SP - Tel./fax: 0(**) 11 3079-8940

Belém / PA - *bmapa@brandt.com.br* - BMAPA / Terra Meio Ambiente e Geologia de Engenharia

Rua João Balbi, 143, Nazaré - 66055-285 - Belém - PA - Tel 0 (**) 91 230 2921 Fax 0 (**) 91 223 9838

EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO

Razão social: MINERAÇÃO RIO DO NORTE S.A.
CGC: 04.932.216/0001-46

Telefone: (091) 549-7322

Fax: (091) 549-1482

Endereço: Porto Trombetas - PA
CEP: 68.275-000

Contato: Eng. João Carlos C. Henriques
joaoc@mrn.com.br

EQUIPE TÉCNICA DA BRANDT MEIO AMBIENTE

ESTA EQUIPE PARTICIPOU DA ELABORAÇÃO DESTE DOCUMENTO
E RESPONSABILIZA-SE TÉCNICAMENTE POR SUAS RESPECTIVAS ÁREAS

TÉCNICO	FORMAÇÃO / REGISTRO PROF.	RESPONSABILIDADE NO PROJETO
Albano Schulz Neto	Biólogo CRB 11.504-5ª R	Diagnóstico ambiental da avifauna e avaliação de impactos ambientais
Anna Luisa Bellezza	Eng. Química CRQ 10.279 Provisório	Qualidade das águas superficiais
Fernando Verassani Laureano	Geólogo CREA MG 62815/D	Coordenação dos estudos do meio físico
Geraldo Santos	Biólogo CRB 16176/4-D	Diagnóstico ambiental da ictiofauna
Heider Marcos Venâncio Lemos da Silva	Eng. Agrônomo CREA: 25.201/D	Estudos hidrológicos

Continuação

EQUIPE TÉCNICA DA BRANDT MEIO AMBIENTE		
ESTA EQUIPE PARTICIPOU DA ELABORAÇÃO DESTE DOCUMENTO E RESPONSABILIZA-SE TECNICAMENTE POR SUAS RESPECTIVAS ÁREAS		
TÉCNICO	FORMAÇÃO / REGISTRO PROF.	RESPONSABILIDADE NO PROJETO
José Antônio Renan Bernardi	Biólogo CRB: 16915- 4D	Diagnóstico ambiental da herpetofauna e avaliação de impactos ambientais
Leonardo Pedrosa de Pádua	Economista CORECON 5.852/D 10ª R	Coordenação dos estudos do meio antrópico; diagnóstico socioeconômico; avaliação de impactos ambientais
Leonardo Vianna da Costa e Silva	Biólogo CRB 8.727/89 - 4ª R	Diagnóstico ambiental da cobertura vegetal e avaliação de impactos ambientais
Lília C. de Senna Horta	Bióloga CRB 13.071- 4ª R	Coordenação do projeto, levantamentos da odonofauna
Luís Beethoven Piló	Geógrafo CREA 58.950/D	Diagnóstico geomofológico e pedológico; avaliação de impactos sobre o meio físico
Marcelo Corrêa	Eng. de Minas CREA 34.225/D	Gerência do projeto
Marco Aurélio Lima Sábado	Biólogo CRB 13.356-4ª R	Diagnóstico ambiental da mastofauna e avaliação de impactos ambientais
Marcos Santos Campello	Geólogo CREA 70.140-D	Levantamento das nascentes e integração do diagnóstico do meio físico
Marisa Guimarães Cardillo Isidoro	Bióloga CRB-13-345/4D	Diagnóstico ambiental da limnologia
Ulisses Gallati	Biólogo CRB 14.050-1ª R	Diagnóstico ambiental da herpetofauna e avaliação de impactos ambientais
Werner Piper	Biólogo	Diagnóstico ambiental da odonofauna e avaliação de impactos ambientais
Allan Brandt	Analista de Sistemas	Geoprocessamento e tratamento de imagens satélite
TÉCNICOS DE QUÍMICA	Átila Souza da Costa Luciano de Oliveira Gonçalves	
AUXILIARES TÉCNICOS DE CAMPO	Mastofauna: Ana Carolina Srebek de Araújo Herpetofauna: Reginaldo Augusto Trindade Rocha Odonofauna: Rodrigo Lopes Ferreira Ictiofauna: André Nilson Neves de Oliveira	
PRODUÇÃO GRÁFICA	Eli Lemos - gerenciamento / edição Natércio Barbosa - montagem Hercules Malagoli A. - desenhos em CAD Eduardo Henrique - auxiliar de produção	

ÍNDICES

Itens

Quadros

Figuras

1 - INTRODUÇÃO

Criada em 1967, a Mineração Rio do Norte S.A. (MRN) está situada na Microrregião do Médio Amazonas Paraense, à margem direita do rio Trombetas, na localidade denominada Porto Trombetas, município de Oriximiná - PA. As operações da MRN, que consistem em lavra e beneficiamento de minério bauxítico, transporte ferroviário e embarque em navios, foram iniciadas em abril de 1979.

A MRN vem desenvolvendo um projeto de expansão de sua capacidade de produção, o que significa passar de uma escala atual de 11 milhões de toneladas anuais de produto para 16,3 milhões de toneladas anuais, a partir de janeiro de 2003. O projeto de expansão compreende a implantação de novas instalações e equipamentos nas áreas industriais atualmente em operação, repotenciamento de instalações e equipamentos existentes, abertura de novas minas e melhorias operacionais.

No projeto de expansão estão previstas atividades em três áreas geográficas distintas da MRN, a saber, nas Minas, no Beneficiamento de minério e no Porto. O projeto será desenvolvido sem alteração dos atuais métodos de lavra, do processo de beneficiamento da bauxita, transporte e carregamento em navios.

As novas minas serão desenvolvidas nos platôs Almeidas e Aviso, situados ao sul do platô Saracá.

O presente relatório constitui documento básico para o processo de licenciamento ambiental, etapa de Licença Prévia, referente à implantação e operação da mina do platô Almeidas. Foi elaborado de acordo com as orientações estabelecidas nas Resoluções nºs 001/86, 006/86, 020/86 e 237/97 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, bem como no Termo de Referência para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) objetivando a exploração de bauxita no platô Almeidas pela Mineração Rio do Norte em Porto Trombetas - PA, elaborado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA - Diretoria de Controle Ambiental - Departamento de registro e licenciamento, em junho de 2001.

Este EIA contempla a caracterização geral do futuro empreendimento, o diagnóstico ambiental das áreas sob influência do mesmo, a identificação e avaliação dos impactos potenciais e reais relativos a todas as etapas, de implantação, operação e desativação, além da descrição dos sistemas, programas e medidas de controle previstos para eliminação, minimização, potencialização (no caso de impactos positivos) ou compensação pelos impactos prognosticados na área.

O licenciamento ora pleiteado atende às exigências legais e irá determinar a adoção de medidas e procedimentos que garantam a sustentabilidade ambiental das atividades a serem desenvolvidas para a expansão de produção.

2 - LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O Projeto Porto Trombetas da Mineração Rio do Norte S.A. situa-se no município de Oriximiná, na localidade denominada Porto Trombetas, porção oeste do Estado do Pará (vide figura 2.1).

Mais precisamente, o distrito de Porto Trombetas localiza-se à margem direita do rio Trombetas, um dos principais afluentes da margem esquerda do rio Amazonas naquele trecho, estando distante cerca de 120 km a oeste dessa confluência. Em linha reta, Porto Trombetas dista 400 km de Manaus (a leste), 800 km de Belém (a oeste) e 240 km de Santarém (a norte).

Para acessar a região, que não dispõe de infra-estrutura rodoviária, existem duas alternativas, quais sejam, via aérea ou fluvial. O transporte fluvial é de maior uso em Porto Trombetas, que conta com uma estrutura portuária capaz de carregar navios de até 60.000 t.

Os rios são as vias mais intensamente utilizadas, tanto nos casos de abastecimento da Vila e do complexo industrial, como para atender ao fluxo de passageiros. É através da via fluvial que Porto Trombetas mantém ligações diárias com Oriximiná e Santarém.

O transporte aéreo, por sua vez, é o mais eficiente para acessar Belém, Manaus e Santarém, cidades que se constituem nas ligações mais importantes para Porto Trombetas, especialmente do ponto de vista comercial.

Atualmente, as atividades minerárias da MRN são desenvolvidas nos platôs Saracá e Periquito, distantes aproximadamente 30 km a partir do núcleo urbano de Porto Trombetas. O platô Almeidas situa-se ainda mais a sul das minas atuais, a aproximadamente 5 km da extremidade sul do platô Saracá (figura 2.2).

FIGURA 2.1 - Localização do projeto na região



FIGURA 2.2 - Localização do platô Almeidas

mrt014_almeidas_fig2-2_A4.PDF

3 - CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

3.1 - Introdução e justificativa

A Mineração Rio do Norte vem desenvolvendo sua produção de bauxita há 21 anos. Tendo em vista a crescente demanda pelo produto da empresa, a MRN vem realizando um plano de expansão da sua capacidade de produção. A abertura da frente de lavra do platô Almeidas encontra-se inserida nesta expansão da produção, a qual se pretende elevar de 11 milhões de t/ano para 16,3 milhões de t/ano.

Em conjunto com a abertura, encontram-se também inseridos no projeto de expansão as modificações nas instalações industriais, implantação de uma infra-estrutura viária de acesso e as britagens de Almeidas e Aviso, as quais foram alvo de um processo de licenciamento à parte, para cujo fim foi encaminhado ao IBAMA o Estudo de Impacto Ambiental denominado “Implantação da infra-estrutura de acessos ao platôs Almeidas e Aviso” (Brandt, 2000b).

Os direitos minerários no platô Almeidas referem-se aos processos DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral números 808.236/68 e 812.252/72 (figura 3.1).

A caracterização da jazida a ser explorada, bem como os métodos de exploração a serem empregados são muito semelhantes àqueles já anteriormente descritos em processos de licenciamento da empresa, já que o sistema produtivo é praticamente o mesmo, situado dentro do mesmo contexto.

Ênfase será dada ao planejamento de lavra, já que, em se tratando de uma expansão deverá integrar a produção nas diversas minas. As atividades de desmatamento, decapeamento e reflorestamento também foram replanejadas.

FIGURA 3.1 - Área dos títulos minerários do platô almeidas

mrt014_almeidas_fig3-1_A4.PDF

3.2 - Características do minério

A bauxita é a matéria-prima básica da indústria do alumínio primário. O termo bauxita atualmente define os produtos de intemperismo ricos em óxidos hidratados de alumínio ($Al_2O_3 \cdot nH_2O$), com baixos teores de elementos alcalinos, alcalinos terrosos e sílica.

Os minerais da bauxita portadores de alumínio são a gibsita, a boehmita e o diásporo, sendo que a gibsita é um tri-hidrato ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$), e a boehmita e o diásporo são mono-hidratos ($Al_2O_3 \cdot H_2O$). A bauxita de Porto Trombetas é do tipo gibsítica, com baixo teor de sílica reativa, bastante favorável para a produção de alumina, pois requer menores pressões e temperaturas no processo de tratamento metalúrgico.

Por serem depósitos típicos de formação por processos intempéricos onde o clima, os altos índices de precipitação, a umidade e os sistemas de drenagem são fatores fundamentais, a faixa tropical do planeta hospeda as maiores reservas mundiais de bauxita.

Dentro desse contexto, os jazimentos desse minério na região de Trombetas formam um dos mais importantes depósitos superficiais atualmente conhecidos.

3.3 - Níveis de produção previstos

A produção de todas as minas da MRN deverá permanecer, segundo o plano quinquenal da empresa, constante em torno dos 11 Mt/ano de minério bauxítico até o ano de 2002.

Mas, como já colocado anteriormente, a exploração do platô Almeidas está inserida em um programa de aumento de produção do complexo produtivo da MRN para 16,3 milhões de t/a, fato que está planejado para se dar no decorrer do ano de 2003, a partir da produção integrada de todas as frentes de lavra da empresa. O quadro 3.1, abaixo, ilustra este acréscimo da produção bem como as contribuições individuais de cada frente.

QUADRO 3.1 - Contribuição individual de cada frente de lavra no aumento de produção da MRN

Período	Produção por frente de lavra (Base produto final em milhões de toneladas)
2001	Saracá (6,60) + Periquito (4,40)
2002	Saracá (4,93) + Periquito (2,30) + Papagaio (2,50) + Almeidas (1,3) + Aviso (0,40)
2003	Saracá (2,50) + Papagaio (1,00) + Almeidas (6,30) + Aviso (6,50)
2004	Saracá (3,00) + Almeidas (6,50) + Aviso (6,80)
2005	Saracá (2,30) + Almeidas (5,50) + Aviso (7,00)

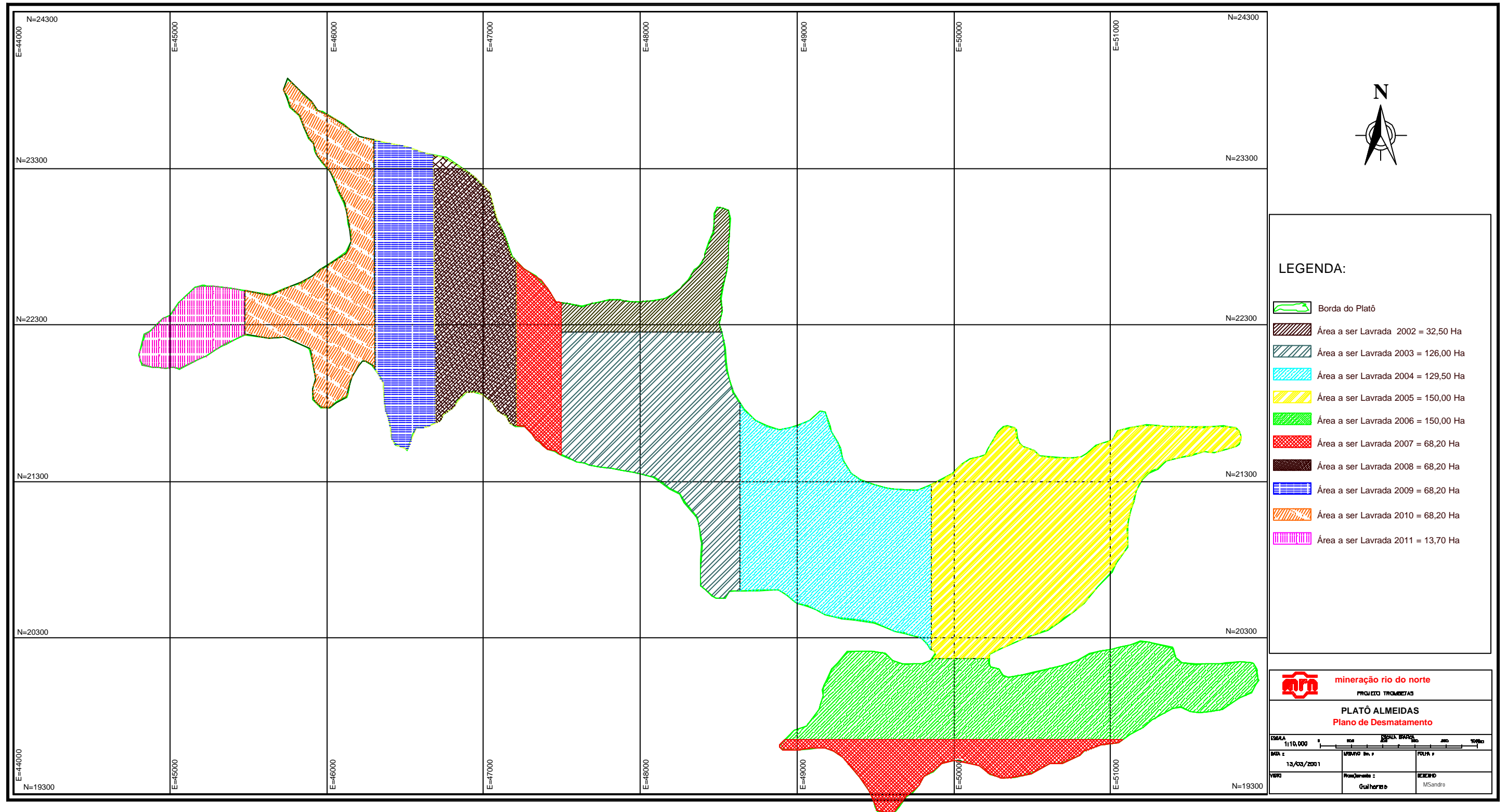
A mina de Almeidas tem o início de sua operação previsto para o mês de agosto de 2002, (quadro 3.2) e deverá atingir um pico de produção de 6.5 milhões de toneladas por ano.

Todavia, as atividades de desmatamento iniciar-se-ão ainda no ano de 2002, de forma a preparar o terreno para as atividades de lavra que seguirão no local. A figura 3.2 ilustra o desenvolvimento planejado (atividade de desmate) para o platô Almeidas.

QUADRO 3.2 - Sumário de produção do platô Almeidas

Ano	Almeidas		
	ROM	PF	Estéril
2002	1863	1300	1624
2003	9140	6300	9946
2004	9506	6500	9672
2005	10037	5500	10055
2006	6112	4500	4500
2007	6112	4500	4500
2008	6212	4500	4500
2009	6212	4500	4500
2010	2778	2500	1403
Total	57.972	40.100	50.700

FIGURA 3.2 - Planejamento da lavra - Almeidas



3.4 - Engenharia de mina

A exemplo das demais minas da Mineração Rio do Norte, o platô Almeidas será lavrado a céu aberto. A geologia do depósito, o tipo de jazimento e a topografia local, em conjunto com os volumes de escavação, escalas de produção e o aspecto da economicidade, definiram como viável a adoção da lavra por tiras ou faixas, ou *Strip Mining Method*.

Ao entrar em atividade, também serão divididos em blocos. São esses blocos que definirão as diferentes áreas para a atuação dos equipamentos, estando eles, os blocos, subdivididos em faixas de 30 metros de largura e comprimentos variáveis (600 a 1150 m).

O método de lavra por tiras consiste basicamente na remoção do capeamento em faixas com as dimensões supracitadas, promovendo o descobrimento da camada de bauxita. O material estéril é retirado por tratores marca Caterpillar, modelo D11N, e depositado na faixa anteriormente lavrada. Essas máquinas realizam, portanto, o trabalho simultâneo de escavação e carregamento do estéril. A remoção do minério é feita pelo sistema convencional, utilizando pás carregadeiras modelo 992D e caminhões fora-de-estrada.

A operação completa de lavra no platô integrará o desmatamento, decapeamento, desmonte, escavação, carregamento e transporte do minério até o pátio de “blendagem” no platô Saracá.

Desmatamento

A operação de desmatamento será realizada através da derrubada direta das árvores por tratores. Antes disso, é feita a marcação das madeiras nobres e a limpeza do terreno ao redor, metodologia esta que tem por objetivo facilitar o manuseio, carregamento e transporte das toras.

A derrubada das árvores será realizada por tratores de esteira (CAT D11N) equipados com dispositivos próprios para tal finalidade. A seguir será feita a classificação da madeira e o preparo para o arraste até os pátios laterais. As toras grossas e finas serão previamente aparadas para não dificultar o arraste.

O destino final das toras será o aproveitamento comercial, no caso das madeiras nobres. No caso da galhada, ocorre o soterramento nas áreas exploradas, ou ainda a incorporação da mesma ao solo orgânico, que será posteriormente utilizado na recuperação das áreas degradadas pela mineração.

O desmatamento será sempre realizado com antecedência mínima de seis meses em relação ao decapeamento. As operações descritas serão executadas durante todo o ano (de janeiro a dezembro).

Decapeamento

A operação de decapeamento consistirá na remoção do resíduo de solo, argila amarela (belterra), bauxita nodular e laterita ferruginosa, que constituem o estéril da mina. Serão utilizados nas minas somente tratores D11N, já que a análise técnico-econômica realizada em 1996 comprovou a eficiência desses equipamentos nessas operações.

Escavação e carregamento

Nas operações de lavra da MRN não são utilizados explosivos como elementos para o desmonte do minério. As operações de escavação do minério serão também realizadas por tratores Caterpillar, modelo D11N e o carregamento do minério bauxítico na mina Almeidas será realizada por pás carregadeiras marca Caterpillar, modelo 992D.

Apesar de esse procedimento permitir uma pequena seletividade no contato entre o minério e a argila variegada (já que o equipamento trabalha sobre o piso representado pela argila variegada, dificultando a implantação de um sistema de drenagem eficiente especialmente durante os períodos chuvosos), ele será adotado por questões de viabilidade econômica.

Cabe colocar que o método de lavra empregado mantém uma faixa de proteção das bordas do platô variando entre 7 e 10 metros de largura, conforme definido geotecnicamente e em comum acordo com a equipe técnica do IBAMA. A faixa de proteção é mantida intacta, onde toda sua vegetação nativa é preservada. Entre esta faixa de proteção e o limite da lavra é mantida ainda uma estrada de cinco metros, no terreno em sito, contornando todo o platô.

Transporte

O sistema de transporte de minério lavrado que atenderá ao platô Almeidas está sendo alvo de um processo de licenciamento próprio, o qual é constituído de uma estrada de acesso, um sistema de correia transportadora e um sistema de britagem que une esse platô às instalações de beneficiamento do platô Saracá.

Internamente, o ROM será levado por caminhões fora-de-estrada, modelo CATERPILLAR 777B, até os britadores a serem instalados no platô, os quais também foram alvo do licenciamento supracitado. Dos britadores, o minério seguirá via sistema de correias transportadoras até o platô Saracá, onde será realizado o beneficiamento do mesmo.

3.5 - Beneficiamento e transporte do minério beneficiado

3.5.1 - Beneficiamento da bauxita

Encerrado o ciclo de atividades de extração do minério no platô Almeidas, objeto deste processo de licenciamento ambiental, a bauxita será transportada diretamente para a planta de beneficiamento ou na pilha de estocagem (pulmão) até o pátio de blendagem na área industrial, localizada no platô Saracá.

A partir daí, iniciam-se as etapas de beneficiamento mineral, carregamento do minério em vagões, transporte até as instalações portuárias, estocagem e expedição em navios. Todas essas atividades, e também a disposição dos rejeitos da planta de lavagem, encontram-se devidamente licenciadas pelos órgãos ambientais de controle.

A seguir é apresentado um descritivo sucinto das atividades que sucedem a extração da bauxita nos platôs mineralizados em Porto Trombetas.

Na seqüência da lavra, a britagem é a primeira etapa do beneficiamento. Todo o minério extraído deverá passar por uma britagem primária nos britadores de martelos instalados nos próprios platôs em lavra.

Após essa etapa de britagem o minério é descarregado em um sistema de correias transportadoras, que conduz esse material até a planta de beneficiamento localizada no platô Saracá, com derivação para uma pilha de estocagem.

A planta de beneficiamento é alimentada a uma taxa horária de 2.250 t/h. 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.

A fração acima de 8# proveniente da primeira bateria de peneiras e a maior que 14# proveniente da segunda, se juntam em um 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.

Nas instalações de recuperação dos finos provenientes da planta de lavagem, ocorrem a ciclonação da polpa e o desaguamento final por filtração. São gerados nesta etapa de beneficiamento dois produtos, o fino com granulometria entre 14# e 150# e o superfino com granulometria entre 150# e 400#. Estes produtos são incorporados posteriormente ao produto final.

O *overflow* dos ciclones primários, secundários e terciários, constituem o rejeito, bombeado para as bacias de disposição.

3.5.2 - Carregamento e transporte

Depois de beneficiado, o minério é transportado através de uma correia de aproximadamente 2,6 km (*over land*) até a estação de carregamento de vagões. O carregador de vagões é do tipo móvel, com passagem automática de um vagão para o outro, enquanto a composição é movimentada pela própria locomotiva. Para não interromper o sistema na ausência de composições para carregar, o minério é descarregado em uma pilha de emergência localizada ao lado da estação.

Uma vez carregada, a composição faz um percurso de 28 km, chegando ao virador de vagões, já na área do porto. As instalações portuárias da Mineração Rio do Norte, construídas na margem do rio Trombetas, compõem-se essencialmente de áreas para recepção, movimentação, manuseio e estoque dos diversos concentrados de bauxita, para a retomada do minério das pilhas, além de um sistema de secagem da bauxita granulada e expedição do minério.

O porto em si, é um cais *off shore* sobre estacas, para atracação de navios graneleiros de até 240 m de comprimento, 40 m de largura e 13,5 m de calado livre, alguns deles chegando a comportar até 60.000 t de material.

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

3.6 - Disposição dos rejeitos

A alternativa encontrada para a correta disposição dos rejeitos gerados na planta de lavagem da Mineração Rio do Norte corresponde ao lançamento dessa polpa no interior do platô Saracá, que dispõe de área suficiente para comportar o rejeito gerado pelo processamento do minério extraído das minas.

Sendo assim, todo o rejeito de lavagem do minério será disposto no sistema atualmente adotado pela MRN. Nesse sistema, o rejeito é bombeado inicialmente para um reservatório de sedimentação (TP1) e, após atingir um percentual de sólidos alto, é dragado e bombeado para os reservatórios definitivos, chamados de reservatórios de rejeito espessado.

O reservatório de adensamento TP1 ocupa uma área de 43,0 ha e foi construído em parte pelas próprias *draglines* em área de operação da mina. O rejeito é bombeado a partir da planta de lavagem com um percentual de sólidos variando entre 7 e 9%, em um volume correspondente a 3,8 milhões de toneladas por ano, aproximadamente, considerando a produção de 10Mta de bauxita. Nesse reservatório, o rejeito é adensado até atingir a faixa de 42% de sólidos. Nesse ponto, é transferido para os reservatórios definitivos, denominados SP.

A água liberada do adensamento do rejeito retorna ao circuito produtivo, sendo recirculada na planta de lavagem, minimizando a necessidade de água nova.

3.7 - Desativação das áreas lavradas

O plano de desativação das unidades de britagens, correias transportadoras, tancagem, sistema de lubrificação dentre outros, consiste na demolição das mesmas.

Os materiais aproveitáveis são separados e estocados em almoxarifado para novas utilizações. Os resíduos, normalmente entulho de construção civil, serão levados para o aterro de lixo industrial. As instalações de britagem e correias transportadoras são desmontadas para reaproveitamento em instalações em outras frentes de lavra. Os tanques de armazenamento de combustível serão desmontados e vendidos como sucata.

Com relação às áreas lavradas no platô Almeidas, estas serão reflorestadas conforme o programa de recuperação de áreas degradadas, vide item 9.5, inclusive das vias de acesso, com o objetivo único de buscar o retorno de uma floresta que se aproxime da floresta original.

3.8 - Mão-de-obra e turnos de trabalho

Para a abertura do platô Almeidas será necessário empregar uma mão-de-obra próxima a 60 empregados, sendo 20 novas contratações.

A jornada de trabalho será semelhante à atualmente praticada nas demais atividades operacionais da empresa (mina, beneficiamento e porto), qual seja, 24 horas/dia, em regime de 3 turnos. Cada funcionário trabalha 6 dias por semana, 8 horas/dia.

O quadro de pessoal da Mineração Rio do Norte em Porto Trombetas é composto por 1.010 funcionários, incluindo os setores operacionais e administrativos das áreas da mina, beneficiamento, porto e escritório.

Além dos funcionários da MRN, trabalham em Porto Trombetas cerca de 1.500 contratados de outras empresas, responsáveis por serviços como hotelaria, manutenção da vila, limpeza urbana, alimentação industrial, hospital e saneamento básico.

No entanto, parte da mão-de-obra terceirizada deverá ser absorvida pela MRN, que vem assumindo desde agosto de 1998 os serviços de desmatamento, espalhamento de argila para reflorestamento, manutenção e aspersão com água das vias de acesso.

3.9 - Insumos e Utilidades

Uso das águas superficiais

O processo de lavra da bauxita, a exemplo dos demais platôs, é totalmente a seco, fazendo-se necessária a utilização da água somente para a molhagem das estradas de circulação. No entanto, as etapas seguintes de beneficiamento requerem grandes volumes de água.

A área das minas da MRN são abastecidas com água captada no igarapé 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.

Para o abastecimento de todo o núcleo urbano, existe na área do porto 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/hora.

- **Captação:** A captação da água para o platô Almeidas será realizada no igarapé Saracazinho, próximo ao cruzamento deste com a via de acesso ao platô, em ponto de coordenadas 9811200 e 568870 através de bomba.
- **Demanda:** A demanda projetada de água nas britagens do platô Almeidas é da ordem de 35m³/h. A água bruta proveniente da captação superficial, será empregada no processo de beneficiamento do minério (Britagem - representa o maior consumo), no serviço das correias transportadoras, nos serviços das oficinas de manutenção, na produção de água potável, na selagem das bombas e ainda nos eventuais combates a incêndios.

No platô Almeidas, o consumo da água bruta para as britagens decorre de sua utilização em diversos usos. O quadro 3.3 relaciona o uso e respectivos consumos para a mina deste platô:

QUADRO 3.3 - Consumo de água bruta nas britagens.

Uso	Doméstico	Serviço / Limpeza	Britagem	Abatimento de poeira	Total
Consumo (m ³ /h)	0,2	10,3	18,0	6,5	35,0

Devido ao uso da água ser maior na área de britagem, esta será apenas reservada, descartando assim a necessidade de sua estocagem para utilizações posteriores.

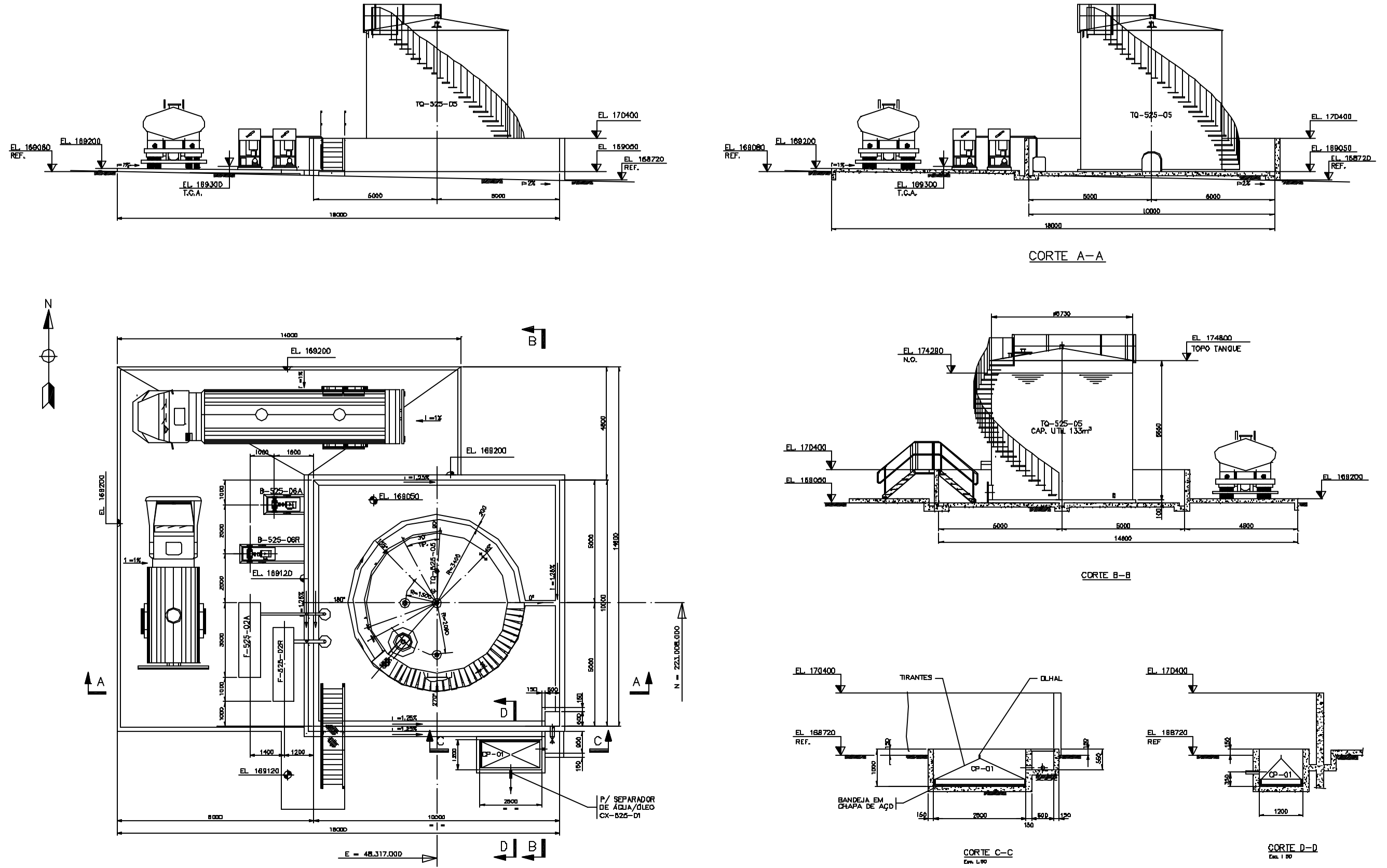
Óleos combustíveis

As atividades no platô Almeidas não deverão trazer alterações nos níveis de consumo de óleo da MRN, que chega até Porto Trombetas em navios ou balsas. No porto existe uma base de combustível da Petrobrás, que consta de um terminal hidroviário e tanques de óleo BPF, gasolina, óleo diesel e álcool. Os combustíveis são bombeados dos navios para os tanques da Petrobrás e desta para os da MRN.

- **Transporte do óleo:** após levantamento diário de necessidades, levando-se em conta o estoque versus consumo em cada um dos tanques e posto de abastecimento de veículos leves, o Departamento de Manutenção de Escavadeiras e Draglines/Lubrificação e Abastecimento - TMDA, solicita à Petrobrás o volume a ser transportado para cada uma das unidades de estocagem. Do Porto para a Mina de Almeidas, o transporte será feito com a utilização de caminhões próprios para este, com possibilidade de dois turnos de operação por dia;
- **Estocagem:** A Mineração Rio do Norte contará com a Unidade Central - Platô Almeidas, aonde serão estocados o óleo Diesel, lubrificantes e graxas em tipos diferentes de depósitos a saber:
 - ✍ um tanque de Óleo Diesel com capacidade de aproximadamente 123.000 litros, dotada de uma filtragem de óleo "on line", dique de contenção contra eventuais derramamentos e sistema de combate a incêndios;
 - ✍ um Depósito de Óleos Lubrificantes e Graxas acondicionados em tambores de 200 litros cada, sendo a área dotada de contenção contra eventuais derrames.

A composição Básica da Unidade Central - Platô Almeidas, apresenta ainda: módulo fixo em box específico para abastecimento de combustível e lubrificação dos equipamentos dotados de pneus, área destinada a serviços de borracharia, um Separador de Água-óleo interligado com os tanques e com o Box de Lubrificação, possuindo a seu montante um tanque enterrado para decantação de lama. A figura 3.3, ilustra com detalhes o Conjunto de Sistema de Combustíveis.

FIGURA 3.3 - Conjunto de sistema de combustíveis



- **Consumo de óleo diesel:** O consumo de óleo diesel para as operações de lavra no platô Almeidas, tem como estimativa a base de simulação de lavra, prevendo-se uma quantidade de 540.000 a 630.000 litros/mês para o abastecimento dos equipamentos e veículos.

Energia elétrica

A energia elétrica produzida em Porto Trombetas é gerada através de usina termoeletrica (UTE) e por um conjunto de 12 geradores instalados na área industrial do porto. A distribuição para a área industrial é feita em linha de 13,8 kV e para a mina através de uma linha de 69 kV.

O platô Almeidas receberá a energia necessária às atividades dos escritórios e dos britadores através de uma linha de transmissão que acompanha a infra-estrutura de acesso e transporte de minério, a qual foi apresentada no EIA correspondente (Brandt, 2000b).

Para as operações de lavra não há necessidade de utilização de energia elétrica.

3.10 - Infra-estrutura

3.10.1 - Unidades de apoio operacional

As operações de lavra na mina Almeidas terá apoio das oficinas já instaladas na mina do Saracá, em processo de licenciamento além das oficinas de lubrificação que serão implantadas junto às britagens de Almeidas, tal como ocorre nas minas de Papagaio e Periquito.

O escritório central está localizado na área do porto, onde estão sediadas quase todas as gerências da MRN. O escritório da mina, em Saracá, além das gerências de Mineração e Beneficiamento, abrange também todos os 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 Mineração Rio do Norte tem uma oficina central no porto e uma outra menor na mina. São instalações bem aparelhadas, com usinagem para peças de grandes dimensões, caldeiraria elétrica, com capacidade para fazer reparos em equipamentos de grande porte como tratores de esteira, caminhões fora-de-estrada, locomotivas, *draglines*, dentre outros.

Para suprimento das suas atividades operacionais, a MRN possui um almoxarifado central no porto e um segundo, de menor tamanho, na área da mina Saracá.

3.10.2 - Núcleo urbano

As instalações industriais da MRN estão localizadas dentro da Floresta Amazônica, distantes das cidades e com acesso apenas por via fluvial e aérea. Assim, para proporcionar condições de conforto e segurança aos seus colaboradores, a MRN implantou no local um núcleo urbano dotado de completa infra-estrutura de saneamento básico e comunitária.

3.11 - Emissões, efluentes e resíduos

São descritas a seguir as emissões e fontes de emissões próprias de atividades de mineração a céu aberto. Vale observar que este item contempla, tão somente, as fontes de emissão, efluentes e resíduos identificados para as atividades de lavra no platô Almeidas. Isso se justifica porque as operações posteriores de transporte de minério por correia, beneficiamento mineral, disposição de rejeitos e transporte do produto até a área do porto, já foram devidamente contempladas.

Resíduos

Não haverá geração de resíduos sólidos em função das atividades de lavra no platô. O estéril (constituído principalmente pelo material argiloso de cobertura da formação bauxítica) será disposto de forma segura e tecnicamente correta no interior das tiras adjacentes já lavradas e servirá para recomposição da área.

Os resíduos eventualmente gerados nas áreas de lavra estão associados às atividades de manutenção de campo, quando corretiva e estritamente necessárias, e atividades de abastecimento e lubrificação. São adotados procedimentos específicos de recolhimento e disposição destes resíduos.

O óleo lubrificante usado em equipamentos será recolhido e encaminhado para a Lwart Lubrificantes Ltda, empresa refinadora, com base em Belém e sede em Lençóis Paulista-SP, seguindo os procedimentos conforme preconizado na Resolução CONAMA 09.

3.11.1 - Emissões atmosféricas

Durante a fase de abertura das estradas e das tiras de lavra, e também durante todo o período em que as operações de extração estiverem sendo realizadas, haverá emissão de material particulado e gases oriundos da movimentação de veículos e máquinas, responsáveis pela realização das seguintes tarefas:

- abertura, alargamento e recuperação de estradas e vias de acesso;
- remoção do capeamento;
- desmonte mecânico do minério;
- transposição do estéril para as tiras já lavradas;

- carga e transporte do minério até o britador;
- rearranjo da topografia;
- recuperação das áreas degradadas, etc.

Qualidade do ar

A Mineração Rio do Norte, conta desde 1997, com Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar denominada Estação Ar - 3 Escritório, situada nas coordenadas (UTM) 565612,98 e 9814444,89. Desde o mês de janeiro de 2001, são realizadas nesta estação as análises das amostras do ar, uma vez por semana durante 24 horas, sob os aspectos da poeira total em suspensão e da poeira inalável.

Tendo em vista que não há disponibilidade de energia elétrica no platô Almeidas, optou-se pela análise da série histórica de monitoramento das atividades no platô Saracá como indicativo de situação futura para o platô Almeidas. Cabe no entanto ressaltar que o equipamento instalado no Saracá está posicionado na área industrial da Mina, que concentra a maioria das atividades industriais, administrativas de mina e de manutenção, além de que se encontra em época de obra, o que aumentou o fluxo de trânsito na área.

Os quadros 3.4, 3.5, 3.6 e 3.7, agrupam os valores obtidos através das análises das concentrações da Poeira Total em Suspensão e dos valores obtidos através das análises das concentrações para a Poeira Inalável durante os anos de 1997, 1998, 1999 e 2000 e para os meses de janeiro a agosto de 2001, respectivamente.

QUADRO 3.4 - Valores médios para a poeira total em suspensão - Anos de 1997, 1998, 1999 e 2000. ESTAÇÃO AR3

Ano	1997	1998	1999	2000	Limite Legal ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)
Média ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	50,77	43,90	46,01	34,6	80

QUADRO 3.5 - Valores médios para a poeira total em suspensão - Meses de janeiro a agosto - 2001- ESTAÇÃO AR3

Medida ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO
1ª	32,17	43,74	27,43	10,48	38,34	45,16	62,55	112,46
2ª	49,18	45,42	26,31	28,15	6,545	18,68	96,62	95,98
3ª	38,05	---	24,72	13,20	18,27	22,66	57,42	90,73
4ª	30,24	---	---	48,72	10,80	60,13	114,36	91,06
Média	36,73	44,57	26,13	20,88	14,92	32,74	79,37	97,17

QUADRO 3.6 - Valores médios para a poeira inalável - Anos de 1997, 1998, 1999 e 2000. ESTAÇÃO AR3

Ano	1997	1998	1999	2000	Limite Legal ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)
Média ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	24,0	23,38	14,14	22,8	50

QUADRO 3.7 - Valores Médios para a poeira inalável - Meses de janeiro a agosto - 2001- ESTAÇÃO AR3

Medida ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO
1ª	16,95	11,61	5,88	0,49	20,30	27,49	12,89	37,78
2ª	27,23	36,56	4,20	10,78	3,62	24,06	14,44	20,79
3ª	34,27	---	11,83	3,99	31,42	28,05	5,63	22,22
4ª	12,86	---	9,01	17,32	17,98	12,27	22,49	23,11
Média	22,83	24,09	7,74	8,15	18,33	22,97	13,86	25,98

Com base nos quadros supracitados, foram construídos histogramas, para os valores das análises para a poeira total em suspensão e para a poeira inalável, sendo os mesmos correspondentes às figuras 3.4 e 3.5.

FIGURA 3.4 - Histograma da poeira total em suspensão

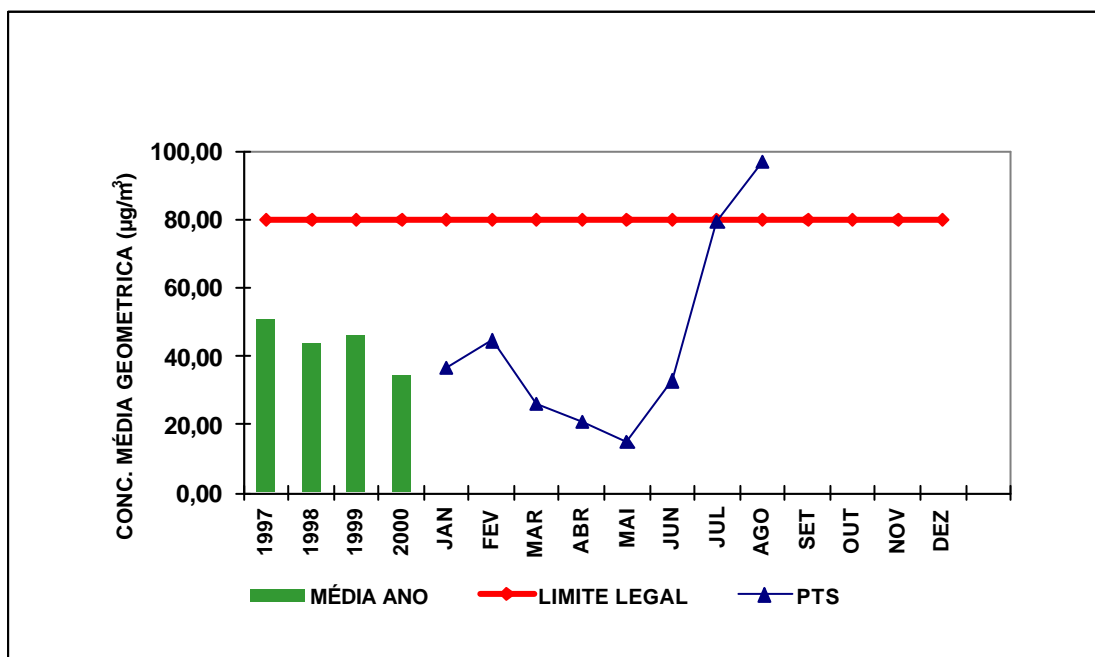
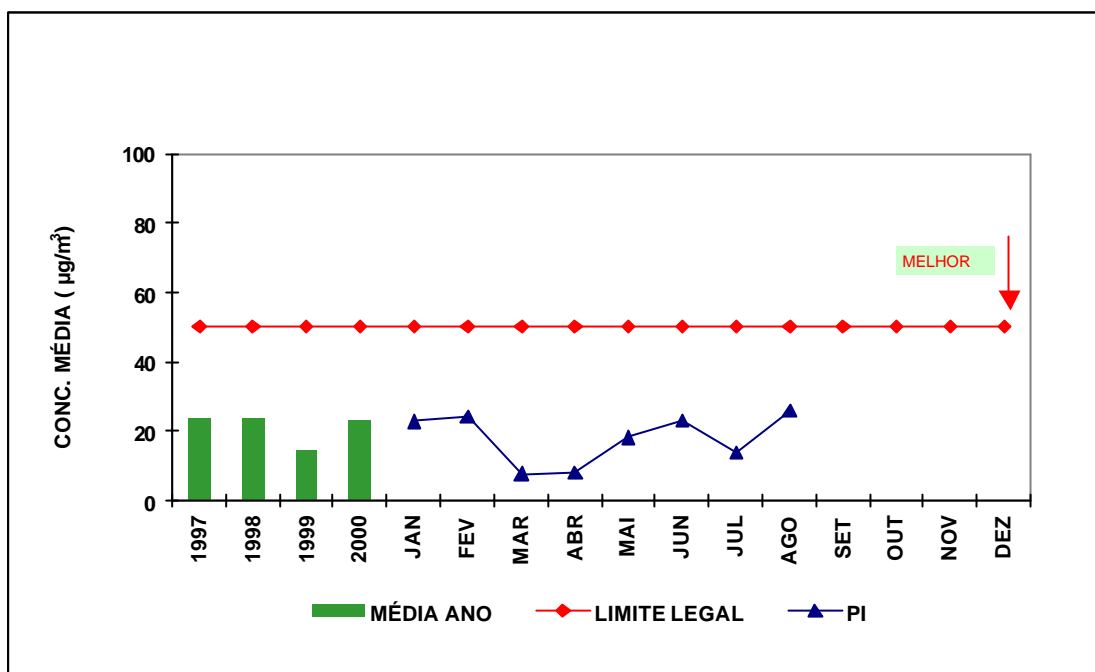


FIGURA 3.5 - Histograma da poeira inalável



De acordo com a legislação federal resolução CONAMA nº 003/90 de 28/06/90, na qual o IBAMA estabelece os padrões de qualidade do ar, tem-se que o limite legal de $80 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ para a concentração da poeira total em suspensão é de $50 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ para a concentração da poeira inalável. Desta forma conclui-se que até o presente, as análises provenientes da Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar da Mineração Rio do Norte não ultrapassaram os limites determinados pelos órgãos de controle ambiental a não ser nos meses de julho e agosto do ano de 2001 (para o parâmetro poeira total em suspensão), tendo o fato sua explicação atribuída ao período de estiagem e a grande movimentação de veículos que hoje trafega nestas áreas em decorrência das obras de expansão.

3.11.2 - Ruído

As principais fontes de emissão de ruído consistirão no trânsito de tratores, pás carregadeiras e caminhões.

Visto que ainda não há atividade de lavra no platô Almeidas, a título de prognóstico de uma situação futura semelhante, o quadro 3.8 mostra o resultado de uma medição de ruído efetuada no platô Saracá, o qual atualmente possui atividade minerária para lavra de bauxita. O platô Saracá situa-se a noroeste do platô Almeidas, distando 5 Km deste. Esses dados são apresentados com a finalidade de caracterizar as emissões de ruído no platô Almeidas, já que a atividade no platô Saracá, situado na mesma região deste e já em operação, pode ser considerada semelhante.

Cabe ressaltar que a região do platô Almeidas não possui comunidade humana fixada em seus arredores. A área consiste em mata primária e a emissão de ruídos decorrente da operação da atividade minerária poderá afetar a fauna presente no entorno.

QUADRO 3.8 - Resultados da medição de ruído do ponto situado na área de lavra do platô Saracá

PERÍODOS	DIURNO (db)	NOTURNO (db)
Data	29/08/01	29/08/01
Hora de início	09:30	22:50
Hora de término	09:40	23:00
Leq	51,5	61,1
Lmin,	47,3	57,3
Lmáx,	61,5	68,5
L (90)	49,4	59,6
Observações: Coordenadas 558461 9813268	Cigarra Duas drag lines trabalhando +- 700m	

A medição foi realizada em agosto de 2001 e as normas seguidas, a metodologia e os equipamentos utilizados são os mesmos citados no Diagnóstico Ambiental, deste documento.

3.11.3 - Efluentes líquidos

Efluentes industriais

O processo de lavra do minério bauxítico será totalmente a seco e, portanto, não haverá geração de efluentes líquidos industriais, já que as atividades de lavagem de peças e veículos, e manutenção corretiva e preventiva dos equipamentos serão realizadas nas áreas afins localizadas no platô Saracá, já inseridas no processo de licenciamento ambiental do complexo industrial da Mineração Rio do Norte.

Águas pluviais

O carreamento de sólidos pelas águas de chuva é inevitável e inerente às atividades de mineração, visto que, após a retirada da camada vegetal e do solo orgânico a cava ou, no caso, as tiras de lavra ficam expostas às intempéries.

A premissa adotada pela MRN para controle de drenagem e carreamento de sólidos é não fazer o descarte de água pelas bordas do platô. Ou seja, toda água de origem pluvial fica retida nas frentes de lavra e nos acessos internos da mina e do platô. Desta forma evita-se o carreamento de sólidos para os igarapés.

O método empregado para que se retenha essas águas no platô, evitando que as mesmas atinjam os igarapés, é o direcionamento e a construção de diversos “sumidouros” nas áreas de mina e ao longo dos acessos internos de mina. Esta prática constitui o Sistema de Infiltração de Água da Mina (figuras 9.1 e 9.2).

3.12 - Política social

São apresentados a seguir uma série de benefícios, que compõem a política social da MRN, voltados para os empregados e seus dependentes.

Ajuda de custo viagem

Pagamento mensal, pela empresa, do valor correspondente a 3 passagens fluviais de ida e volta, até o local de origem, limitado a cidade de Santarém.

Alimentação

Fornecimento de alimentação em refeitório próprio ou através de vale-refeição.

Assistência médica em Porto Trombetas e supletiva

Atendimento médico, odontológico e hospitalar através de rede credenciada, com desconto da parcela do empregado, em folha de pagamento.

O atendimento médico-hospitalar se dá através de livre escolha, com reembolso parcial das despesas efetuadas.

Assistência odontológica

Atendimento gratuito no Hospital de PTR, através de serviços de radiologia, periodontia, dentística, cirurgia e endodontia.

Auxílio creche

Pagamento mensal de parte das despesas de filhos de empregadas, em forma de auxílio.

Auxílio funeral

Pagamento de despesas de funeral (embalsamamento, urna funerária, serviços funerários) e trasladado até o local de contratação.

Financiamento de até 2 passagens aéreas de ida e volta até o local de origem, em caso de falecimento de pais, sogros, irmãos, filhos ou cônjuge.

Bolsa de estudos para filhos de empregado

Ajuda financeira ao empregado na formação de nível técnico ou universitário, de seus dependentes.

Clube

Subsídio ao clube desportivo e de lazer, localizado em PTR, oferecendo inclusive aulas de ginástica e diversas modalidades esportivas para todas as idades.

Complemento de salário

Pagamento da diferença entre o valor do salário-base do empregado e o valor do benefício de auxílio doença pago pela Previdência Social.

Curso de inglês

Subsídio e/ou reembolso ao empregado em 80% do valor pago pelo curso de inglês.

Ensino de 1º e 2º graus

Promoção de cursos regulares de pré-escolar, 1º e 2º graus, totalmente gratuitos, na Escola PTR.

Ensino individualizado à distância

Promoção de curso Fundamental e Médio à distância, através de módulos de aprendizagem, adaptáveis ao ritmo do aluno.

Estágio para filhos de empregados

Concessão de estágio em PTR, nas atividades desenvolvidas pela MRN, para os filhos de seus empregados, que fazem curso de nível técnico ou universitário.

Formação profissional

Fornecimento de curso profissionalizante de eletricidade e mecânica, com duração de 2 anos, em um Centro de Formação Profissional, através de convênio com o SENAI.

Concessão de estágio, através do Programa Menor Aprendiz, com remuneração mensal de $\frac{1}{2}$ salário mínimo, no primeiro ano do curso e $\frac{2}{3}$, no segundo.

Homenagem aos empregados com 10, 15, 20 e 25 anos de MRN

Prêmio ao empregado com 10, 15, 20 e 25 anos de empresa, através de um abono financeiro e/ou um relógio de pulso padronizado, conforme resolução da Diretoria Executiva.

Moradia

Fornecimento de moradia em PTR.

Parcelamento do adiantamento de férias

Desconto do valor total do adiantamento de férias, em até 4 parcelas mensais, a critério do empregado, fixas, iguais e consecutivas.

Participação nos resultados da empresa

Pagamento ao empregado, em dinheiro, referente à participação nos resultados da empresa, baseado em um programa de metas com resultados e prazos pactuados previamente, considerando o desempenho no ano anterior.

Passagem de férias

Concessão de passagem de ida e volta até o local da contratação, uma vez por ano, por ocasião das férias.

Plano de aposentadoria suplementar - PAS

Suplemento de aposentadoria e concessão de condições especiais de pecúlio com doação por parte da MRN, e ainda, cobertura para os casos de invalidez e morte.

Presente de Natal para filhos de empregados

Distribuição de brinquedos por ocasião do Natal, aos dependentes de empregados.

Salário educação

Auxílio nas despesas escolares de dependentes menores.

Seguro de vida em grupo

Cobertura financeira em caso de morte por acidente, ou morte natural ou invalidez permanente.

Seguro por acidentes pessoais

Seguro de empregados em viagens a serviço.

Transporte de bens de empregados

Cobertura dos custos da mudança de bens do empregado na mobilização, transferência e desmobilização.

Transporte para o local de trabalho

Transporte coletivo urbano em ônibus circular, no horário de início e término de expediente administrativo ou de turno, em PTR.

Tratamento fora de domicílio

Cobertura de despesas relacionadas com tratamento médico não disponível no HPTR, de forma compartilhada MRN e empregado através do Sistema AMS.

Contribuição tributária

Os quadros 3.8, 3.9, 3.10 e 3.11 apresentam os valores recolhidos do Imposto Sobre Serviços - ISS, Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS e da Compensação Financeira por Extração Mineral - CFEM, no período de 1994 a 1998, em milhares de reais.

QUADRO 3.9 - Impostos recolhidos pela MRN - Período 1994/98 (Em milhares de R\$)

Impostos / Ano	94	95	96	97	98	Total
ISS	1	1		1		3
ICMS	8.956	10.334	5.362	1.600	3.007	29.259
CFEM	3.004	3.799	5.868	6.149	7.674	26.494
Total	11.961	14.134	11.230	7.750	10.681	55.756

Fonte: Mineração Rio do Norte - 1999

QUADRO 3.10 - Distribuição da CFEM recolhida pela MRN - Período 1994/98 (Em milhares de R\$)

Cota / Ano	94	95	96	97	98	Total
MUNICÍPIO (65%)	1.952	2.469	3.814	3.997	4.988	17.220
ESTADO (23%)	691	874	1.350	1.414	1.765	6.094
UNIÃO (12%)	361	456	704	738	921	3.180
Total	3.004	3.799	5.868	6.149	7.674	26.494

Fonte: Mineração Rio do Norte - 1999

QUADRO 3.11 - Distribuição do ICMS recolhido pela MRN - Período 1994/98 (Em milhares de R\$)

Cota / Ano	94	95	96	97	98	Total
MUNICÍPIO (25%)	2.239	2.584	1.341	400	752	7.316
ESTADO (75%)	6.717	7.750	4.021	1.200	2.255	21.943
Total	8.956	10.334	5.362	1.600	3.007	29.259

Fonte: Mineração Rio do Norte - 1999

QUADRO 3.12 - Distribuição da ISS recolhida pela MRN - Período 1994/98 (Em milhares de R\$)

Cota / Ano	94	95	96	97	98	Total
Município (100%)	1	1		1		3

Fonte: Mineração Rio do Norte - 1999

4 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

4.1 - Caracterização das áreas de Influência do empreendimento

Área de Influência do empreendimento (AI)

Para a elaboração do presente diagnóstico, base dos trabalhos subseqüentes de avaliação de impactos e de definição de medidas mitigadoras, foram preliminarmente delimitadas as áreas de influência do empreendimento.

Dada a peculiaridade de cada contexto e também das características de cada empreendimento em si, essas áreas nem sempre possuem a mesma delimitação geográfica e são assim caracterizadas no presente estudo:

Área de Influência Direta - AID - é composta pela ADA (área diretamente afetada) e pela AE (área de entorno), descritas a seguir.

Área Diretamente Afetada - ADA - área sujeita aos impactos diretos da implantação, operação e/ou desativação do empreendimento, onde serão formadas as cavas e instalados os equipamentos de apoio, considerando os meios físico e biótico.

Para o meio socioeconômico, tendo em vista a inexistência atual de ocupação humana na área do platô Almeidas, definiu-se a Vila de Porto Trombetas, donde provirá todo o recurso humano e equipamentos necessários para a implantação e operação do mesmo.

Área de Entorno - AE - área de entorno ao empreendimento que extrapola a área diretamente afetada, mas que pode ser ou não impactada a partir da implantação, operação e/ou desativação do empreendimento. Considerou-se para o meio físico uma borda de cerca de 500 m marginal ao platô e para o biótico a bacia dos igarapés existentes na porção sudoeste do platô Almeidas e toda a porção a sul da bacia do igarapé Saracazinho incluindo ainda as bacias dos igarapés situados a partir da porção oriental do platô Almeidas.

Para o meio socioeconômico, considerou-se a sede do município de Terra Santa, as comunidades ribeirinhas instaladas às margens do rio Trombetas e igarapés existentes em meio às unidades de conservação Floresta Nacional Saracá-Taquera, Reserva Biológica do Rio Trombetas e comunidades situadas às margens do lago Sapucúá.

Quanto às comunidades ribeirinhas, enfatizou-se as que se encontram próximas a Porto Trombetas e que, de alguma forma, mantêm relações sociais e econômicas com a empresa, a saber: as comunidades consideradas remanescentes de quilombos, Boa Vista e Moura, e as de demais origens como Ajudante, Batata e Vila Paraíso. Ressalta-se no entanto que estas comunidades situam-se distantes da área do platô que se pretende explorar, não tendo nenhuma relação direta com esta.

Enfatizou-se ainda as comunidades (não remanescentes de quilombos) situadas às margens do lago Sapucuá. Isto porque essas comunidades fazem uso dos produtos da floresta como meio de subsistência, em particular da área do platô Almeidas. Esta, por ter um grande castanhal, é alvo de extração e comercialização da castanha para sustento e fonte de renda das famílias dessas comunidades. Assim, a potencial supressão do castanhal justifica a inclusão dessa população na área de influência do empreendimento, ao sugerir alterações nas estruturas sociais e econômicas de algumas de suas famílias. Diz-se das comunidades Aimim, Ajará, Amapá, Ascensão, Boa Nova, Casinha, Castanhal, Cunuri, Nossa Senhora da Conceição e São Pedro. A algumas destas como Boa Nova, Ajará e Casinha é dado algum destaque devido a particularidades intrínsecas a elas que são abordadas neste documento.

É ainda enfocada a sede do município de Terra Santa, por manter relações com a MRN, já que muitos dos empregados desta empresa residem ou possuem família residente nessa localidade.

Área de Influência Indireta - AII - área real ou potencialmente ameaçada pelos impactos indiretos da implantação, operação e/ou desativação do empreendimento, cuja abrangência se estende aos ecossistemas e/ou ao sistema socioeconômico/cultural que podem ser impactados por alterações ocorridas na área diretamente afetada.

Corresponde então para o meio físico a bacia hidrográfica, representada nos limites sul pelo igarapé Araticum e a norte e oeste pelos igarapés Saracazinho e Saracá, respectivamente. Para o meio biótico, considerou-se o limite da FLONA Saracá-Taquera.

Para efeito da análise relativa ao meio socioeconômico, considerou-se como área de influência indireta o município de Oriximiná/ PA. O fato de se considerar Oriximiná como AII, não implica que o município não receba os impactos sociais e econômicos provenientes do empreendimento, diretamente, como incrementos significativos em seus níveis de renda, por exemplo. Na verdade, tem-se que esses impactos decorrem do funcionamento do empreendimento mineiro-industrial portuário da MRN na região e o empreendimento proposto deverá propiciar um incremento no nível de atividade produtiva, atualmente praticado.

4.2 - Meio físico

4.2.1 - Aspectos climáticos

As informações referentes aos padrões climáticos apresentadas neste diagnóstico representam dados secundários e foram extraídas do relatório intitulado “Estudo Hidrológico - Platô Saracá,” realizado pela *Golder Associates* para a Mineração Rio do Norte.

A região amazônica, atualmente, apresenta o seu clima condicionado pela combinação de uma série de fatores a ressaltar a disponibilidade da energia solar. Segundo Nimer (Nimer, Edmon - Climatologia do Brasil - Rio de Janeiro, IBGE, 1979) o clima da região, onde se localiza o platô Almeida (assim como os demais platôs), enquadra-se no tipo equatorial úmido com 3 meses secos.

A região Norte enquadrada na Amazônia é a maior unidade climática do Brasil. Sua homogeneidade e unidade são mais evidentes em se tratando da distribuição da temperatura, porém, tratando-se de suas características hídricas, verifica-se que a Amazônia possui numerosos aspectos cuja distinção varia desde a inexistência de mês seco até a existência de 5 meses secos, normalmente. Entretanto a delimitação geográfica dessas variedades climáticas fica muito prejudicada pela rarefação de postos de observação meteorológica nesta região.

Meteorologia

A Mineração Rio do Norte conta hoje com as Estações Meteorológicas do Porto e as Estações Meteorológicas da Mina de Saracá. Nestas estações são realizadas medições de temperatura, velocidade e direção dos ventos, pluviometria, dentre outros.

- **Temperatura:** A temperatura média anual, situa-se entre 24 a 26°C. Na área compreendida entre a zona do Médio Amazonas e o sudeste do Pará foram registradas temperaturas máximas de 40°C, estas ocorrendo nos meses de setembro a outubro. Os quadros 4.1 e 4.2, relacionam os valores das temperaturas médias, máximas e mínimas, em °C, para os meses de janeiro a setembro de 2001, tomadas junto às Estações Meteorológicas do Porto e da Mina de Saracá, respectivamente.

QUADRO 4.1 - Valores médios máximos e mínimos, temperatura - Estação Porto

Valores	TEMPERATURA °C - PORTO								
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
Média	24,8	25,4	26,0	26,1	26,4	25,3	26,0	26,7	27,0
Máximo	27,1	27,1	27,2	27,1	27,5	26,9	26,9	28,1	28,4
Mínimo	17,0	23,3	22,6	23,7	23,3	22,3	24,9	25,0	23,6

QUADRO 4.2 - Valores médios máximos e mínimos, temperatura - Estação Mina

Valores	TEMPERATURA °C - MINA SARACA								
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
Média	---	---	---	---	26,5	25,1	27,2	28,2	29,2
Máximo	---	---	---	---	27,6	27,0	27,9	29,3	34,7
Mínimo	---	---	---	---	25,7	21,9	23,1	25,6	24,8

Durante o corrente ano, a região do porto seguiu a média anual, enquanto a região da mina apresentou registros médios pouco mais elevados durante os meses de julho, agosto e setembro.

- **Direção e intensidade dos ventos:** a região norte sofre influência, principalmente, de quatro sistemas de circulação atmosférica. A maioria deles tem forte influência nos mecanismos de precipitação. Na grande porção situada em latitude continental equatorial, os fenômenos ciclônicos e os ventos não são intensos. Normalmente, os ventos na região continental equatorial apresentam velocidades entre 4 e 14 m/s com sentido preferencial nordeste.

São quatro os principais sistemas de circulação atmosférica:

- sistema de ventos de nordeste (NE) a leste (E) dos anticiclones subtropicais do Atlântico Sul e dos Açores, geralmente acompanhados de tempo estável;
- sistema de ventos de oeste (O) da massa equatorial continental (mEc);
- sistema de ventos de norte (N) da Convergência Intertropical (CIT); e
- sistema de ventos de sul (S) do anticiclone polar.

Estes três últimos sistemas são responsáveis por instabilidade e chuvas na área.

Com base nos dados obtidos junto às Estações Meteorológicas do Porto e da Mina de Saracá, relaciona-se os valores médios, máximo e mínimo referentes à velocidade e a direção do vento no ano de 2001 para a Estação do Porto e para a Estação da Mina, os quais encontram-se agrupados nos quadros 4.3, 4.4, 4.5, e 4.6, respectivamente.

QUADRO 4.3 - Valores médios máximos e mínimos, direção do vento - Estação Porto

Valores	DIREÇÃO DO VENTO - PORTO								
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
Média	14,6	106,3	85,6	121,9	99,7	138,8	82,1	44,4	65,4
Máximo	33,0	357,9	357,6	357,0	358,8	358,1	350,9	356,4	358,6
Mínimo	0,0	1,1	0,1	6,5	4,9	2,3	0,4	8,4	4,8

QUADRO 4.4 - Valores médios máximos e mínimos, velocidade do vento - Estação Porto

Valores	VELOCIDADE DO VENTO - PORTO - Knots								
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
Média	4,3	---	1,8	2,3	2,0	1,8	2,0	2,3	1,8
Máximo	6,5	---	3,4	3,4	2,9	3,1	3,2	3,2	3,2
Mínimo	0,0	---	0,0	1,5	0,0	0,7	0,9	1,4	0,4

QUADRO 4.5 - Valores médios máximos e mínimos, direção do vento - Estação Mina

Valores	DIRERÇÃO DO VENTO - MINA SARACA								
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
Média					16,7	36,6	56,2	67,8	99,7
Máximo	0,0	0,0	0,0	0,0	34,7	169,9	341,4	346,8	358,4
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9	1,0	3,4	15,5	3,6

QUADRO 4.6 - Valores médios máximos e mínimos, velocidade do vento - Estação Mina

Valores	VELOCIDADE DO VENTO - MINA SARACA- Knots								
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
Média	---	---	---	---	16,7	36,6	56,2	67,8	99,7
Máximo	---	---	---	---	34,7	169,9	341,4	346,8	358,4
Mínimo	---	---	---	---	5,9	1,0	3,4	15,5	3,6

- **Regime de chuvas:** no aspecto pluviográfico, a região norte constitui o domínio climático mais chuvoso do Brasil, possuindo a maior média pluviométrica anual quando comparada com outras regiões do país.

As chuvas tropicais se verificam, geralmente, no fim da tarde ou início da noite, quando, pelo forte aquecimento diurno, a radiação telúrica se intensifica e, conseqüentemente, as correntes convectivas duram poucos minutos, raramente ultrapassando uma hora, sob céu quase ou completamente encoberto por pesados e grossos cúmulos-nimbos.

Os sistemas de circulação perturbada das massas de ar são os responsáveis por esta realidade, ocasionando precipitações não distribuídas ao longo do ano. Os mecanismos de precipitação na Amazônia podem ser agrupados em 3 tipos:

- convecção diurna resultante do aquecimento da superfície e condições de larga escala favoráveis;
- linhas de instabilidade originadas na costa N-NE do litoral do Atlântico;
- aglomerados convectivos de meso e larga escala, associados com a penetração de sistemas frontais na região S/SE do Brasil e interagindo com a região amazônica.

Com base ainda no Estudo Hidrológico do Platô Saracá, pode-se afirmar que em relação à pluviosidade não há uma homogeneidade espacial como acontece com a temperatura. Na foz do rio Amazonas, no litoral do Pará e no setor ocidental da região, o total pluviométrico anual, em geral, excede a 3.000 mm. Na direção NO-SE, de Roraima a leste do Pará, tem-se o corredor menos chuvoso, com totais anuais da ordem de 1.500 a 1.700 mm.

Em virtude do tamanho reduzido da série pluviométrica, optou-se pela regionalização dos dados. Foram usados os dados disponíveis nas estações de Vila Curuá, Cachoeira Porteira, Vista Alegre, Português, Oriximiná, Juruti, Aldeia Wai-Wai e platô Saracá, sendo as duas últimas operadas pela Mineração Rio do Norte.

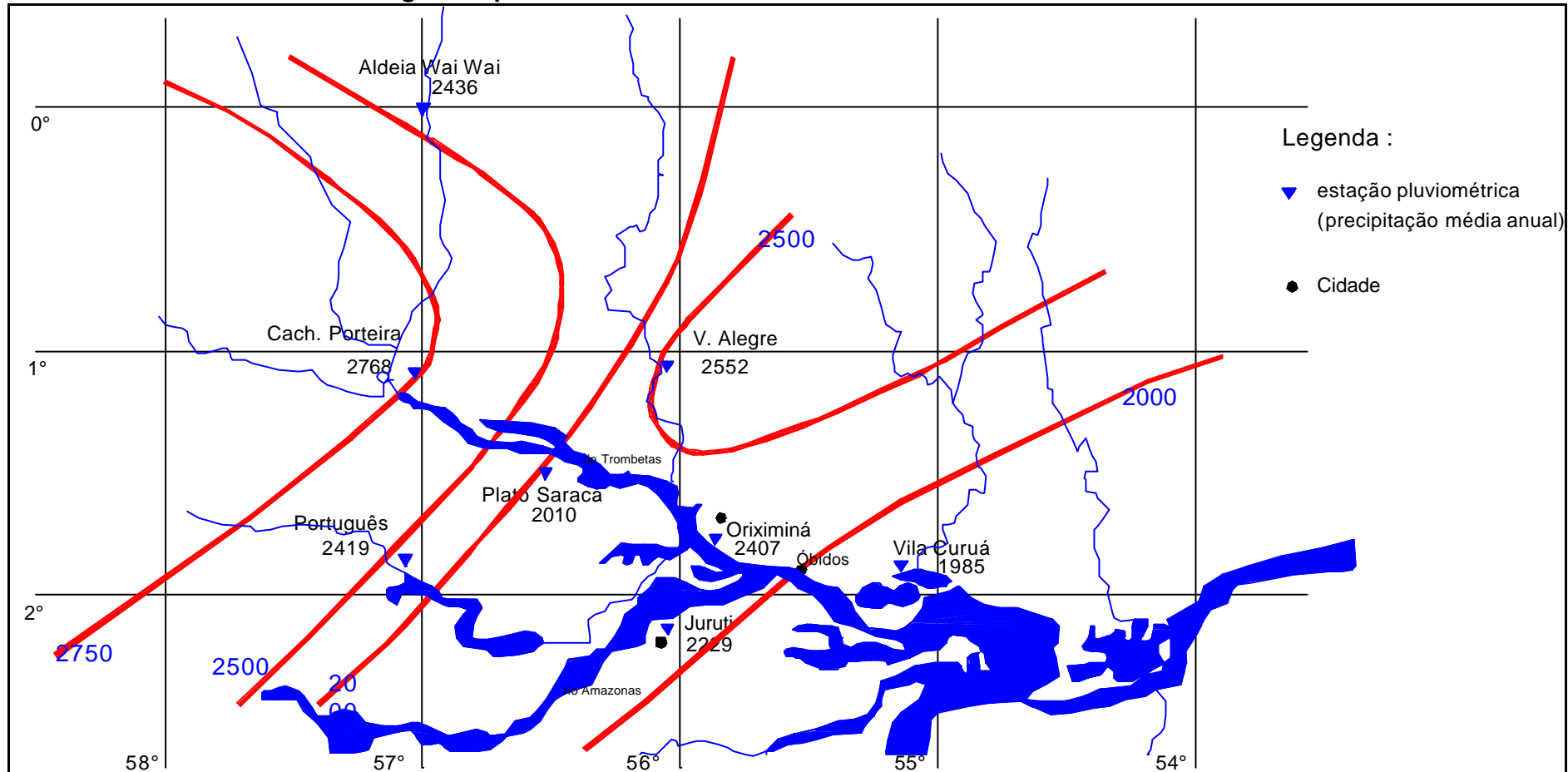
Os dados utilizados basicamente consistem em dados de pluviometria diária e mensal. As demais estações cujos dados foram levantados, são operadas pela ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. O quadro 4.7 apresenta estas estações e algumas das características referentes aos registros das mesmas.

QUADRO 4.7 - Estações utilizadas nos estudos hidrológicos

Estações	Código ANEEL	Número de anos com registros válidos	Média Anual (mm)
Vila Curuá	00155002	5	1.985
Cachoeira Porteira	00157000	17	2.768
Vista Alegre	00156000	9	2.552
Português	00157002	8	2.419
Oriximiná	00155000	26	2.407
Juruti	00256001	15	2.229
Aldeia Wai-Wai	00057000	6	2.436
Platô Saracá ^(*)	-	7	2.044

Os dados mensais dessas estações permitem a elaboração da análise isoietal anual cujos resultados estão apresentados na figura 4.1. O traçado das isoietas, ou linhas de igual precipitação, consiste em colocar de uma forma gráfica, para cada estação, o valor da altura pluviométrica média anual e interpolar os valores intermediários de precipitação até que seja possível traçar as curvas de iguais valores de precipitação.

FIGURA 4.1 - Análise Isoietal da região do platô Almeidas



Fonte: Estudo Hidrológico - Platô Saracá - Modificado.

Analisando-se a configuração final das isoietas, verifica-se que a área do platô Almeidas está situada em região com altura média de chuva anual de aproximadamente 2000 mm. Este valor está na mesma ordem de grandeza da média obtida da análise dos dados da estação da MRN. O quadro 4.8 relaciona os valores totais em mm, referentes aos meses de janeiro a setembro para as estações do Porto e da Mina..

QUADRO 4.8 - Valores pluviométricos - Estação Porto e Estação Mina

Estação	PLUVIOMETRIA - Valores Totais em mm								
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
PORTO	362,1	421,7	353,8	299,6	182,0	149,5	67,0	72,1	105,0
MINA	285,7	378,6	428,8	286,4	148,5	101,2	66,6	64,4	57,4

4.2.2 - Geologia

Para o diagnóstico dos aspectos geológicos foi realizado um compêndio dos capítulos de geologia dos últimos trabalhos de licenciamento ambiental (EIA/RIMA) realizados pela Mineração Rio do Norte. Devido à inserção de todos os platôs no mesmo contexto geológico, não se julgou necessário a revisão dos mesmos.

4.2.2.1 - Caracterização do contexto geológico e do jazimento de bauxita

O horizonte principal da bauxita é confinado ao intervalo estratigráfico Terciário-Quaternário, Grupo Barreiras ou Formação Alter-do-Chão, que se correlaciona com o período de Eoceno a Mioceno da cronostratigrafia (Caputo et al., 1972).

Formando o flanco Norte da Bacia Amazônica, rochas pré-Cambrianas do Escudo das Guianas, mais especificamente do Grupo Utumã, constituído por intrusivas ácidas, intermediárias, alcalinas a calcioalcalinas e efusivas respectivas, bem como por meta-sedimentos, ocorrem 150 km ao norte da jazida. As mesmas se encontram cobertas discordantemente por uma fina sucessão de sedimentos Paleozóicos (Siluriano, Devoniano e Carbonífero) como mostra o mapa geológico da região.

A Formação Alter-do-Chão é constituída por sedimentos continentais vermelhos, com intercalações de arenitos, argilitos, e, subordinadamente, conglomerados. Os arenitos são finos a médios, argilosos, caulínicos e friáveis, podendo ter bancos silicificados, mal classificados, que contêm grânulos de quartzo esparsos, bem como bolas de argilas. Os argilitos têm cores vermelho-tijolo ou são variegados, pobremente consolidados, maciços, laminados e com bolsões de areia. Os conglomerados possuem seixos subarredondados com 15,0 cm de diâmetro, de quartzo e arenito silicificado.

Localmente, a Formação Alter-do-Chão, conforme sondagens realizadas no leito do rio Trombetas, é constituído 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 seqüência 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 e sua coloração varia de branco a rosa em decorrência da grande quantidade de manchas vermelhas. O cimento e a matriz são constituídos por caulinita.

Os horizontes da bauxita estão localizados no topo desta seqüência 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. Os depósitos são produtos de intemperismo sobre rochas aluminosas, extensas coberturas sedimentares argilosas e arenosas, e surgem sob a forma de estratos contínuos, em contatos transicionais com as encaixantes, em regiões de clima tropical ou subtropical, onde o fator de decomposição é intenso.

A primeira etapa de formação da bauxita consistiu na degradação dos silicatos de alumínio e conseqüente transformação em óxidos de alumínio. A sílica é lixiviada junto com outros elementos mais solúveis, resultado da concentração dos elementos residuais, principalmente 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 m. Apresentam-se destacados no relevo e bastante recortados, evidenciando um estágio geomorfológicamente avançado. Além disso, são geralmente limitados por escarpas acentuadas e possuem um desnível de aproximadamente 200 m em relação às áreas adjacentes e ao nível do mar.

Uma seção típica de platô nas áreas mineralizadas, é ilustrada conforme o perfil mostrado na figura 4.2, apresenta a seguinte seqüência, do topo para base:

- **cobertura vegetal:** mata densamente povoada, típica de floresta tropical, sobrepondo-se a uma camada de solo vegetal rico em nutrientes com espessuras de até 50 cm, sendo que nos platôs não ultrapassa os 25 cm.
- **argila caulínica amarela (argila Belterra):** 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 concrecinário subjacente. A argila possui espessura máxima de cerca de 14,0 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, no entanto, de 7,0 a 10,0 m.

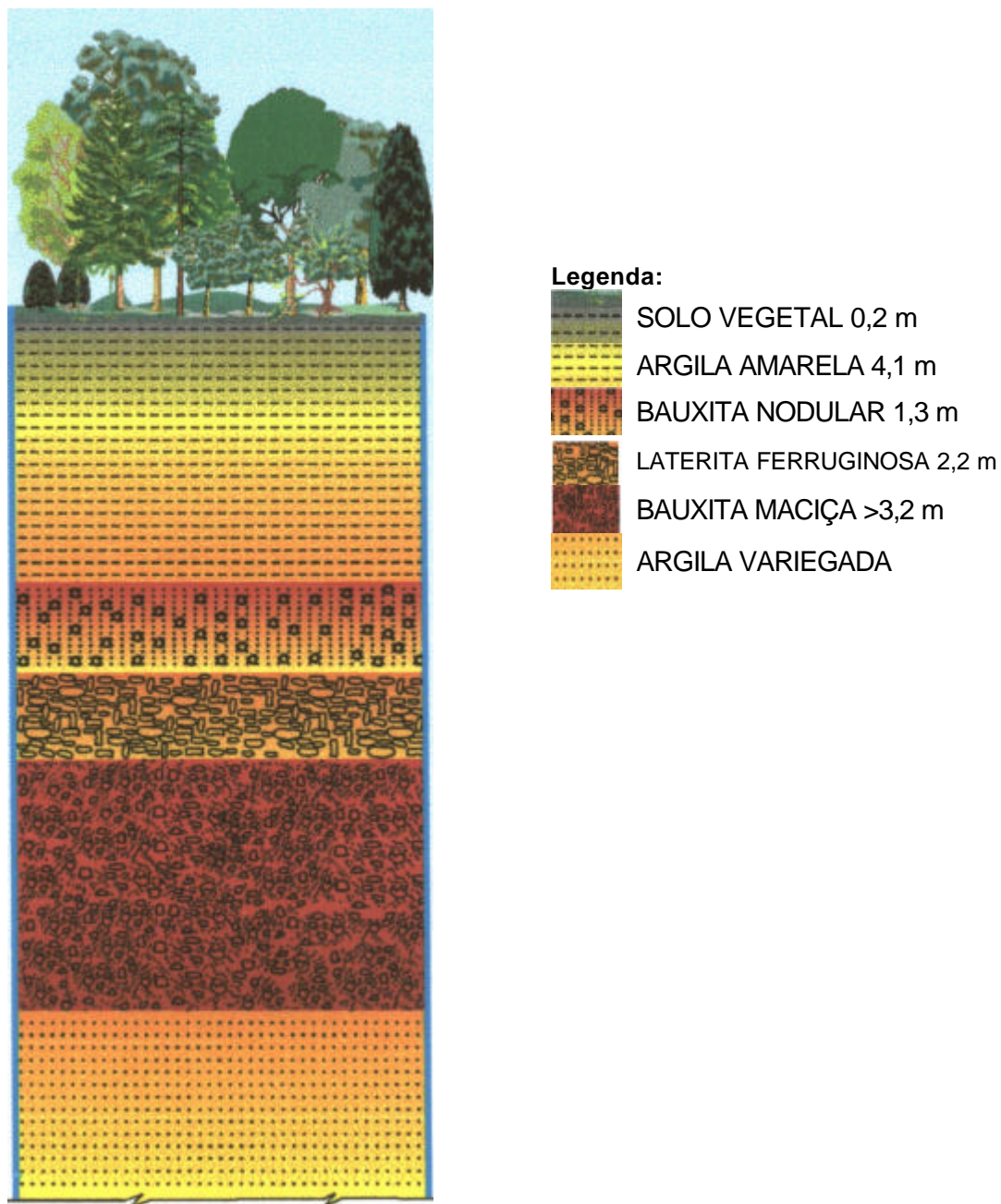
- **bauxita nodular:** este horizonte é caracterizado pela presença de nódulos arredondados de gibsita finamente cristalina, englobando pisólitos ferruginosos, distribuídos em uma matriz argilosa, caulínica, de aparência similar à da argila do capeamento. A bauxita nodular tem uma espessura média de 1,3 m, podendo variar até 2,5 m, e representa aproximadamente 20% da reserva total de minério de alumínio. 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 de capeamento é geralmente 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 de nódulos e uma diminuição de argila na matriz em direção à 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 e SiO_2 , respectivamente. Devido ao baixo teor de alumina aproveitável e alto teor de sílica reativa, essa ocorrência é hoje tratada como estéril, assim com 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 bauxita nodular devido à tonalidade vermelho escuro resultante do aumento do conteúdo de Fe_2O_3 . Essa 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 desse 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, fragmentos de laterita muito ferruginosa, onde freqüentemente evidenciam-se preenchimentos de cavidades por argila amarelo claro. Em alguns locais, ocorre laterita com aspecto de um arenito, onde são preservados os grãos de quartzo, bastante corroídos, cimentados por óxidos de coloração escura. É característico o aspecto poroso desse 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 percentagem, é de gibsita, goethita, anatásio, sericita, caulinita, boehmita e quartzo. Acima deste nível, freqüentemente 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 dos platôs.

- **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, com menos de 1% de boehmita. Os principais constituintes mineralógicos são: gibsita (4,5 a 83,6%) e caulinita + haloixita (7,2 a 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 a até 2,0 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 os tipos 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 caulínica, caracterizando assim um contato gradativo com este horizonte adjacente. Bolsões de argila amarela caulínica, com pequenos blocos de bauxita de diversos tipos de textura, ocorrem em toda a jazida, principalmente no sentido vertical. A passagem da bauxita para o horizonte de saprolito é gradual.
- **argila variegada:** trata-se de uma argila de cor clara, caulínica. No contato ou dentro da argila variegada, ocorrem pequenos blocos de bauxita com textura granular, de coloração rosada. O contrário também ocorre, com freqüentes evidências desse 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.

FIGURA 4.2 - Perfil estratigráfico do platô Almeidas (sem escala)



4.2.3 - Geomorfologia e solos

Os estudos geomorfológicos e pedológicos tiveram como objetivo a análise do relevo regional e local, enfocando suas características morfológicas, assim como seus materiais superficiais, que constituem a cobertura pedológica. De forma integrada, procurou-se identificar os processos atuantes na dinâmica do relevo e dos solos, como também algumas de suas características pretéritas.

A metodologia adotada considera as inter-relações entre feições morfológicas do relevo e os materiais da cobertura superficial como diagnosticadoras da dinâmica atual do embasamento físico da paisagem, incluindo-se, nesse contexto, as interferências antrópicas.

Salienta-se que os processos geomorfológicos e as morfologias do relevo são gerados por ações sobre os materiais na superfície terrestre. Nesse sentido, o estudo dos materiais com o qual está sendo modelado o relevo torna-se importante, porque a composição e a estrutura do conteúdo das formas estarão, de maneira ativa ou passiva, interagindo no desenvolvimento dos processos. Esses materiais, particularmente na área-objeto de análise, estão representados pela cobertura de solos.

Para efeito de análise, as formas do relevo e os materiais constituintes participam da composição da paisagem em diferentes escalas. Na área em estudo foram definidas três escalas de observação: *megascópica*, representada pelo conjunto das formas do relevo inseridas no Planalto Dissecado do Rio Trombetas; *macroscópica*, compondo os platôs destinados às interferências antrópicas previstas para expansão da atividade minerária, englobando aqui suas vertentes e horizontes de solos; e *microscópica*, definida pelo arranjo textural e pela química global dos materiais envolvidos.

O nível de conhecimento pretendido busca fornecer informações de natureza qualitativa e semi-quantitativa de parâmetros do relevo, da hidrologia e da cobertura superficial, em áreas destinadas a expansão da atividade minerária, as quais necessitam de análises ambientais visando ações de conservação, controle e monitoramento dos recursos naturais.

Salienta-se, ainda, que o diagnóstico aqui apresentado contém dados e análises do diagnóstico efetuado para o sistema transportador Saracá-Almeidas-Aviso (Brandt, 2000b), também integrante do projeto de expansão da atividade mineral da MRN nos platôs Almeidas e Aviso.

4.2.3.1 - Procedimentos para os estudos geomorfológicos e pedológicos

- **Análise bibliográfica:** nesta fase foram analisados trabalhos já realizados na área do empreendimento, assim como documentos cartográficos disponibilizados pela MRN e Minerconsult, dentre os quais:
- Planta de localização - Trombetas na escala aproximada de 1:850.000 - N. MRN - QD2-MRN-00-20-001-DE (2000);
- Mapa Topográfico na escala 1:20.000 elaborado pela MRN e Minerconsult LTDA (Des. n. 085-03-400-833-002);
- Imagem de Satélite TM - Landsat 5 (1999);
- Mapa Planialtimétrico Almeidas-Aviso na escala de 1:10.000 elaborado pela Minerconsult LTDA. (2000).

Foi elaborada uma caracterização do relevo regional através de dados secundários, visando a inserção da área-objeto. As morfologias locais foram analisadas e compartimentadas em unidades através de restituição topográfica na escala de 1:20.000 e imagem de satélite na escala de 1:60.000.

- **Levantamento de campo:** campanha de campo de quatro dias para identificação, análise e coleta de dados das morfologias do relevo e da cobertura superficial. Os trabalhos foram concentrados nas áreas de influência direta do empreendimento.

Nos trabalhos de campo foram avaliadas inclinações das vertentes através de clinômetro Silva, como também observações diretas de processos geomorfológicos. Para análise da inclinação das vertentes foi definida as seguintes classes de declividade:

- muito íngreme (>100%);
- moderadamente íngreme (45 a 100%);
- inclinada (20 a 45%);
- plana ou ligeiramente inclinada (0 a 20%).

Para a análise dos materiais de superfície foram abertas doze trincheiras de 2 m de profundidade e 1 m de largura. A seleção desses locais visou uma melhor identificação dos materiais superficiais. Nesse sentido, procurou-se amostrar o topo dos platôs, as encostas, as vertentes das Terras Baixas, como também as planícies dos igarapés, ou seja, todas as unidades topográficas existentes.

Para descrição dos perfis foi seguido o Manual de Método de Campo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS (1979), como também o Manual de Estruturas da Cobertura Pedológica de Ruellan & Dosso (1991). Foram priorizados os seguintes componentes morfológicos dos solos: cor, textura, macroestrutura, consistência e porosidade. A cor dos materiais foi definida pela tabela de Munsell (1990).

As amostras de solos foram retiradas do conjunto dos horizontes genéticos (horizontes A e B), que marcam a gênese e o comportamento dos mesmos, como também as interações com os processos geomorfológicos (erosão, movimentos de massa, etc).

Das doze trincheiras analisadas, cinco foram selecionadas para análises granulométricas e químicas dos horizontes de solos identificados. Para o topo dos platôs foram utilizados dados dos platôs Periquito e Saracá, tendo em vista se tratar da mesma classe de solos, muito bem caracterizada na região.

As análises foram realizadas no laboratório do Instituto Mineiro de Agropecuária - IMA, instituição credenciada junto ao Programa de Controle de Qualidade de Análise de Solos da SBCS. Os parâmetros químicos selecionados foram: matéria orgânica (dag/kg); C (dag/kg); N (dag/kg); pH (H₂O); H + Al (cmol.carga/dm³); Al³⁺ (cmol.carga/dm³); Ca²⁺ (cmol.carga/dm³); Mg²⁺ (cmol.carga/dm³); P (mg/dm³) K (mg/dm³); Na (cmol.carga/dm³); T (cmol.carga/dm³); S (cmol.carga/dm³); V (%) e M (%).

As frações granulométricas foram assim definidas: areia total (2 - 0,05 mm), silte (0,05 - 0,002 mm) e argila (<0,002 mm). As classes de textura foram: até 14% de argila - arenosa; de 15 a 24% de argila - média-arenosa; de 25 a 34% de argila - média argilosa; 35 a 59% - argilosa; > 60% de argila - muito argiloso.

- **Elaboração do diagnóstico:** nesta etapa foi elaborado o mapa geomorfológico e de solos da área diretamente afetada na escala de 1:60.000.

Em seguida foram descritas e analisadas as unidades geomorfológicas, com ênfase para uma abordagem interativa entre morfologias do relevo e materiais de superfície. Uma breve discussão sobre aspectos morfogenéticos e pedogenéticos é realizada, assim como uma análise qualitativa dos processos responsáveis pela dinâmica atual do relevo.

- **Análise e previsão dos impactos ambientais:** nesta etapa foi realizada a análise dos impactos decorrentes da expansão do empreendimento minerário no platô Almeidas, diante de metodologia proposta pela Brandt Meio Ambiente - BMA.

4.2.3.2 - Geomorfologia e solos regionais

Diante dos Domínios Macropaisagísticos e Macroecológicos Brasileiros definidos por Ab'Sáber (1973), a região de Porto Trombetas encontra-se inserida no domínio das "terras baixas florestadas da Amazônia".

Esse domínio, marcadamente zonal, corresponde a áreas de planícies de inundação labirínticas (rio Amazonas) e meândricas (rio Trombetas), tabuleiros de vertentes convexizadas, morros baixos mamelonares ou semimamelonares nas áreas que bordejam a bacia sedimentar amazônica. Fases de pediplanação neogênicas e níveis de pedimentação discretamente embutidos podem ocorrer. Localmente destacam-se terraços mantidos por cascalheiras ou por crostas lateríticas. Destaca-se uma drenagem extensivamente perene.

Quanto aos aspectos morfoestruturais, a região encontra-se enquadrada, de acordo com a classificação do RADAMBRASIL (1976), na unidade do *Planalto Dissecado Rio Trombetas - Rio Negro*, constituindo-se numa unidade morfoestrutural limitada a norte pelos relevos residuais da borda norte da Sinéclise do Amazonas. Ao sul, esta unidade limita-se com as planícies afogadas dos rios Nhamundá, Uatumã, Anebá, dentre outras. O limite leste é o rio Trombetas, afluente da margem esquerda do Amazonas, que separa o Planalto Dissecado dos Planaltos Rebaixados da Amazônia. A leste, a unidade estende-se além da cidade de Manaus.

Abrangendo terras dos estados do Pará e Amazonas, cujo limite é o rio Nhamundá, este Planalto ocupa uma extensão restrita, correspondendo ao interflúvio do baixo curso dos rios Negro e Trombetas. Sua principal característica é o dissecamento fluvial intenso, o que ocasionou uma conservação reduzida de suas superfícies aplainadas, muito recortadas, que ocorrem somente nos interflúvios, ou seja, no topo dos denominados platôs. As maiores altitudes estão entre 230 m e 130 m, e as menores entre 80 m e 60 m.

Segundo 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 litólicos, de forma subordinada.

HERNALSTEENS & LAPA (1988) definem uma seqüência de três horizontes encontrada na parte superior dos platôs da região: argila belterra, laterita concrecionada e a zona saprolítica. O horizonte de laterita concrecionada pode ser dividido em três subzonas: bauxita nodular, laterita e bauxita maciça. As argilas belterra, que constituem os latossolos amarelos, são formadas por argilas cauliniticas, uniformes e permeáveis. A proporção de gibsita aumenta na direção do contato com o horizonte concrecionado subjacente. Sua textura é finamente porosa, podendo conter pequenos nódulos. A espessura média dos latossolos é de 7 m a 10 m.

RANZANI *et al.* (1982, *apud* FERRAZ, 1991) elaborou um mapa de solos da margem direita do rio Trombetas. Foram observadas três unidades principais: *latossolos* em avançado estágio de intemperismo, muito ácidos, com CTC e V baixas, bem drenados, profundos e friáveis; *podzólicos* com B textural, apresentando horizonte A de textura mais grosseira que o B, em geral ácidos e bem drenados e com elevada saturação em Al trocável; *Aluviões e solos hidromórficos*, encontrados nas margens dos lagos e dos igarapés ou rios.

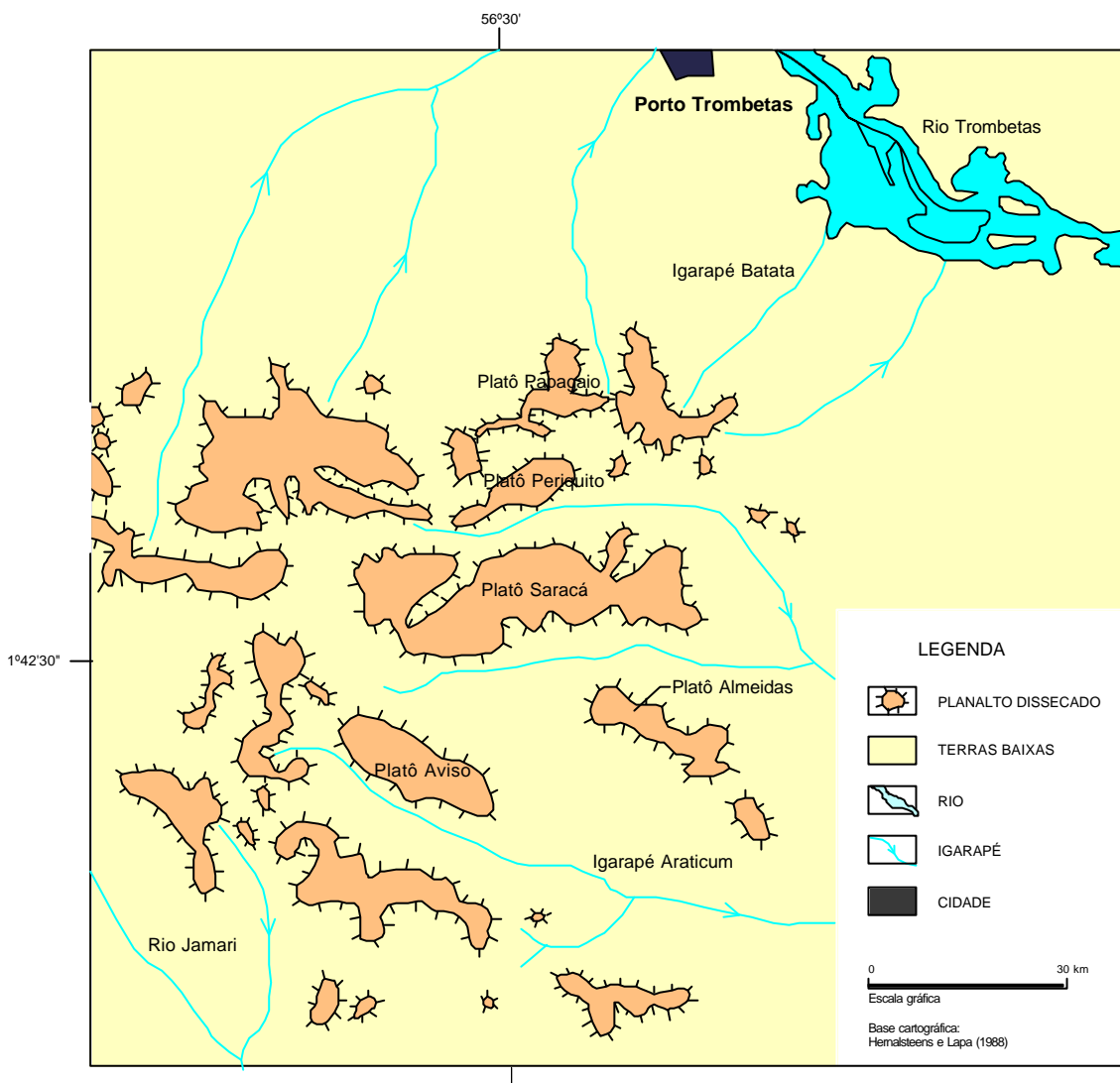
A distribuição geográfica dos solos da região, de acordo com CEMA (1994), dá-se de forma definida, acompanhando de certa forma as variações do relevo. Essas variações referem-se às superfícies dos platôs que formam o Planalto Dissecado, onde se localizam, em subsuperfície, as jazidas de bauxita; as encostas desses platôs; e as áreas entre as encostas e as terras baixas. 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 solos de aluvião, hidromórficos e as areias quartzosas.

Segundo Ribeiro *et al.* (1999), os solos argilosos latossólicos da região de Manaus encontram-se nas partes mais elevadas dos platôs, sendo originados de sedimentos mais antigos. Nas partes mais baixas, por sua vez, predominam solos arenosos formados sob sedimentos mais recentes. Ribeiro *et al.* (*op cit.*) faz comentário que alguns autores vêm atribuindo os solos arenosos situados nos vales e nas partes baixas das encostas às antigas praias e fundos de lago, possivelmente relacionados a períodos interglaciais.

4.2.3.3 - Gemorfologia e solos locais

A área definida pela MRN para expansão da atividade minerária, representada pelo platô Almeidas, encontra-se posicionada na porção leste do Planalto Dissecado Rio Trombetas - Rio Negro, mais precisamente a 28 km a sul da Vila de Porto Trombetas, PA (figura 4.3).

FIGURA 4.3 - Localização dos platôs no contexto geomorfológico



Esta área encontra-se inserida no setor SE da Floresta Nacional Saracá-Taquera (Decreto Federal 98.704 de 27/12/89). Nesse domínio específico, ocorrem três sistemas de drenagens: igarapés Saracazinho, Saracá e afluente do igarapé Araticum, integrantes do sistema lagunar Sapucaá, que se desenvolve na margem direita do rio Trombetas. Essas drenagens são as principais responsáveis pela dissecação do referido platô.

Na escala 1:20.000, o relevo local pode ser compartimentado em três unidades, cada qual apresentando características topográficas, morfológicas e pedológicas distintas e sujeitas às mesmas condicionantes climáticas: Platô; Terras Baixas; e Planícies Aluviais (figura 4.4). Esta mesma figura apresenta a predominância dos tipos de solo associados a cada uma dessas unidades.

FIGURA 4.4 - Unidades geomorfológicas da área de estudo e predominância de solos

mrt013 figura 3.1 - geomorfologia - Allanxx

Platôs

Morfologia e materiais

Esta unidade do relevo inclui o platô Almeidas. Este platô apresenta-se como o compartimento mais elevado da paisagem local, sendo testemunho residual do planalto dissecado.

O platô Almeidas está posicionado a SSE do platô Saracá, distando deste aproximadamente 2,5 km. Esta unidade elevada tem 7 km de comprimento por 2,3 km de largura média e encontra-se alinhada na direção SE-NW.

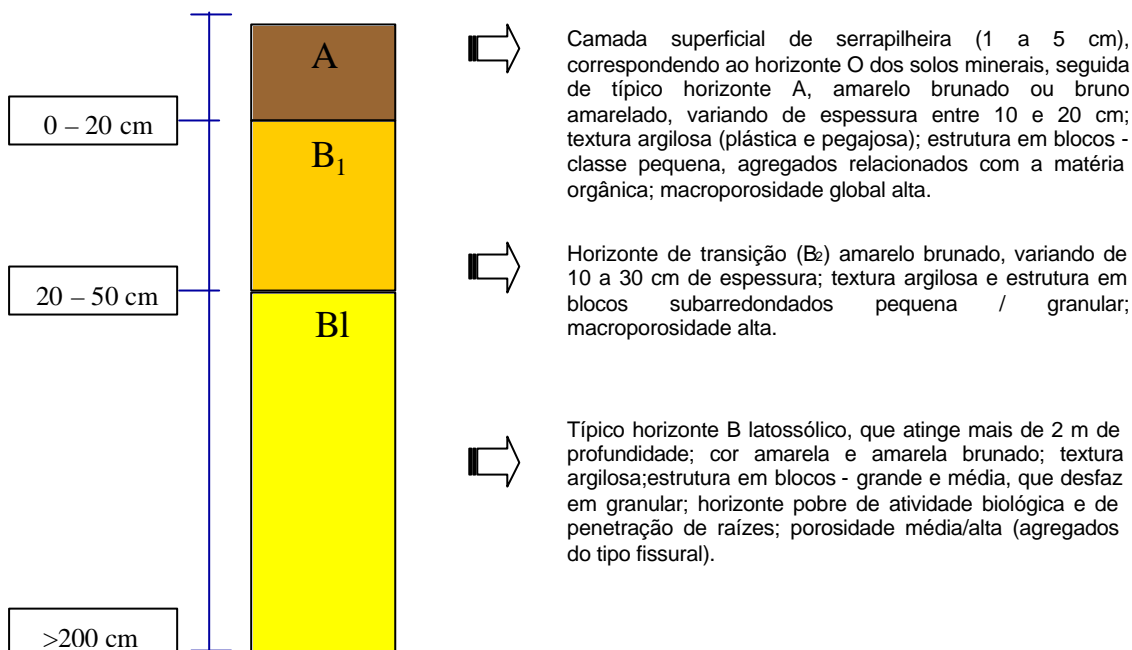
No platô, pode-se destacar duas morfologias: os topos e as encostas. Nos topos, as declividades variam entre planas a ligeiramente inclinadas (0 a 20%), configurando um nítido aplainamento entre as cotas 180 m e 175 m. Essa sub-unidade é a que será mais atingida pela expansão da atividade minerária.

Destaca-se, no topo do platô Almeidas, uma Floresta Ombrófila Densa. Nas bordas ligeiramente convexas do platô, tem-se início a outra morfologia dessa unidade, constituída pelas encostas inclinadas. Essas vertentes fazem a conexão entre o interflúvio e as Terras Baixas.

Topograficamente, as encostas do platô encontram-se entre as cotas 175 - 125 m, gerando um gradiente de relevo em torno de 50 m. As vertentes apresentam-se em rampas ou ligeiramente côncavas. No terço superior, ou seja, na estreita faixa de ruptura entre os topos dos platôs e a encosta, as declividades podem atingir 70% (moderadamente íngreme). A declividade predominante no terço médio é 45%. No contexto geral, a classe mais freqüente é inclinada (20% - 45%).

Os materiais que constituem o topo do platô são muito homogêneos, sendo formados por *Latossolo Amarelo Álico* (figura 4.5): solos não hidromórficos que apresentam horizonte B latossólico em perfil profundo (mais de 5 m); textura argilosa (35% a 59%); fortemente ácidos (4,5 a 4,9); compostos por sesquióxidos, argilas minerais silicatadas, quartzo e outros minerais altamente resistentes a intemperização; solos friáveis quando úmido, apresentando boa porosidade e permeabilidade; baixa saturação de bases (Brandt, 1999).

FIGURA 4.5 - Perfil de um típico latossolo amarelo (álico) posicionado no topo do platô Almeidas



Já nas encostas inclinadas predomina o *Latossolo Vermelho Amarelo Álico*, constituído por solos não hidromórficos que apresentam horizonte B latossólico em perfil profundo, com características análogas ao do Latossolo Amarelo. Frequentemente ocorrem concreções lateríticas bem distribuídas nos horizontes. Em função disso, ocorre um aumento da fração areia. No conjunto dos constituintes predomina a textura média-argilosa/argilosa (25% a 59%) no horizonte A ou B. Esses solos são fortemente ácidos (pH entre 4,2 a 5,1), compostos por sesquióxidos de ferro, argilas minerais silicatadas, quartzo e outros minerais altamente resistentes à intemperização. Os solos são friáveis quando umedecidos, apresentando boa porosidade e permeabilidade, baixa atividade de argila, baixa saturação de bases e alta percentagem em saturação com alumínio.

Terras Baixas

Morfologia e materiais

As Terras Baixas são constituídas pela faixa de transição entre as encostas do platô Almeidas e o sistema fluvial associado aos igarapés Saracá, Saracazinho e ao igarapé afluente da margem esquerda do igarapé Araticum.

A morfologia desta unidade rebaixada do relevo se caracteriza por colinas convexizadas suavemente onduladas, como também por rampas. Essas feições estão fortemente recortadas por cabeceiras de drenagem. A faixa altimétrica predominante, nessa unidade, está entre as cotas 125 m a 100 m.

As vertentes apresentam, no conjunto, declividades nas classes inclinada (20% a 45%) a plana ou ligeiramente inclinada (0% a 20%). Porém, nas proximidades das planícies fluviais podem ocorrer segmentos na classe de declividade moderadamente íngreme (45% a 100%), como em várias rupturas observadas nas planícies do igarapé Saracazinho.

Os materiais superficiais foram analisados diante de perfis. Também foram usados dados de outros perfis elaborados nessa Unidade do relevo, nas proximidades do platô Periquito (Brandt, 1999). Esses perfis tiveram como principais características as mudanças da textura, estrutura e da cor dos solos.

Inicialmente ocorre um horizonte A, organo-mineral normalmente bruno amarelado (10YR 4/4 até 5/6), que pode atingir até 45 cm de profundidade. A textura desses horizontes é arenosa a média arenosa. A macroestrutura apresenta-se em blocos pequenos (consistência macia), em função da matéria orgânica ou maciça (sem estrutura). A porosidade do tipo textural e tubular é muito alta. A atividade biológica também é intensa.

Sob este horizonte pode ocorrer um outro horizonte organo-mineral, no entanto, do tipo A_2 e A_3 . Esses horizontes, que podem atingir até 85 cm de profundidade, são tipicamente de transição entre A e B, mas mais semelhantes ao A, como também de perda de componentes para o horizonte subjacente. Há uma maior participação das argilas. Em função disso, as estruturas se arranjam em blocos - grande/média subordinada, porém sem coesão, frágeis. No conjunto dos perfis desta unidade, há um aumento nítido da profundidade da matéria orgânica e da ação biológica. A participação de material coluvionar na origem desses horizontes é certa.

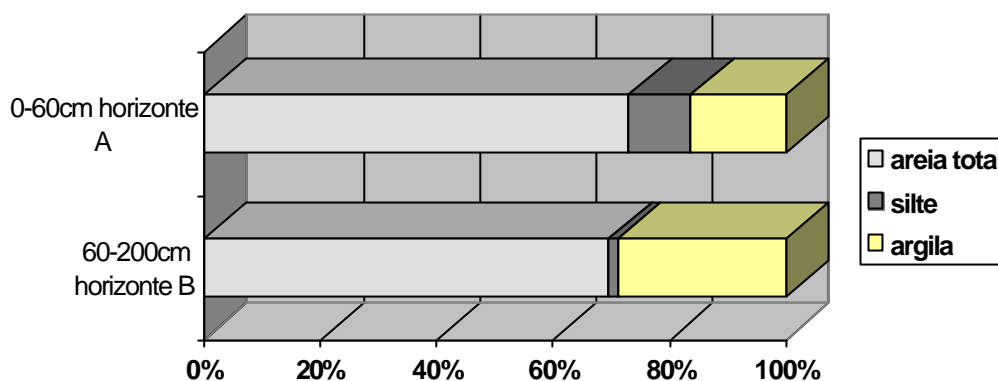
Posteriormente, destacam-se horizontes do tipo B, que podem atingir mais de 2 m de espessura. Esses solos são bruno amarelado e apresentam como principal característica uma mudança na textura, que se torna claramente mais argilosa, indicando a ocorrência de um possível B textural (B_t). A estrutura, nesses horizontes, é mais homogênea, do tipo blocos-grande, no entanto de consistência macia e também pouco coesa. A porosidade predominante é intra e inter-agregados do tipo fissural. A porosidade biológica diminui.

Em laboratório foi constatado um aumento da participação das argilas nos horizontes B analisados (figura 4.6). No entanto, no conjunto dos horizontes, predomina a fração areia (60% a 70%). A participação do silte é baixa nos horizontes B, variando em torno de 3%. A textura arenosa e média-arenosa presente nos horizontes A, dá lugar a texturas média-argilosa até argilosa nos horizontes B.

Os solos das Terras Baixas podem ser classificados como Podzólico Vermelho Amarelo Álico - Textura Média Arenosa: solos bem desenvolvidos; bem drenados; muito ácidos; horizonte organo-mineral A_1 (textura arenosa - média arenosa) assentado sobre horizonte A_2 ligeiramente descolorido ou sobre um A_3 , o qual repousa sobre um horizonte Bt incipiente (textura média argilosa - argilosa); solos muito friáveis quando úmido, apresentando boa porosidade e permeabilidade; baixa atividade de argila; baixa saturação de bases e alta percentagem em saturação com alumínio.

FIGURA 4.6 - Distribuição das classes texturais em perfil de solo, localizado nas terras baixas

Observa-se o incremento de argilas no horizonte B



Planícies Aluviais

As planícies aluviais correspondem aos espaços ocupados pelo escoamento fluvial (várzea). Na área em questão, essa unidade está representada pelos fundos dos vales do igarapé Saracazinho, afluente da margem direita do igarapé Saracá, do próprio Saracá e do afluente da margem esquerda do igarapé Araticum. Os dois sistemas drenam para o lago do Sapucuá, posicionado em faixa marginal ao rio Trombetas. Do platô Almeidas, a distância até o referido lago é de aproximadamente 18 km na direção SE. A distribuição espacial dessas drenagens esboça um padrão dendrítico

O sistema de drenagem do igarapé Saracazinho apresenta vários afluentes com cabeceiras nas vertentes inclinadas do platô Almeidas (face voltada para norte). A calha principal do Saracazinho drena de oeste para leste. Para o igarapé Saracá, drenam particularmente as vertentes do setor E-SE do referido platô. Já a face voltada para sudoeste drena suas águas pluviais para um afluente da margem esquerda do igarapé Araticum.

As planícies dos principais igarapés posicionam-se abaixo da cota dos 100 m e apresentam dimensões variadas. As linhas de drenagem podem ser divididas em dois compartimentos, ou seja, leito maior e leito menor. O leito maior corresponde à faixa brejosa nas imediações dos igarapés, eventualmente inundada ou saturada durante o período mais intenso das chuvas (dezembro a março). Corresponde, sob o ponto de vista vegetacional, a Mata de Igapó. Nos igarapés maiores, como o Saracá, Saracazinho e Araticum, a transição entre as terras baixas e o canal maior é feita por vertentes íngremes, que chegam a mais de 45% de inclinação. O leito menor corresponde à parte do canal ocupada pelas águas de vazante, onde o leito apresenta margens bem definidas. A exceção do igarapé Saracazinho, que apresenta um conjunto de canais anastomosados que formam uma área brejosa ampla, as demais drenagens comportam leito menor meandrante bem definido.

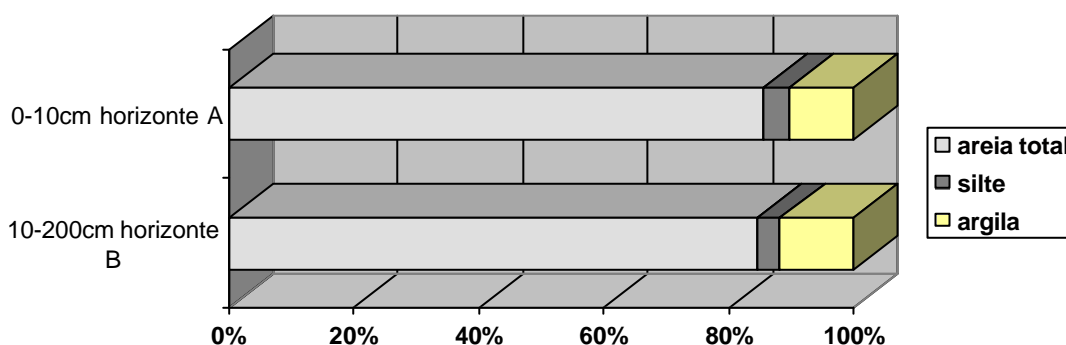
Os materiais que constituem as planícies aluviais apresentam algumas características diferenciadas das demais unidades do relevo.

Nas áreas menos atingidas pela oscilação do lençol freático ocorrem Areias Quartzosas Álicas, ou seja, solos de textura arenosa (teor de argila no B menor que 15%) em todo o perfil. A estrutura dos agregados, quando existentes, é muito frágil. A macroestrutura predominante é maciça. Os materiais apresentam-se essencialmente quartzosos, excessivamente drenados, fortemente ácidos (pH 4,6 a 5,3) e com ausência de materiais primários. Possuem baixa percentagem de bases trocáveis. A Capacidade de Troca de Cátions dos horizontes analisados apresenta valores inferiores a 4,74 cmol.carga/dm³, indicando baixa atividade de argila. Em todos os horizontes analisados, a Percentagem de Saturação em Bases apresenta-se muito baixa, ou seja, inferiores a 5,38%. A Percentagem de Saturação em Alumínio (M) demonstram, em todos os horizontes analisados, valores superiores a 86%, caracterizando solos álicos.

Nas proximidades das drenagens podem ocorrer *Areias Quartzosas Hidromórficas*, indicando condições redutoras no horizonte inferior, em função da flutuação do lençol freático, como observado em perfil. Solos do tipo *Podzol Hidromórfico* também podem ocorrer, assim como *Solos Orgânicos* de forma subordinada.

FIGURA 4.7 - Distribuição das classes texturais em perfil de solo, localizado na planície do Igarapé Saracazinho

Os valores de areia total podem atingir mais de 80% dos constituintes



4.2.3.4 - Aspectos morfogenéticos e pedogenéticos

De acordo com Tricart (1975), as formas aplainadas (topo dos platôs) existentes na região são elaboradas em litologias sedimentares da Formação Barreiras. Diante disso, essas feições corresponderiam a processos de aplainamento Pós-Barreiras, datado do Plio-Pleistoceno, tendo em vista que a sedimentação da referida Formação se deu do Cretáceo até o Plioceno, segundo (Dalmon, 1975). Hernalsteens & Lapa (1988) colocam os topos dos platôs como remanescentes de peneplano Terciário.

Os materiais latossólicos amarelo que constituem a superfície desse aplainamento residual, como no topo do platô Almeidas, pode ser caracterizado como muito antigo, ácido e certamente policíclico. Os horizontes com laterita ferruginosa e nódulos de bauxita que ocorrem em profundidade (mais de 7 m) indicam a existência, durante os processos de acumulação geoquímica, de uma relativa planura da superfície. Isto porque as superfícies de erosão de baixa declividade são consideradas sítios topográficos ideais para acumulação de horizontes minerais, além de outros fatores (alternância climática e suprimento de ferro ou alumina).

Segundo referências citadas por Hernalsteens & Lapa (1988), a idade da laterização ainda se encontra indefinida, ou seja, para alguns autores é Terciário Inferior e, para outros, Terciário Superior. A aceitação da primeira idade colocaria o aplainamento regional em um período muito mais antigo que o proposto pelo RADAMBRASIL (1976).

Hernalsteens & Lapa (op. cit.) também colocam que alguns autores consideram as argilas amarelas, que constituem os latossolos, como de formação mais recente do que as lateritas. No entanto, para outros autores os distintos materiais integram o mesmo perfil de alteração, o que nos parece mais provável.

Nas encostas inclinadas, esses horizontes encouraçados estão mais próximos da superfície, o que demonstra que esses horizontes se prolongavam além dos limites dos platôs atuais. Esta consideração sinaliza uma maior continuidade do planalto original, que gerou o atual planalto dissecado em platôs. Essas couraças das encostas dos platôs são reliquiais, isto é, foram formadas antes do entalhe das bordas do platô pelo sistema fluvial Saracazinho e Araticum.

Nas interpretações do RADAMBRASIL (1976) é colocada uma segunda superfície (pediplano) após o desmonte da superfície original do Plio-Pleistoceno. Essa superfície, mais rebaixada topograficamente que o topo dos platôs, é considerada pelos autores como Quaternária. Nas imediações da região de Trombetas, esta superfície não é clara. Nessa área destacam-se colinas convexizadas e rampas de baixa declividade. Ali se desenvolvem os podzólicos, provavelmente em franco processo de formação.

Estudos paleoclimáticos ainda não contemplaram a região de Trombetas, no entanto, a formação de couraças sinaliza para ambientes com alternâncias climáticas. Não ocorrem muitos registros passíveis de datações na região, em função do alto grau de degradação dos materiais. No entanto, registros sedimentares do fundo das lagoas poderão contribuir para melhor interpretação de episódios ambientais do Quaternário local.

4.2.3.5 - Processos geomorfológicos superficiais e subsuperficiais

Diante da análise descritiva das morfologias do relevo e dos materiais superficiais é possível deduzir alguns processos geomórficos responsáveis pela dinâmica das vertentes e dos solos da área de influência direta do empreendimento.

No compartimento de Topo do Platô, particularmente em função das baixas declividades que constituem o aplainamento, aliadas à presença de material inconsolidado muito espesso (Latossolo Amarelo), ocorre uma zona principalmente alimentadora de aquíferos, através da infiltração nos solos, como também dispersora de fluxos hídricos superficiais, para os segmentos de vertentes mais íngremes do entorno do platô.

Diante de uma morfologia favorável à infiltração, os processos intempéricos estão bem representados nos materiais dessa unidade. Destaca-se, nos horizontes de *solum*, uma lixiviação forte em consequência de hidrólise parcial (monossilicização). Este processo tem levado à formação de filossilicatos do tipo caulinita e a perda quase total dos cátions básicos. Nota-se, também, a presença marcante da goetita. Em função da massa argilosa, acredita-se que o material de origem desses solos apresentava materiais feldspáticos e sericíticos (rocha do tipo siltito, por exemplo).

Em profundidade (mais de 7 m), ocorrem mais de um horizonte de lixiviação muito forte, onde há uma dissilicização quase completa e a ocorrência da gibsitita (horizontes bauxíticos). Há também, nos horizontes laterizados, a presença de quartzo de granulação muito fina, possivelmente originados de arenitos.

Na superfície, o potencial para o transporte de materiais via escoamento pluvial é muito pequeno, particularmente pelo baixo gradiente de declividade e devido à cobertura vegetal densa. Em síntese, desgaste e remoção significativa de material da cobertura são restringidos fortemente pela declividade e cobertura florestal. Localmente, o escoamento difuso pode ocorrer, principalmente nas bordas do topo do platô, onde há um pequeno aumento da declividade. Este escoamento é, muitas vezes, alternado com o escoamento de serrapilheira e intramalha de raízes. O balanço erosão/pedogênese, nessas vertentes, é claramente favorável à formação de solos.

Na encostas inclinadas do platô Almeidas, os processos geomórficos são um pouco diferenciados. Os solos são mais bem drenados lateralmente, em decorrência do aumento do gradiente topográfico e da porosidade, devido ao aumento da fração areia (concreções). Nesses solos, destacam-se processos de acumulação relativa de elementos pouco móveis, posteriormente endurecidos (couraças) sob a forma de hematita e goethita, mostrando ainda a contribuição de caulinita e sílica. Esses solos são mais porosos e podem comportar um escoamento lateral interno do tipo *throughflow*.

Em função do aumento expressivo das declividades (chegam a 45%), em superfície, há um aumento do potencial para a erosão dos solos em decorrência do escoamento pluvial. Observa-se, nessas vertentes inclinadas, a instalação do escoamento concentrado, no qual o ravinamento é seu testemunho morfológico principal. No entanto, a densa cobertura vegetal apresenta-se como a principal inibidora desses processos, direcionando-os para um fluxo mais difuso. No momento, essas encostas apresentam um balanço de desnudação passivo, ou seja, o ambiente é mais favorável formação de solos do que para o desenvolvimento acelerado de processos erosivos. O débito de sólidos transportados, no entanto, ocorre, mas é de difícil quantificação, em função das discontinuidades dos processos no tempo e no espaço.

A unidade das Terras Baixas se caracteriza pela mudança da textura dos solos, que se tornam mais arenosos e porosos, além de apresentarem estruturas pouco coesas, frágeis. Há uma participação de material coluvionar. Em subsuperfície, observa-se um incremento de argilas de acumulação ou concentração relativa ou absoluta decorrente de processos de iluviação do horizonte A, e/ou formação in situ e/ou herdada do material de origem.

Superficialmente, há uma diminuição das declividades, alterando o potencial de processos associados ao escoamento pluvial. Novamente, a cobertura vegetal densa apresenta-se como a principal inibidora para a concentração do escoamento pluvial. Em locais onde foram elaborados cortes para instalação das estradas que dão acesso ao topo dos platôs, pode ser observado o rápido desenvolvimento de processos erosivos diante da instalação de uma rede de ravinas. Mesmo em baixas declividades, essas vertentes apresentam grande suscetibilidade à erosão, quando retirada a cobertura vegetal. O balanço erosão/pedogênese, nessa unidade do relevo florestada, é francamente favorável ao desenvolvimento dos solos.

As planícies aluviais associadas aos igarapés Saracá, Saracazinho e Araticum posicionam-se abaixo da cota dos 110 m. O ponto mais vulnerável aos processos erosivos e de movimentos de massa, nessas planícies, encontra-se na faixa de transição entre as terras baixas e o canal maior dos igarapés, onde se destacam vertentes íngremes.

4.2.4 - Hidrologia superficial

4.2.4.1 - Aspectos gerais

Os estudos hidrológicos desenvolvidos para este EIA tiveram como objetivo principal a caracterização do regime hídrico dos mananciais na área do empreendimento, com o levantamento das informações referentes as disponibilidades nos cursos d' água que compõem o sistema hídrico regional.

Este procedimento possibilita a caracterização do regime dos mananciais que drenam a área objeto de licenciamento na condição anterior à implantação do empreendimento e avaliar os impactos em suas vazões, no caso de instalada a exploração mineral na área.

Nesse estudo foi adotado como horizonte a obtenção de um conjunto mínimo de informações sobre o regime hídrico e vazões nos mananciais componentes do sistema de drenagem no entorno do empreendimento, em sua condição atual e que subsidiassem a compreensão do comportamento hidrológico regional.

Sabe-se de antemão da inexistência de um sistema de monitoramento de descargas líquidas na área de interesse. Dessa forma, os estudos foram direcionados para a definição de um conjunto de informações, tanto de cunho regional, tendo como suporte as estações operadas e disponíveis no sistema de informações hidrológicas nacional (SIH), como por elementos de interesse (vazões medidas) gerados por outros em desenvolvimento para este estudo de impacto ambiental - EIA.

O resultado dessa abordagem foi a caracterização preliminar do regime hídrico na área do empreendimento, com observação da tendência de geração das vazões em termos qualitativos e a definição do sistema de monitoramento das descargas líquidas na área do empreendimento.

4.2.4.2 - Aspectos potamográficos

Neste item foram efetuadas observações gerais sobre a macrobacia hidrográfica, onde se insere o empreendimento, pelo o qual é influenciado e ao qual influencia com sua participação na formação dos caudais de toda bacia, sendo desenvolvida a caracterização da hidrografia regional, representada pela Bacia Amazônica e do rio Trombetas. Em termos locais a hidrografia é composta pelos igarapés contribuintes à Lagoa do Sapucá.

Bacia do rio Amazonas

A Bacia Amazônica abrange uma área de drenagem da ordem de 6.112.000 Km², ocupando cerca de 42 % da superfície do território nacional. Esta é a maior rede hidrográfica mundial, prolongando-se dos Andes até o Oceano Atlântico, estendendo-se além da fronteira da Venezuela à Bolívia.

Seu principal curso d'água é o rio Amazonas, que com extensão de 6.570 km, nasce em território peruano, no riacho Lauricocha, originário da lagoa do Niño, nas geleiras da cordilheira de Santa Anna, cerca de 5.000 m acima do nível do mar. O percurso inicial, da ordem de 45 Km, é realizado em quedas, no sentido norte, formando as lagoas Santa Anna, Cablocacha, Nieveurco, Tinquincocha, Yanacocha e Patarcocha. Após escoar no Lago Lauricocha, toma a denominação de Marañon, ainda nos Andes, onde recebe pequenas contribuições, e após atravessar o Pongo de Manseriché, segue aproximadamente a direção leste até a foz, no Oceano Atlântico.

Entra no Brasil somente a partir da confluência com o rio Javari, próximo a Tabatinga, sendo, então, chamado de Solimões e, somente a partir da confluência com o rio Negro, passa a ser denominado de Amazonas. Próximo a Manaus, bifurca-se com o Paraná do Careiro, estimando-se aí uma largura da ordem de 1.500 m e profundidade em torno de 35 m. Entre a foz do rio Negro e a região das ilhas, próximo a desembocadura, é conhecido por Baixo Amazonas.

Em virtude de sua posição geográfica, praticamente paralela ao Equador, o regime do Amazonas é influenciado pelos dois máximos de pluviosidade dos equinócios, sendo, por isso conhecido como regime fluvial de duas cheias. A Bacia Amazônica está sujeita ao regime de interferência, portanto tem contribuintes dos hemisférios Norte e Sul, coincidindo a cheia de um hemisfério com a vazante do outro.

O volume de água do rio Amazonas é extremamente elevado, descarregando no Oceano Atlântico aproximadamente 20% do total que chega aos oceanos em todo o planeta. Sua vazão é superior ao total aduzido pelos seis maiores rios, sendo mais de quatro vezes maior que o rio Congo, o segundo maior em volume, e dez vezes o rio Mississipi. Como exemplo, em Óbidos, distante 960 km da foz do rio Amazonas, tem-se uma vazão média anual da ordem de 180.000 m³/s. Tal volume d'água é o resultado do clima tropical úmido característico da bacia, que alimenta a maior floresta tropical do mundo.

Na Amazônia os canais mais difusos e de maior penetrabilidade são utilizados tradicionalmente como hidrovias. Navios oceânicos de grande porte podem navegar até Manaus, capital do estado do Amazonas, enquanto embarcações menores, de até 6 metros de calado, podem alcançar a cidade de Iquitos, no Peru, distante 3.700 km da sua foz.

O rio Amazonas se apresenta como um rio de planície, possuindo baixa declividade. Sua largura média é de 4 a 5 km, chegando em alguns trechos a mais de 50 km. Entre seus principais afluentes, destacam-se os rios Iça, Japurá, Negro e Trombetas, na margem esquerda, e os rios Juruá, Purus, Madeira, Tapajós e Xingu, na margem direita.

Sistema hídrico regional

A área do empreendimento está inserida entre o extremo meridional da bacia do rio Trombetas já nas proximidades de sua foz e o rio Amazonas. O rio Trombetas, afluente da margem esquerda do rio Amazonas, nasce na fronteira do Brasil com a Guiana. Em sua formação recebe águas dos rios Mapuera, Cachorro e Erepecuru, seus principais tributários. Ele tem sua cabeceira no rio Curucuri, descendo da serra do Curucuri com o nome de rio Cafu. Só passa a se chamar Trombetas a partir do encontro com o rio Wanamu (que desce da Serra de Tumucumaque). Também é conhecido como rio Uaiximana ou Oriximiná.

Com cerca de 750 km de extensão é largo, profundo e navegável, por embarcações de até 500 toneladas, numa extensão de 230 km. Nesse trecho navegável, suas margens apresentam terrenos planos, onde se formam vários lagos.

Sua foz fica em frente à cidade de Oriximiná, onde se junta ao Paraná de Sapucaá, cujo prolongamento é chamado de baixo Trombetas. Após o encontro com o Paraná Sapucaá, chega a atingir até 1.800 m de largura, tendo seu leito dividido por várias ilhas estreitas e compridas, como a Ilha da Jacitara.

Nesta região de confluência dos rios Trombetas e Amazonas, forma-se um complexo de ilhas e lagoas, dificultando a definição dos limites entre as drenagens dos grandes rios amazônicos. A área de estudo localiza-se entre os igarapés que drenam para a lagoa de Sapucaá, localizada na margem direita do rio Trombetas, em frente a cidade de Oriximiná.

Os igarapés localizados na área de entorno do platô Almeida são os igarapés Saracazinho, Aviso, Araticum e sem nome. O primeiro, drena diretamente para a lagoa de Sapucá, após juntar-se com as águas do igarapé Saracá. Os demais cursos d'água, são componentes do mesmo sistema de drenagem, sendo que o talvegue principal é denominado Araticum, sendo o igarapé Aviso e a drenagem sem nome seus afluentes.

A figura 4.8 mostra a localização do empreendimento em relação ao Estado do Pará e aos rios Amazonas e Trombetas.

FIGURA 4.8 - Localização do empreendimento em relação ao Estado do Pará e aos rios Amazonas e Trombetas



Objetivo da análise da rede hidrométrica

O conhecimento dos sistemas hídricos existentes nas regiões onde são implantados complexos de produção, possibilita o dimensionamento e localização das estruturas hidráulicas, ao mesmo tempo que traz maior confiabilidade ao abastecimento hídrico do empreendimento, possibilitando a definição de processos de produção compatíveis com a sustentabilidade das coleções hídricas locais.

Dessa forma, a disponibilidade hídrica, definida como a capacidade de os corpos d'água suprirem as demandas do projeto, às necessidades humanas correlatas e os aspectos ambientais, deverá ser suficiente para atendimento dessas demandas, bem como das atividades humanas atuais e futuras localizadas no entorno do empreendimento.

Portanto, o conhecimento da capacidade de suporte dos mananciais de água que cortam o empreendimento e os localizados em seu entorno, considerados como potenciais fornecedores de água ao projeto, é de elevada importância para a viabilidade do empreendimento.

Ao mesmo tempo, a análise das condições atuais de disponibilidade de água e do regime hídrico poderão, além de caracterizar o impacto potencial das atividades no sistema hídrico, propiciar a definição de critérios e procedimentos de apropriação da água, de forma que eventuais alterações ocorridas nos corpos de água sejam efetuadas dentro de rigorosos controles, visando minimizar os impactos e suas conseqüências.

Assim, a implantação de sistemas de monitoramento e análise dos mananciais destinados ao suprimento do projeto em bases sustentáveis, não apenas para o empreendimento em pauta mas, também, visando a continuidade do abastecimento às eventuais atividades hoje existentes na região, evitará possíveis conflitos no uso desse recurso natural.

4.2.4.3 - A rede hidrométrica regional

Para definição das informações sobre a disponibilidade hídrica nos mananciais de interesse, foi efetuado um levantamento dos dados referentes ao sistema de monitoramento das vazões na região onde está localizado o empreendimento.

Para isto, foram pesquisados os arquivos de estações fluviométricas da *rede básica nacional*, operada pela Agência Nacional Energia Elétrica - ANEEL, hoje o agente de governo responsável pela operação da rede hidrométrica do Brasil e pela disponibilização das informações referentes às estações instaladas nas bacias hidrográficas do território brasileiro, além dos arquivos do Sistema de Vigilância da Amazônia - SIVAM e estudos anteriores na área do projeto.

O conjunto de informações disponível na rede nacional para a região não possibilitaria caracterizar o regime hídrico dos mananciais de interesse, ou mesmo delinear um modelo hidrológico para a área, visto que a rede nacional dispõe apenas de estações fluviométricas com áreas de drenagem bastante superiores às dos mananciais de interesse.

A utilização desses dados apenas se justificaria para a caracterização dos grandes mananciais, possibilitando somente a compreensão, em nível macrorregional, das ocorrências e disponibilidades hídricas. No caso dos mananciais da área do empreendimento, motivo dos estudos, justificaria sua utilização sob o aspecto temporal, no sentido de definir a sazonalidade dos deflúvios, evidenciando assim, o regime hídrico daqueles cursos d' água.

A partir dessa constatação, foi prevista uma análise de cunho qualitativo para as disponibilidades hídricas, a partir das séries de vazões das estações fluviométricas e da contraposição dessas informações com o histórico da pluviometria, mostrando a tendência para o comportamento de formação das vazões nos mananciais locais (regime hídrico).

4.2.4.4 - Seleção da rede hidrométrica regional

A rede básica regional

As informações disponíveis na ANEEL referem-se às estações operadas nos cursos d'água que compõem o sistema hidrográfico dos rios Trombetas e Nhamunda. Foram localizadas 6 (seis) estações. As principais características das estações nesta bacia, são:

- pequenos períodos de coleta de dados, não superando aos 30 anos;
- curtos períodos contínuos de registros de dados, com quebras sistêmicas nas seqüências das séries de registros diários;
- grandes áreas de drenagens nas seções de medição, compatíveis com os valores das bacias hidrográficas monitoradas.

Conforme mostrado no quadro 4.9, as estações fluviométricas possuem áreas de drenagem superiores a 20.000 km², sendo estas bem maiores que as existentes na área em estudo.

QUADRO 4.9 - Estações fluviométricas operadas pela ANEEL na região

Código ANEEL	Nome da Estação	Manancial	Drenagem (km ²)	Coordenadas		Período de Operação	
16430000	Garganta	rio Trombetas	37.907	00 ^o 58'	57 ^o 00'	10/81	-
16480000	Aldeia Wai-Wai	rio Mapuera	21.107	00 ^o 42'	57 ^o 58'	10/81	-
16500000	Estirão da Angélica	rio Mapuera	25.826	01 ^o 04'	57 ^o 04'	10/70	-
16650000	Cachoeira da Porteira C1	rio Trombetas	77.134	01 ^o 05'	57 ^o 02'	09/70	-
16800000	Vista Alegre Conj. 1	rio Erepecuru	34.751	01 ^o 03'	56 ^o 04'	09/70	-
16900000	Oriximiná	rio Trombetas	126.900	01 ^o 44'	55 ^o 51'	07/68	-

Fonte: Boletim Fluviométrico ANEEL, 1999 (disponível na Internet)

Informações disponíveis na área do empreendimento

Além dos dados da rede nacional, foram levantadas informações referentes a possíveis monitoramentos, sistemáticos ou não, de vazões em mananciais localizados nas proximidades do empreendimento.

As informações locais disponíveis referem-se as medições diretas de vazão, ocorridas durante as campanhas de campo executadas pela equipe de estudo da ictiofauna. Essas campanhas possuem registros desde 1997, em igarapés localizados nas imediações do empreendimento.

A figura 4.9, mostra a localização dos pontos de coleta nas campanhas de campo e onde foram efetuadas medições de vazões, nos igarapés localizados na área de influência do empreendimento.

FIGURA 4.9 - Pontos de coleta dos estudos da ictiofauna

mrt014_almeidas_fig4-9_A4.PDF

4.2.4.5 - Disponibilidade hídrica

Neste item são discutidos os resultados obtidos a partir do conjunto de informações da rede nacional na região do baixo rio Trombetas e os dados locais obtidos nos limites do empreendimento e seu entorno.

Todo o trabalho de análise foi direcionado para a caracterização do regime nos mananciais, buscando a definição das principais características hídricas e a tendência histórica e de sazonalidade das vazões.

O regime hídrico superficial pode ser balizado num modelo hidrológico que é resultante da interação das condições meteorológicas e das características fisiográficas da bacia. Dentro dos aspectos meteorológicos, pode-se destacar o regime pluviométrico, que modela a sazonalidade hidrológica.

Quanto aos aspectos fisiográficos, destaca-se a geologia, que define os sistemas aquíferos de manutenção das contribuições de base dos mananciais superficiais no período de estiagem, e o binômio cobertura vegetal e conformação morfológica da bacia, que são importantes fatores na capacidade de recarga e armazenamento desses sistemas aquíferos.

Dessa forma, no modelo hidrológico da rede de mananciais superficiais de uma área pode-se destacar o *input*, ou seja, a variável descrita pelo regime pluviométrico e o *output*, a variável definida pelo regime hídrico superficial e que será abordada neste item.

Devido a carência de informações pretéritas na área de interesse, será feita uma análise do regime da macrorregião e, em seguida, será efetuada uma caracterização do regime hídrico superficial da microrregião onde se insere o empreendimento.

Análise macrorregional

O regime hídrico superficial natural de uma bacia hidrográfica descreve a disponibilidade hídrica de seus cursos d'água tanto nos aspectos quantitativos como nas suas ocorrências aos níveis temporal e espacial.

Na análise das informações hidrométricas disponíveis na bacia do rio Trombetas, contactou-se a existência de pequeno número de estações com séries de dados disponíveis, além das falhas existentes em toda a série de dados. Do total de 6 estações operadas na bacia do rio Trombetas, foi possível obter apenas 2 estações com período de 17 anos de dados disponíveis, sendo 15 anos completos. O período concomitante de operação entre as estações é entre 1970 e 1986.

Observa-se que as dimensões das áreas de drenagem são de 25.826 e 77.134 km², o que leva a concluir que estas informações dificilmente poderiam ser extrapoladas na caracterização de pequenas áreas de drenagem da ordem de algumas dezenas de quilômetros quadrados. Entretanto, o aspecto temporal da distribuição das vazões ao longo do ano hidrológico e em termos de vazões específicas (l/s/km²), podem dar uma visão geral da região.

Dentro desse objetivo, foram tratados os dados de vazões médias mensais do período histórico de setembro de 1970 a setembro de 1986, formando um intervalo contínuo de 17 anos de vazões, período este suficiente para o propósito da análise. Assim, os resultados mostrados a seguir referem-se às estatísticas para aquele período específico nas 2 estações.

Como pode ser verificado pelos dados do quadro 4.10, existe uma relação entre a área de drenagem e as disponibilidades hídricas, estas, elevando-se com o aumento da área da bacia contribuinte. Assim, tem-se que a estação Estirão da Angélica possui as menores vazões, estando esta característica relacionada, seguramente, à menor área de drenagem encontrada nessa bacia. Por outro lado, os valores mais elevados de vazões médias foram obtidos na estação Cachoeira da Porteira, que possui a maior área contribuinte entre as estações estudadas.

Embora as áreas tenham dimensões distintas, as variações das vazões específicas não apresentaram grandes dispersões, ficando entre 28,2 e 29,8 l/s/km², conforme se apresenta no quadro abaixo. Isto pode representar um comportamento regional relativamente homogêneo, com pouca variação no rendimento entre os cursos de água, para o caso de grandes bacias. Estas vazões específicas expressam uma tendência homogênea quanto ao aspecto da distribuição quantitativa, contrariando a tendência natural de distribuição decrescente da vazão específica com o acréscimo da área de drenagem.

QUADRO 4.10 - Características das estações fluviométricas selecionadas e vazões médias de longo período (Qmlt) e Rendimentos (qmlt)

Código ANEEL	Nome da Estação	Manancial	Drenagem (km ²)	Coordenadas		QMLT (m ³ /s)	qMLT (l/s/km ²)
				Lat.	Long.		
16500000	Estirão da Angélica	rio Mapuera	25.826	01° 04'	57° 04'	729	28,2
16650000	Cach. da Porteira Conj. 1	rio Trombetas	77.134	01° 05'	57° 02'	2.299	29,8

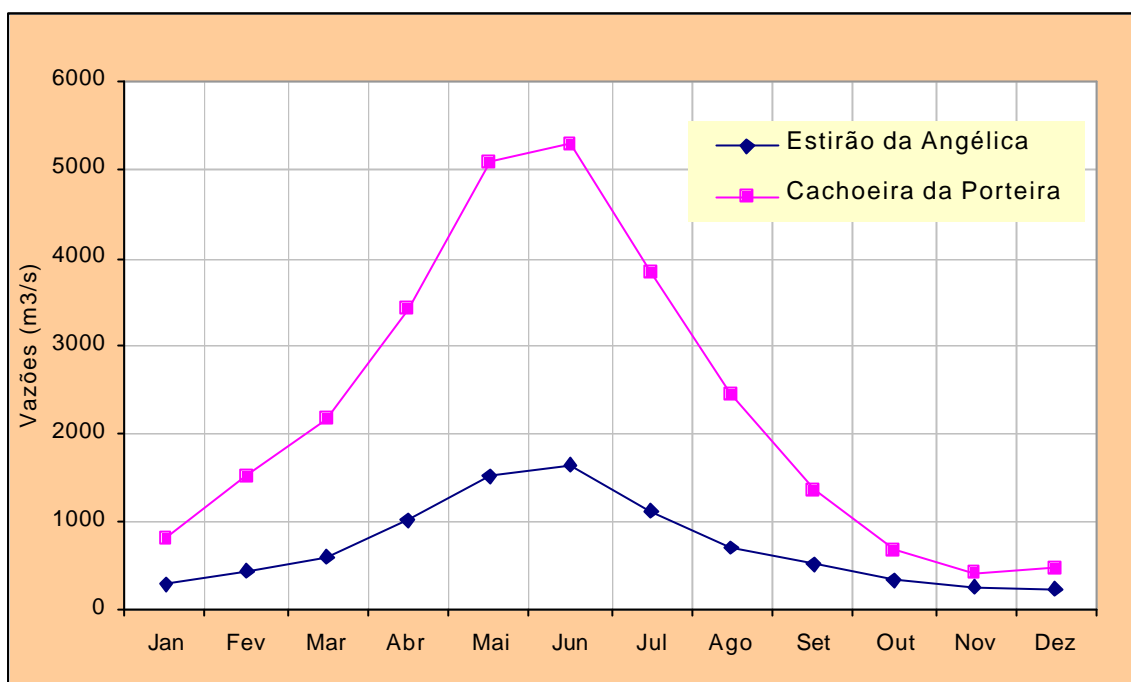
Os resultados encontrados de disponibilidade hídrica mostram elevados valores de vazão unitária característico de uma região com elevado índice pluviométrico, como se caracteriza a região do projeto, com média de precipitação superior a 2.000 mm/ano, típica de regiões cuja a classificação segundo Nimer (1989), determina um domínio climático quente, do tipo tropical úmido, com 1 a 3 meses secos.

De fato, o projeto localiza-se numa região onde o clima se caracteriza pelo ritmo tipicamente tropical, com existência de períodos secos e úmidos definidos, o que tem como consequência a sazonalidade das vazões. Este aspecto, referente ao regime das vazões nos mananciais, pode ser verificado nos quadros 4.11e 4.12. Sua representação é mostrada na figura 4.10 a seguir.

QUADRO 4.11 - Vazão média mensal de longo termo (m3/s)

Código	Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
16500000	Estirão da Angélica	285	455	592	1014	1511	1635	1114	710	524	335	266	223
16650000	Cac. da Porteira C. 1	812	1510	2168	3406	5085	5297	3842	2461	1354	676	418	474

FIGURA 4.10 - Vazões médias mensais (m³/s) nas estações



Por esta figura, pode-se verificar que o ano hidrológico regional é bem definido, com o período de vazões máximas situado entre os meses de abril a julho. As vazões mínimas estão limitadas aos meses de novembro a janeiro. Portanto, o ano hidrológico poderia ser definido como iniciando-se em janeiro com término em dezembro, para o caso das estações analisadas.

QUADRO 4.12 - Vazão específica média mensal de longo termo (l/s/km²)

Código	Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
16500000	Estirão da Angélica	11,1	17,6	22,9	39,3	58,5	63,3	43,1	27,5	20,3	13,0	10,3	8,6
16650000	C. da Porteira Conj. 1	10,5	19,6	28,1	44,2	65,9	68,7	49,8	31,9	17,6	8,8	5,4	6,1

Assim, a variabilidade temporal das vazões transforma-se numa característica marcante desses mananciais, ocorrendo períodos de elevados excedentes hídricos (cheias), entremeados por outros de estiagem, com as vazões médias mensais representando percentuais dos valores médios históricos.

Se a sazonalidade mostra-se como uma importante componente do modelo regional, a homogeneidade do comportamento das vazões entre as estações evidencia que o aspecto climático possui forte influência no contexto regional de formação das vazões.

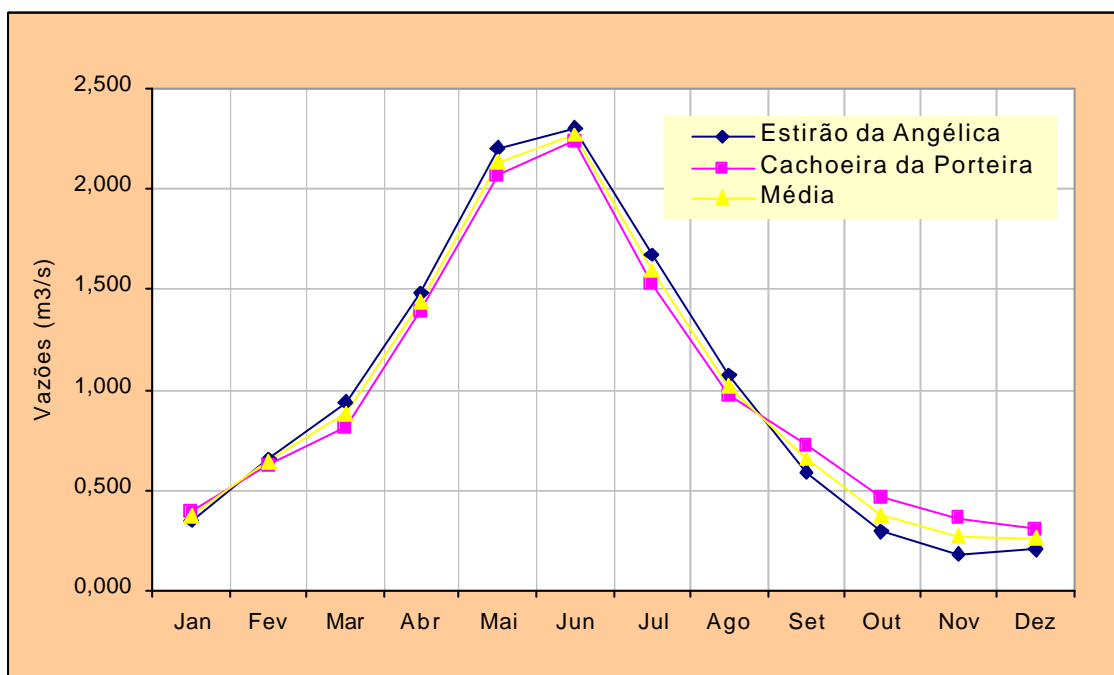
Ao mesmo tempo, as vazões adimensionalizadas mostram dois períodos distintos: um de vazões elevadas e outro de vazões baixas, cujo comportamento define o regime hídrico ao longo do ano.

No quadro 4.13 são apresentados os valores adimensionalizados¹ das vazões, e a figura 4.11 mostra, graficamente, o comportamento homogêneo das vazões observadas no sistema de hídrico regional.

QUADRO 4.13 - Valor adimensional da vazão média mensal com relação à média de longo termo

Código	Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
16500000	Est. da Angélica	0,392	0,624	0,813	1,392	2,074	2,244	1,530	0,974	0,719	0,460	0,366	0,306
16650000	C. da Porteira C. 1	0,353	0,657	0,943	1,482	2,212	2,304	1,671	1,070	0,589	0,294	0,182	0,206
	Média	0,372	0,640	0,878	1,437	2,143	2,274	1,600	1,022	0,654	0,377	0,274	0,256

FIGURA 4.11 - Relação adimensional para as estações



Por esses dados é possível verificar o comportamento similar entre as estações estudadas. No período de vazões altas, ocorrem médias mensais que superam o valor médio de longo período em até 130%, como é o caso do mês de junho. Na época de seca, o comportamento regional é de manutenção desta homogeneidade, entretanto, em níveis bastante inferiores aos do período chuvoso. No mês de dezembro, as vazões chegam a representar 25% da vazão média de longo termo.

¹ Valores adimensionalizados - valores resultantes da razão entre a vazão mensal e a média histórica, os quais representam a variação do valor da vazão em relação a média

Disponibilidade nos mananciais na área do empreendimento

Conforme destacado anteriormente, as informações disponíveis na área do empreendimento foram obtidas de levantamentos de vazões efetuados para estudos específicos, não constituindo-se num monitoramento sistemático dos mananciais da área de interesse.

Portanto, a obtenção desses registros de vazões dos mananciais em estudo, são destinadas a subsidiar outros trabalhos em áreas específicas, tais como a ictiofauna, possuindo a periodicidade de coleta em função das demandas relativas aquele tipo de estudo.

Apesar de não constituir-se num conjunto sistemático e contínuo de dados sobre as vazões na área do empreendimento, essas medições de vazões podem ser tomadas como o conjunto de informações de maior significado para compreensão das condições de disponibilidade de água nos igarapés que formam o sistema de drenagem local. Os levantamentos efetuados ocorreram em períodos definidos entre os anos de 1997 a 2000, em vários mananciais próximos à área de interesse.

As medições foram efetuadas sempre nos mesmos meses do ano - março e setembro - períodos chuvoso e seco, respectivamente (quadro 4.14). Os mananciais cujas vazões foram medidas são mostrados na figura 4.9, anterior, e relacionados na seqüência:

- fora dos limites da área estudada: igarapés Papagaio, Periquito e Saracá;
- nos limites da área: igarapés Saracazinho e Aviso.

QUADRO 4.14 - Vazões instantâneas (m³/s) obtidas nas campanhas de campo para os estudos da ictiofauna

Manancial	Ano	2000		1999		1998		1997		Vazão Média	
	Época	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca
Igarapés Papagaio	Montante	0,14	0,06	0,02	0,03	0,17	0,02	0,13	0,03	0,115	0,035
	Jusante	0,12	0,06	0,02	0,03	0,03	0,02	-	0,03	0,057	0,037
Igarapés Periquito	Montante	2,09	1,11	0,56	0,51	-	-	-	0,27	1,325	0,630
	Jusante	1,56	0,98	0,78	0,71	0,66	0,14	1,01	0,47	1,000	0,610
Igarapés Saracá	Montante	6,51	4,87	3,14	3,34	6,24	3,55	5,9	3,9	5,297	3,920
	Jusante	8,18	5,21	3,83	2,8	6,7	3,17	-	2,61	6,237	3,727
Igarapés Saracazinho	Nascente	0,16	0,19	-	-	-	-	-	-	0,160	0,190
	Jusante	0,46	0,39	-	-	-	-	-	-	0,460	0,390
Igarapés Aviso	Montante	0,67	0,57	-	-	-	-	-	-	0,670	0,570
	Jusante	0,47	0,48	-	-	-	-	-	-	0,470	0,480

Chuva = medidas feitas em março; Seca = medidas feitas em setembro

Áreas de drenagem calculadas em mapas georreferenciados (cartas imagem Landsat)

Devido ao pequeno período de medições disponível para os pontos de amostragem, as análises não poderão ter o objetivo de definir com confiabilidade a tendência regional de vazões ou os rendimentos característicos. Entretanto, a utilização dessas informações, unicamente para indicar a grandeza das vazões, propiciará um primeiro contato com as efetivas ocorrências de deflúvios nos mananciais localizados na área do empreendimento.

No quadro 4.15, são apresentados alguns resultados da sistematização dos registros existentes, relacionando-se a área de drenagem de cada manancial, no ponto de coleta, com a vazão média e os rendimentos específicos (l/s/km²).

Alguns pontos localizados as margens das estradas, possuem monitoramento de montante e jusante em relação a este acesso. Entretanto, sob o aspecto hidrográfico, a área de drenagem diferencial não é significativa, considerando-se para o caso desse trabalho, como sendo a mesma seção do manancial.

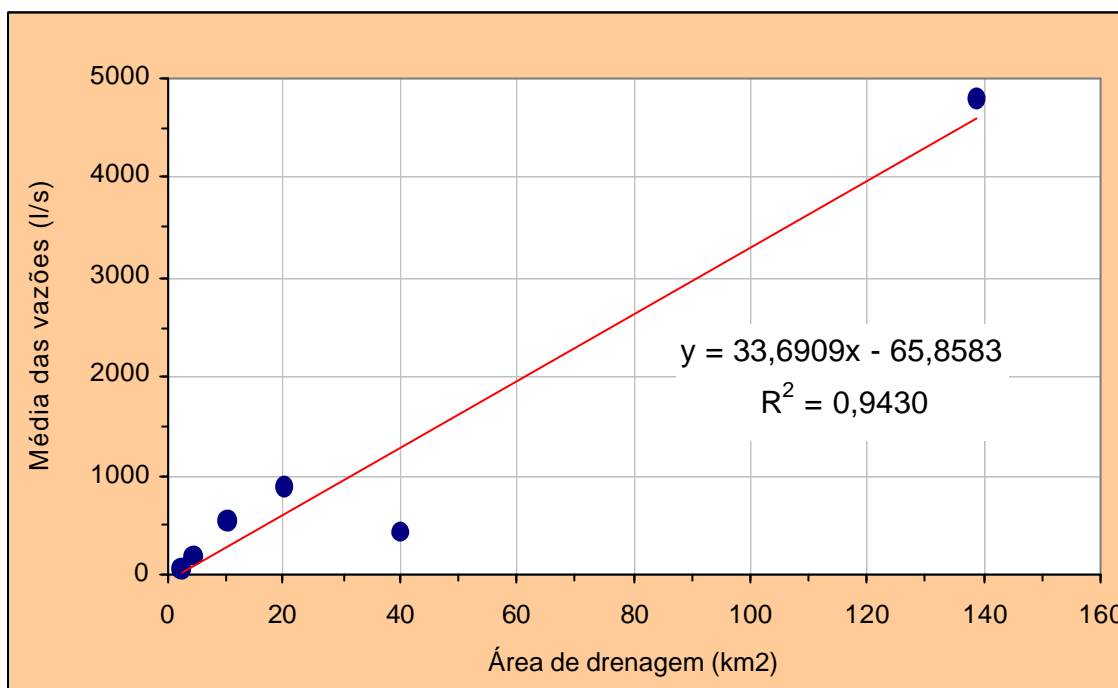
A vazão média no período é o resultado da média das vazões medidas em cada ponto amostrado, não considerando a época de coleta. Já os rendimentos foram obtidos da relação entre a média das vazões estimadas nos períodos distintos e a área de drenagem.

QUADRO 4.15 - Vazões e rendimentos específicos nos igarapés

Área de drenagem (km ²)	Ponto de referência (Igarapé)	Vazão Média no Período(l/s)	Rendimentos (l/s/km ²)		
			Chuva	Seca	Média
2,6	Papagaio	60,8	33,01	13,78	23,40
4,47	Saracazinho nascente	175,0	26,26	42,51	34,38
10,3	Aviso	547,5	55,34	50,97	53,16
20,1	Periquito	891,3	57,84	30,85	44,34
27,5	Saracazinho Jusante	425,0	16,73	14,18	15,45
138,8	Saracá	4795,0	41,54	27,54	34,54

É possível verificar a grande variabilidade das vazões, que é função da área de drenagem, a qual mantém uma relação diretamente proporcional entre elas. Da verificação dos dados de rendimento unitário, nota-se significativa amplitude entre os pontos monitorados, não sendo verificada uma tendência regional consistente.

FIGURA 4.12 - Vazões nos igarapés e curva de tendência no período



Os rendimentos variam de um máximo de 57,8 l/s/km² até um mínimo de 13,78 l/s/km². Deve-se observar que, apesar do comportamento não ser generalizado, na maioria dos pontos de medição, esses rendimentos refletem o comportamento do clima regional, com a ocorrência dos maiores valores no período chuvoso e os menores na época seca.

Observa-se que as vazões específicas, de maneira geral, apresentam valores coerentes aos encontrados na análise macrorregional, entretanto, não possibilitando a confirmar a tendência, normalmente encontrada, da vazão específica crescer com a diminuição da área de drenagem no sentido foz-cabeceira da bacia hidrográfica.

O comportamento diferenciado de algumas drenagens, pode ser explicado por alguns fatores, dentre eles a ocorrência de coleta de dados em dias alternados, sendo observadas alterações nas vazões instantâneas dos igarapés, os quais, devido a pequena área de contribuição, respondem rapidamente aos fenômenos climáticos.

Deve-se ressaltar que os valores apresentados possuem o caráter preliminar, conforme discutido anteriormente. De qualquer forma, os resultados obtidos demonstram que a região possui elevados valores de rendimento específico, refletindo o comportamento da pluviometria que mostra-se abundante nesta bacia.

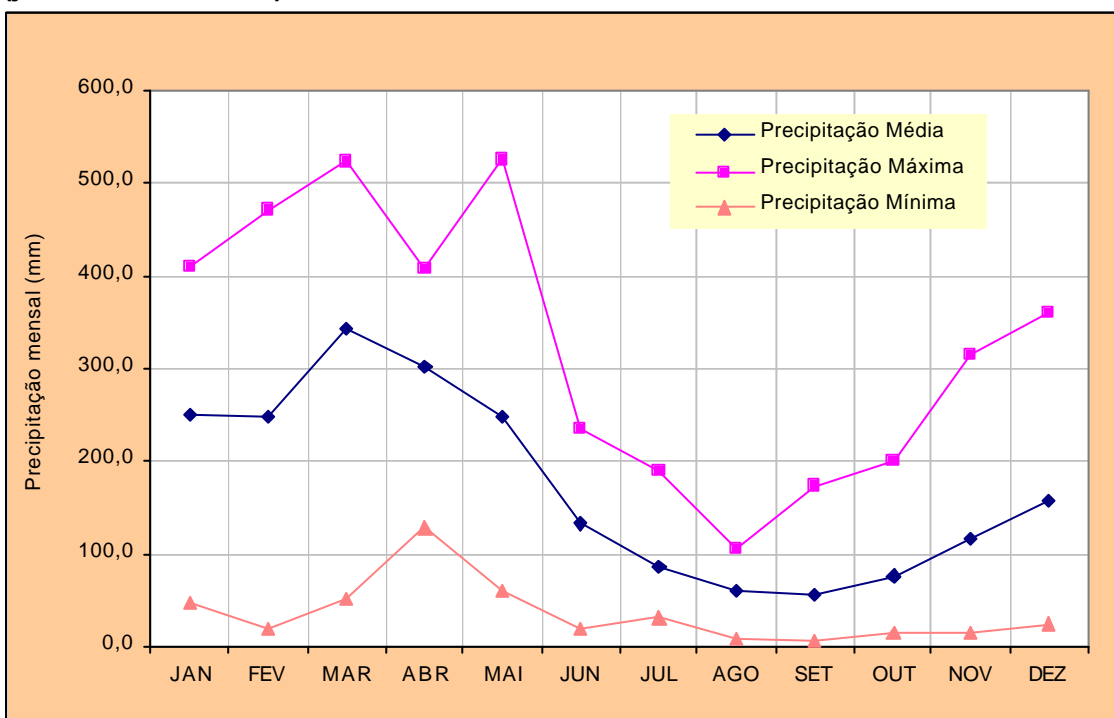
Regime hídrico regional

O objetivo da verificação do regime pluviométrico regional é o de auxiliar na compreensão do mecanismo de formação das vazões, visto a estreita relação entre esses fenômenos. Deve-se lembrar que os cursos de água da Bacia Amazônica em território brasileiro, possuem formação a partir das precipitações, portanto, sendo dependente dessas, cuja marcha e freqüência define o regime hídrico dos rios.

A ocorrência de dois períodos bastante definidos de chuvas afeta a formação das vazões na área do empreendimento, trazendo épocas de elevadas vazões, com suas conseqüências para as obras de engenharia e as populações. Não menos importantes são os períodos de pequenas vazões os quais podem definir o nível de uso possível das águas nos mananciais.

A figura 4.13 representa graficamente a distribuição das precipitações médias mensais, resultantes da operação da estação pluviométrica da rede hidrometeorológica da Mineração Rio do Norte.

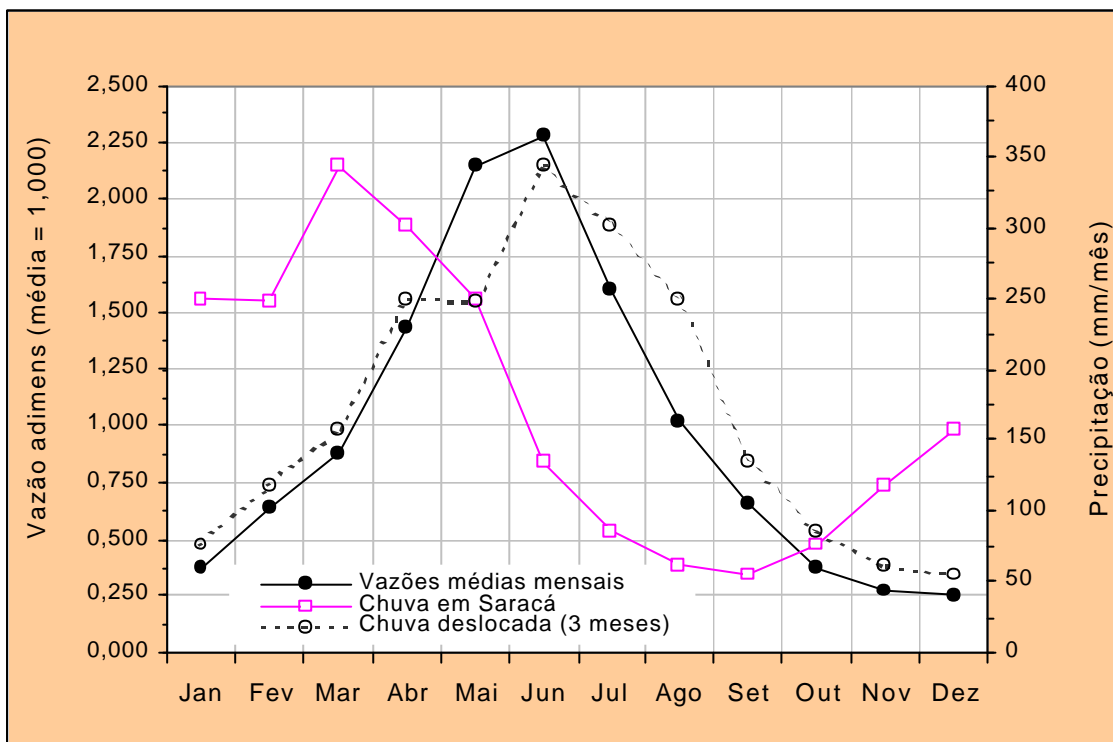
FIGURA 4.13 - Precipitação média de longo termo - Estação mina Saracá (jan/1982 a set/2001)



Da análise deste gráfico, pode-se concluir que o regime de chuvas é bastante definido, com um período de maior pluviosidade, entre novembro a junho, e outro seco, limitado entre os meses de julho a outubro. Ao observar-se o comportamento das vazões na macrorregião, os máximos ocorrem entre os meses de maio e junho.

Em termos médios mensais, a estação Mina Saracá possui os máximos pluviométricos em março e abril. Portanto, espera-se uma defasagem na formação das vazões na macrorregião e os deflúvios dos igarapés localizados no entorno do empreendimento da ordem de 2 a 3 meses, os quais deverão acompanhar a ocorrência das chuvas nas proximidades do empreendimento, conforme mostrado na figura 4.14.

FIGURA 4.14 - Comportamento dos deflúvios na macrorregião e da pluviometria local



Esse modelo deverá ser confirmado com o monitoramento de uma rede de estações. Após o período mínimo de um ano hidrológico será possível obter informações adequadas para utilização de uma metodologia de avaliação do comportamento hídrico superficial na área em questão.

Esta metodologia deverá partir do princípio que as informações fluviométricas de um local têm uma modulação cíclica definida pelo ano hidrológico do ponto. Durante este ano hidrológico, ocorre sempre um período úmido seguido de um seco, sendo que este módulo repete-se ano a ano, produzindo valores de deflúvios aleatórios, que seguem distribuições de probabilidade caracterizadas por variáveis estatísticas.

Assim, buscar-se-á identificar a capacidade de produção hídrica de cada ponto dentro do contexto de ano hidrológico. Com o passar do tempo, será importante verificar a validade desse modelo proposto e atualizá-lo à luz de novas informações. De qualquer forma, cabe ressaltar que o modelo ideal se define com um extenso histórico de informações.

4.2.4.6 - Conclusão

O regime hídrico na região é marcado por dois períodos distintos. Um chuvoso, tendo como consequência a elevação das vazões, e outro seco, com diminuição dos deflúvios. Espera-se alteração na época de ocorrência das vazões, entre a macrorregião e a área do projeto, com uma defasagem de 2 a 3 meses.

A época de ocorrência desses extremos anuais, pode ser definida em termos médios como maio/junho para a macrorregião e, provavelmente, março/abril para a área do empreendimento, no caso dos máximos anuais. O período seco na macrorregião, está limitado aos meses de novembro a janeiro, esperando-se, para a área do projeto, sua ocorrência entre os meses de agosto e setembro.

O sentido prático para esse comportamento pode ser compreendido pela necessidade do dimensionamento das estruturas hidráulicas ser compatível com as elevadas vazões que podem ocorrer em curtos espaços de tempo.

Numa segunda situação, é recomendável que as demandas de água previstas para o projeto sejam cotejadas com as disponibilidades hídricas do período seco, de forma que eventuais desequilíbrios entre demanda e disponibilidade possam ser equacionados

Os resultados preliminares de vazão mostram grande variabilidade entre os mananciais, com valores de rendimento variando entre 14 a 58 l/s/km², provavelmente esses valores associam-se a algumas características das bacias geradoras dos deflúvios. A cobertura vegetal, formação geológica e uso do solo são alguns fatores que influem nesta diferenciação.

A deficiência de informações hidrométricas locais, impossibilita a definição de um modelo matemático confiável. Entretanto, os indicadores mostram a existência de um sistema hídrico com elevada capacidade de produção de água, apesar da existência de um regime tipicamente sazonal.

4.2.5 - Qualidade das águas superficiais

Conforme citado no item 4.2.4, as bacias hidrográficas que podem sofrer efeitos em decorrência das atividades de lavra no platô Almeidas são: ao norte, a micro bacia do igarapé Saracazinho com seus contribuintes e do lado sul do platô, a micro bacia do igarapé Araticum com seus contribuintes. Considerando-se esta rede hidrográfica, avaliou-se a qualidade das águas nestas duas micro bacias.

A avaliação da qualidade das águas dos cursos em questão, tem como objetivo caracterizar físico-quimicamente as bacias hidrográficas próximas ao platô Almeidas. Foram considerados neste documento, os resultados do monitoramento efetuado pela Mineração Rio do Norte nos pontos situados nos igarapés afluentes da margem direita do igarapé Saracazinho. Estes resultados são referentes aos meses de agosto, setembro e outubro de 2001. Além destes, na micro bacia do igarapé Araticum, estão apresentadas as análises obtidas pela amostra coletada em agosto de 2001. Os períodos de todas as amostragens representam o período seco.

O monitoramento da qualidade das águas superficiais visa o acompanhamento de parâmetros indicadores da manutenção da qualidade, devido ao potencial modificador decorrente das atividades a serem implementadas pelo empreendimento. Os resultados analíticos desta avaliação têm como objetivo subsidiar a análise dos resultados do monitoramento de qualidade das águas, obtidos após o início do processo de lavra.

4.2.5.1 - Pontos de amostragem e parâmetros físico-químicos

Os pontos de amostragem definidos para determinar a qualidade das águas dos cursos d'água próximos ao platô Almeidas são identificados no quadro 4.16 e localizados segundo na figura 4.15.

As campanhas de coleta foram realizadas em agosto, setembro e outubro de 2001.

QUADRO 4.16 - Identificação dos pontos de amostragem

Identificação do ponto	pontos de amostragem	períodos amostrados
ALM-01	Igarapés afluentes margem direita do Igarapé Saracazinho	agosto, setembro e outubro
ALM-02		
SAZ-02		
Córrego do Araticum	Igarapé Araticum	agosto

FIGURA 4.15 - Localização dos pontos de amostragem

mrt014_almeidas_fig4-15_A4.PDF

No quadro 4.17 são apresentados os parâmetros de análises físico-químicos selecionados para a caracterização dos pontos situados nos igarapés afluentes da margem direita do Igarapé Saracazinho. O quadro 4.18 mostra os parâmetros para a caracterização do ponto amostrado no igarapé Araticum.

Para se efetuar as análises, as amostras foram coletadas segundo as normas ABNT NBR 9897 - Planejamento de Amostragem de Efluente Líquidos e Corpos Receptores - Procedimento, e NBR 9898 - Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores - Procedimento e ainda, as análises foram realizadas de acordo com os métodos padronizados pelo *Standard Methods of Water and Wastewater*, 19a Ed., 1995.

QUADRO 4.17 - Parâmetros de análises físico-químicas para caracterização dos pontos situados nos igarapés afluentes da margem direita do igarapé Saracazinho

Alumínio	Manganês	Temperatura
Condutividade	Oxigênio dissolvido	Sólidos sedimentáveis
Cor	pH	Óleos e graxas
D.Q.O.	Sólidos totais dissolvidos	Turbidez
Ferro solúvel	-	-

QUADRO 4.18 - Parâmetros de análises físico-químicas para caracterização do ponto situado no igarapé Araticum

PH	Oxigênio Dissolvido
Cor	Sólidos Totais Dissolvidos
Condutividade Elétrica	Sólidos Sedimentáveis
Turbidez	Alumínio Total

4.2.5.2 - Referências normativas e legais

No Estado do Pará os padrões para qualidade das águas são definidos pela *Legislação Federal de Meio Ambiente*, segundo a Resolução Conama nº 20, de Junho 1986.

Por se tratar de cursos d'água que ainda não foram enquadrados quanto à qualidade de suas águas, os resultados obtidos nas análises físicas e químicas das águas superficiais foram avaliados em termos da magnitude obtida, sendo comparados com os padrões estabelecidos pelo *Artigo 5* da Resolução Conama nº 20/86, onde são fixados os "Limites e/ou condições para as águas Classe 2".

4.2.5.3 - Resultados e discussão

Os resultados das análises realizadas estão apresentados nos quadros 4.19 a 4.22 e oferecem uma caracterização quanto aos parâmetros escolhidos, de cada uma das micro bacias.

As análises referentes ao igarapé Araticum foram efetuadas pela Brandt Meio Ambiente e o laudo encontra-se no anexo 1. As análises dos outros três pontos foram realizadas pela Mineração Rio do Norte e os laudos encontram-se em poder da mesma.

QUADRO 4.19 - Resultados das análises de qualidade de águas superficiais, do ponto ALM-1 no período de agosto, setembro e outubro de 2001

PARÂMETROS	UNID	PADRÃO CONAMA CLASSE 2	Agosto	Setembro	Outubro
Alumínio	mg/L	0,1	0,07	0,05	<0,05
Condutividade	µS/cm	-	5,60	8,80	0,40
COR	Pt/L	75	5	5	5
D.Q.O.	mg/L	-	<10	<10	<10
Ferro Solúvel	mg/L	0,3	0,05	0,27	0,06
Manganês	mg/L	0,1	<0,01	<0,01	<0,01
OD	mg/L	? 5,0	8,80	3,92	4,20
pH	-	6 a 9	5,0	5,1	3,4
S.T. Dissolvidos	mg/L	500	4	4	4
Temperatura	0 C	-	28,6	25,0	25,4
S.Sedimentáveis	m/L	-	<0,1	-	-
Óleos e Graxas	mg/L	20	ND	ND	ND
Turbidez	NTU	100	2,80	0,41	0,49

ND - Não disponível pela norma

QUADRO 4.20 - Resultados das análises de qualidade de águas superficiais, do ponto ALM-2 no período de agosto, setembro e outubro de 2001

PARÂMETROS	UNID	PADRÃO CONAMA CLASSE 2	Agosto	Setembro	Outubro
Alumínio	mg/L	0,1	33,4	0,6	0,16
Condutividade	µS/cm	-	7,60	8,70	0,60
COR	Pt/L	75	100	25	10
D.Q.O.	mg/L	-	115	26	<10
Ferro Solúvel	mg/L	0,3	0,24	0,21	0,21
Manganês	mg/L	0,1	0,01	<0,01	<0,01
OD	mg/L	? 5,0	8,10	4,83	5,00
pH	-	6 a 9	5,3	5,1	3,9
S.T. Dissolvidos	mg/L	500	5	3	3
Temperatura	0 C	-	28,7	25,0	25,1
S.Sedimentáveis	m/L	-	1,7	0,1	-
Óleos e Graxas	mg/L	20	ND	ND	ND
Turbidez	NTU	100	60,10	6,02	2,53

ND = não disponível

QUADRO 4.21 - Resultados das análises de qualidade de águas superficiais, do ponto SAZ-2 no período de agosto, setembro e outubro de 2001

PARÂMETROS	UNID	PADRÃO CONAMA CLASSE 2	Agosto	Setembro	Outubro
Alumínio	mg/L	0,1	0,19	0,05	0,08
Condutividade	µS/cm	-	5,40	11,40	0,50
COR	Pt/L	75	70	20	10
D.Q.O.	mg/L	-	<10	<10	<10
Ferro Solúvel	mg/L	0,3	0,08	0,35	0,07
Manganês	mg/L	0,1	<0,01	<0,01	<0,01
OD	mg/L	? 5,0	8,60	6,81	6,40
pH	-	6 a 9	4,5	5,6	3,6
S.T. Dissolvidos	mg/L	500	30	2	2
Temperatura	0 C	-	28,6	25,5	25,3
S.Sedimentáveis	ml/L	-	<0,1	-	-
Óleos e Graxas	mg/L	20	ND	ND	ND
Turbidez	NTU	100	10,00	4,11	1,31

ND = não disponível

QUADRO 4.22 - Resultados das análises de qualidade das águas superficiais, na micro bacia do igarapé Araticum no período de Agosto de 2001

Parâmetros	Unidade	CONAMA Classe 2	Resultados Araticum
pH (<i>in loco</i>)	-	6,0 a 9,0	6,36
Cor	Pt/L	75	23
Condutividade elétrica	? S/cm	-	8,6
Turbidez (UNT)	UNT	100	1,0
Oxigênio dissolvido	mgO ₂ /L	? 5,0	6,05
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	500	< 10
Sólidos sedimentáveis	ml/L	-	< 1,0
Alumínio	mg/L	0,1	0,11

Os resultados obtidos pelas análises das águas dos igarapés afluentes da margem direita do igarapé Saracazinho, mostram que nos pontos ALM-1 e ALM-2, o pH e a quantidade de oxigênio dissolvido são encontrados em valores que não se enquadram com os estabelecidos como Classe 2 pelo CONAMA 20/86. No ponto ALM-2, o teor de alumínio também ocorre em valores acima do padrão para águas Classe 2. No ponto SAZ-2, as águas apresentam-se, em relação à norma, com baixo pH e em análises isoladas com teores de alumínio e ferro solúvel acima do determinado pela norma.

No ponto situado no igarapé Araticum, os parâmetros analisados, exceto pelo Alumínio, enquadram-se no nível de qualidade das águas doces classificadas como Classe 2.

Os altos valores encontrados para o parâmetro alumínio em relação ao estabelecido pelo CONAMA pode ser atribuído ao fato da região se caracterizar como área de mineralização de Bauxita.

4.2.6 - Limnologia

Os estudos limnológicos compreenderam o fitoplâncton, zooplâncton e zoobenton. Foi efetuada uma campanha de amostragem no mês de agosto de 2001 em dois pontos de coleta, localizados na figura 4.16. Tiveram como objetivo a caracterização limnológica dos corpos d'água Aviso e Araticum em uma situação prévia à implantação da nova mina. Assim, as amostragens posteriores no âmbito do programa de monitoramento poderão ter seus dados comparados e acompanhados através desta primeira caracterização.

FIGURA 4.16 - Pontos de amostragem da limnologia

mrt014_almeidas_fig4-16_A3.PDF

4.2.6.1 - Comunidade fitoplanctônica

Introdução

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. Representantes fitoplanctônicos, são comumente encontrados nas divisões Chlorophyta (algas verdes) Chrysophyta (amarelas douradas), Cyanophyta (verdes azuladas), Pyrrophyta (com reserva de paramilo) e Euglenophyta (flagelados unicelulares, presença de cromatóforos verdes nos gêneros pigmentados (ROUND, 1973)).

A presença de determinados grupos ou organismos fitoplanctônicos em um corpo hídrico permite diagnosticar a qualidade de suas águas. Há espécies indicadoras de poluição por matéria orgânica, outras só encontradas em águas limpas, atestando assim um melhor ou pior estado trófico do ambiente. A sensibilidade desses organismos às variações dos parâmetros abióticos e bióticos do meio, permite inferir sobre as condições que influenciam o ecossistema aquático, bem como suas origens, se antrópica ou natural.

Método de coleta e análise

Para a análise quantitativa do fitoplâncton coletou-se água na porção sub superficial com auxílio de um recipiente de diâmetro superior a 10 cm, sendo a amostra posteriormente transferida para uma garrafa de polietileno opaca com capacidade de 1000 ml 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 descolorimento do iodo. O material foi submetido a sedimentação por um tempo superior a 24 horas. Após este período concentrou-se a amostra por sifonamento, para aproximadamente 50 ml, dos quais foi retirado 1 ml após homogeneização com auxílio de pipeta não seletiva.

Este método se encontra descrito em APHA-AWWA-WEF (1995), sob os números 10200 C e 10200 F.

Em laboratório, o método utilizado para quantificação dos organismos fitoplanctônicos foi contagem em câmara de Sedgwick-Rafter (Sedgwick-Rafter counting cell) conforme descrito em APHA-AWWA-WEF (1995), métodos 10200 F e 10200 G. Os resultados são apresentados em termos de densidade absoluta, ind/ml (indivíduos por mililitro).

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), EDMONSON (1959) e KOMAREK (1972).

Foram reservadas amostras vivas, colhidas através de arrastos verticais e horizontais com rede amostradora, sendo submetidas a refrigeração para servirem à identificação dos organismos. O material foi examinado em microscópio óptico nos aumentos 50x, 100x, 200x, 400x, 1000x.

Tratamento dos dados para a comunidade fitoplanctônica

Para avaliação estatística da qualidade ambiental de um corpo hídrico, é comum aplicar-se os índices numéricos, pois são bastante eficazes, principalmente se os organismos forem identificados a níveis taxonômico mais baixos, tais como espécie ou gênero.

No presente estudo foi tomado o nível de espécie e morfoespécie como as categorias taxonômicas básicas.

Os valores obtidos oferecem uma base de informações para avaliação da região em estudo.

No tratamento estatístico dos dados foram usados os índices numéricos de qualidade ambiental e as seguintes medidas :

- Índice de diversidade de SHANNON e WEAVER, 1949;
- Medida: Riqueza e Densidade.

Os dados foram agrupados da seguinte forma:

- Distribuição espacial.

Para tal distribuição fez-se os levantamentos da riqueza, densidade e índice de diversidade.

Resultados

QUADRO 4.23 - Quantitativo e qualitativo da microflora aquática das estações de amostragem dos igarapés Aviso e Araticum, em agosto de 2001

ORGANISMOS	PONTOS	
	P-01 AVISO	P-02 ARATICUM
CHLOROPHYTA		
<i>Coelastrum astroideum</i>	X	
<i>Cosmarium</i> sp.	5	X
<i>Euastrum</i> sp.		X
<i>Micrasterias</i> sp.		X
<i>Monoraphidium contortum</i>	11	6
<i>Mougeotia</i> sp.		X
<i>Pediastrum duplex</i>	X	
<i>Pediastrum simplex</i>	X	X
<i>Penium</i> sp.	5	
<i>Spirogyra</i> sp.		X
<i>Staurastrum leptocladum</i>	X	
<i>Staurastrum rotula</i>	X	
<i>Staurastrum</i> sp.	X	
<i>Tetraedron gracile</i>	X	
<i>Treubaria</i> sp.	X	X
DENSIDADE TOTAL	21	6
TOTAL POR GRUPO 15	11	8
CHRYSOPHYTA	P-01 AVISO	P-02 ARATICUM
<i>Actinella</i> sp.	X	X
<i>Eunotia formica</i>		X
<i>Eunotia monodon</i>	X	X
<i>Eunotia robusta</i>	X	X
<i>Eunotia</i> sp.	11	17
<i>Gomphonema</i> sp.		X
<i>Navicula</i> sp.	22	X
<i>Pinnularia</i> sp.		X
<i>Stauroneis</i> sp.		X
<i>Surirella robusta</i>		X
<i>Surirella</i> sp.	X	
<i>Synedra ulna</i>	X	
DENSIDADE TOTAL	33	17
TOTAL POR 12	7	10
	P-01 AVISO	P-02 ARATICUM
RIQUEZA (nº de taxa)	18	18

DENSIDADE TOTAL (ind/ml)	54	23
ÍNDICE DE DIVERSIDADE	1,45	0,57

FIGURA 4.17 - Riqueza e densidade do fitoplâncton nas estações Aviso e Araticum, agosto de 2001

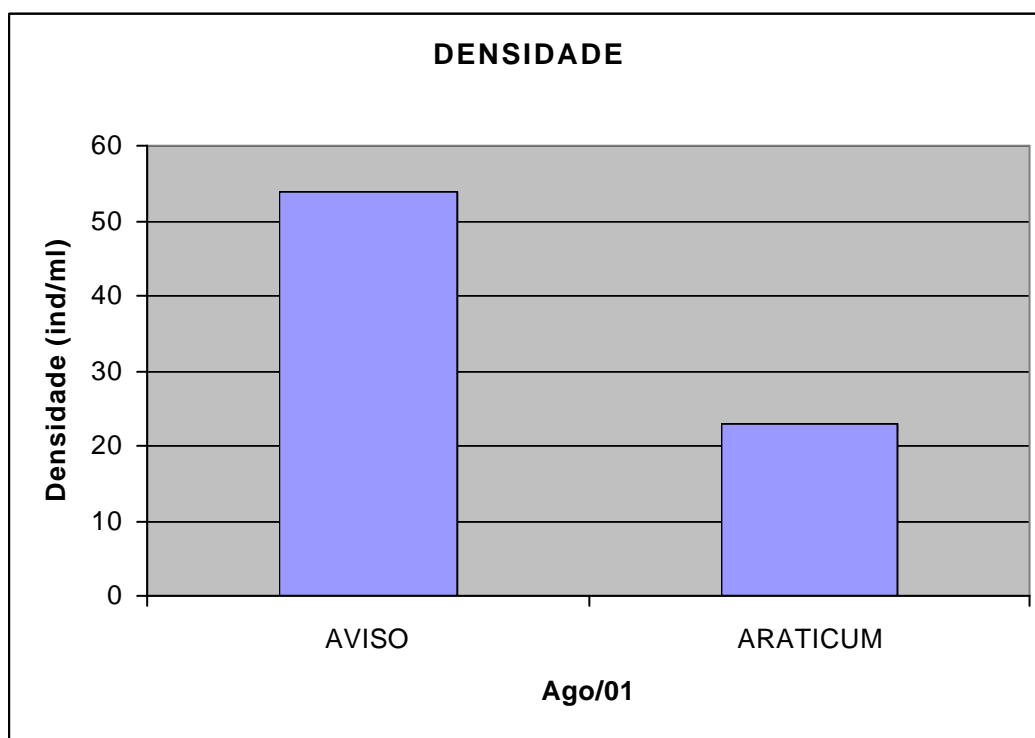
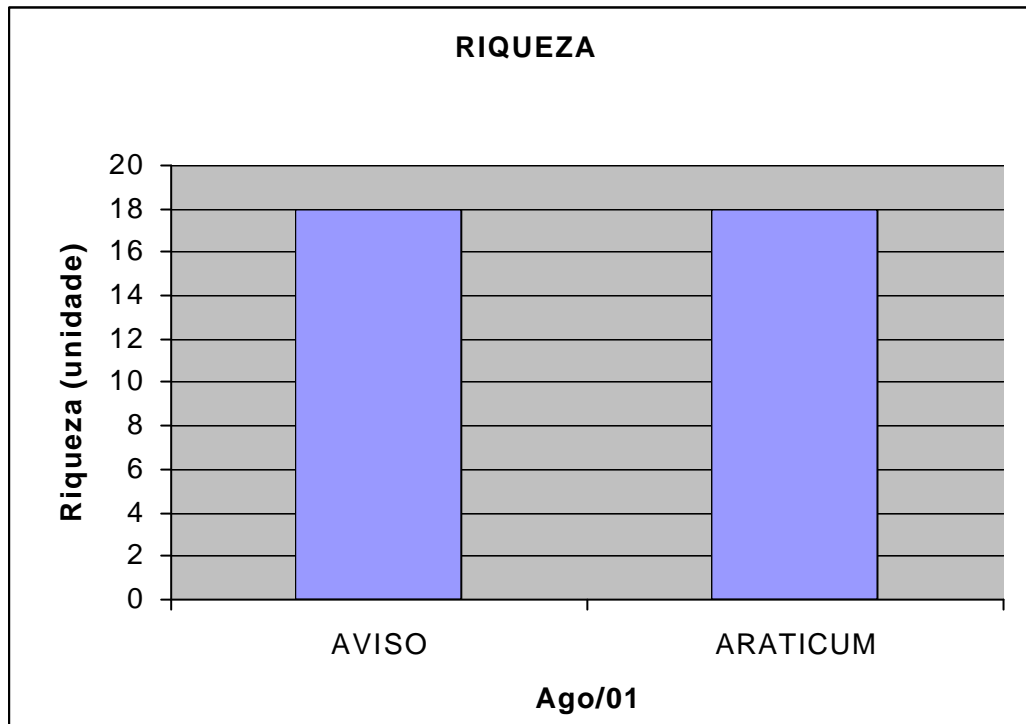
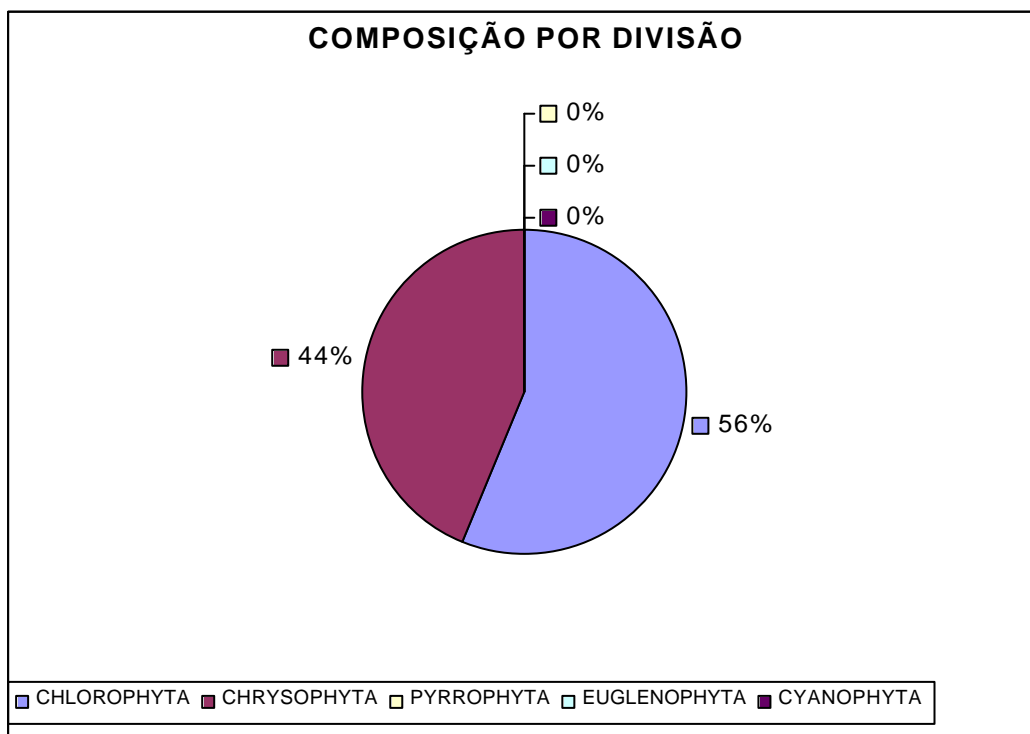
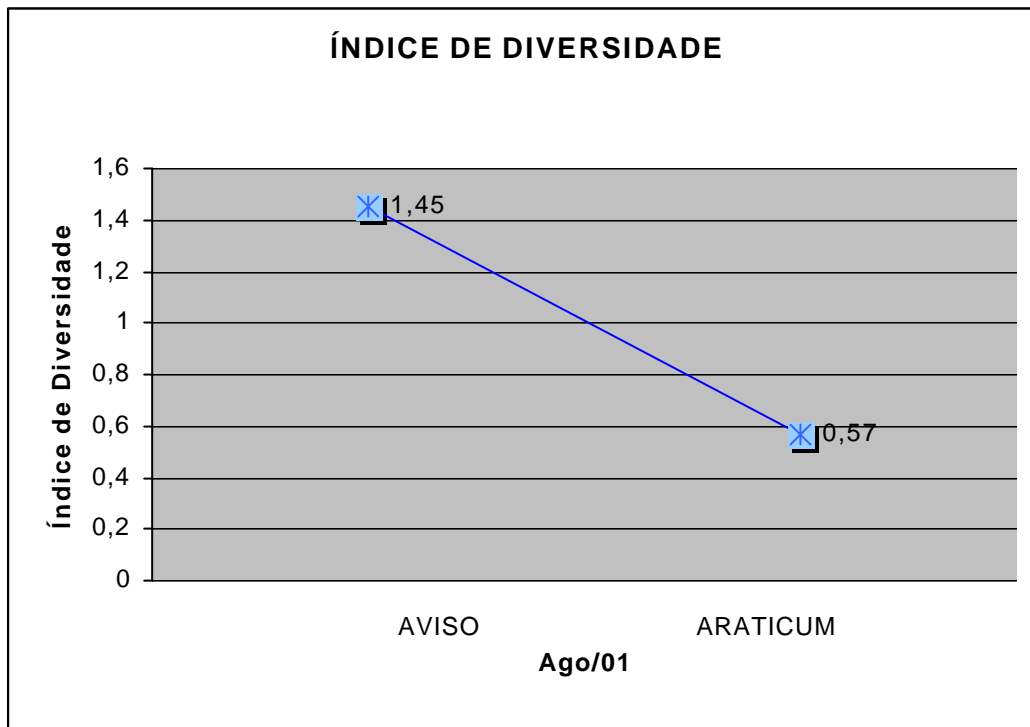


FIGURA 4.18 - Índice de diversidade e composição por divisão nas estações Aviso e Araticum, agosto de 2001



Discussão

O presente estudo contou com uma única campanha amostral ocorrida no mês de agosto de 2001, período que caracteriza a seca. Avaliações da qualidade das águas são mais representativas, quando amostrado o ano hidrológico com intervalos que retratam os períodos de seca, chuva e períodos intermediários entre ambos. Portanto, prevê-se a continuidade desses estudos implantando-se o programa de monitoramento limnológico descrito neste documento.

A microflora aquática dos igarapés Aviso e Araticum, mostrou-se composta por 27 “taxa” registrados nas duas estações amostrais, seu comportamento percentual para a composição, registrou na divisão Chlorophyta (56%) um maior percentual, seguida por Chrysophyta (44%), as demais divisões não apresentaram representantes, Cyanophyta (0%), Euglenophyta (0%) e Pyrrophyta (0%).

No quadro 4.23 encontram-se listadas as espécies identificadas no presente estudo, separadas pelos grandes grupos taxonômicos de acordo com sua distribuição espacial.

A riqueza de organismos mostrou-se muito reduzida durante este estudo, sendo que nos meses de jul/set/00 (Brandt, 2000b), os valores mostraram-se também pouco expressivos na região, porém em outras estações amostrais (estações Saracazinho 2 e 3). Lembrando que os métodos de análise para as campanhas de 2000 e 2001 foram distintos para o fitoplâncton (Utermöhl (1958) e APHA-AWWA-WEF (1995), respectivamente), pode-se ressaltar a diferença entre os valores de riqueza encontrados nos dois anos em questão uma vez que no estudo atual a coleta de material para análise qualitativa foi realizada por arrasto e concentração com rede de 25 μ de porosidade (figura 4.17) enquanto no método de Utermöhl para análise qualitativa, não há concentração de organismos em rede.

A densidade acompanhou a riqueza, sendo menos expressiva na estação Araticum, onde apenas dois registros quantitativos ocorreram. Os dados históricos (Brandt, 2000b) mostram no geral baixas densidades nas estações estudadas, sendo a estação Saracazinho 2 a que maiores densidades apresentou (117 e 105 ind/ml).

O Índice de Diversidade quando menor que 1, retrata um ambiente com alterações em suas comunidades biológicas; seja por estresse natural ou por interferência antrópica. Na estação Aviso o índice de diversidade esteve maior (1,45), em Araticum (0,57) um valor menor devido ao baixo registro quantitativo. As águas de igarapés mostram-se quase sempre muito pobres em nutrientes, o que justifica a baixa concentração e densidade de organismos planctônicos (figura 4.18). Nas campanhas de 2000 os índices de diversidade mostraram-se bons para a estação Saracazinho 2 (1,68 e 1,44) em julho e setembro e para a estação Saracazinho 3 este índice foi menor que 1 no mesmo período (0,64 e 0,98).

As divisões Chlorophyta e Chrysophyta foram as únicas que ocorreram nas duas estações e em proporções semelhantes. Em 2000 apenas estas divisões foram registradas.

As espécies *Cosmarium* sp., *Monoraphidium contortum*, *Pediastrum simplex* e *Treubaria* sp. (Chlorophyta) e *Actinella* sp., *Eunotia monodon*, *Eunotia robusta*, *Eunotia* sp. e *Navicula* sp., apresentaram ocorrência em todas as estações do presente estudo.

As Cyanophyta quando encontradas em elevadas densidades indicam ambientes perturbados, com tendências à acidificação. Euglenophyta e Pyrrophyta são organismos heterotróficos facultativos e indicadores de matéria orgânica, conseguem viver em ambientes estressados e poluídos, reproduzindo-se bem em tais meios. Grandes quantidades de matéria orgânica de origem autóctone surgem em ambientes com elevado grau trófico, conseqüentemente algas das divisões mencionadas estarão no ambiente indicando a qualidade do mesmo, bem como auxiliando no processo de depuração natural do meio. Essas três divisões não apresentaram registro quali-quantitativo em nenhum dos dois estudos aqui mencionados.

Concluindo, a comunidade fitoplanctônica mostrou no presente estudo, que o ambiente tem naturalmente um baixo grau trófico de suas águas, apontando para uma boa qualidade das mesmas.

4.2.6.2 - Comunidade zooplanctônica

Metodologia de amostragem

As coletas de amostras para análises quali-quantitativas dos microinvertebrados aquáticos foram efetuadas por meio de rede manual com 35 μ m de malha com diâmetro de 30 cm. A amostragem qualitativa consistiu de arrasto horizontal, de modo a obter uma maior representatividade das espécies. As amostras foram acondicionadas em frascos de 50 ml, de onde foram retiradas subamostras para exame dos organismos "a fresco". Para a análise quantitativa, foram filtrados 100 l de água, com auxílio de balde com capacidade de 10 litros, a uma profundidade média de 30 cm da superfície da lâmina d'água e a cerca de 2 m da margem do igarapé. As amostras quantitativas foram acondicionadas em frascos de 250 ml. Após o acondicionamento das amostras, foi adicionado o corante vital "Rosa de Bengala", para melhor visualização dos organismos, e solução de formol a 4%.

Método de análise

As análises laboratoriais consistiram da identificação taxonômica e contagem das populações de protozoários, rotíferos e crustáceos, em câmara de "Sedgwick-Rafter", presentes nas amostras, sendo feitas sob microscopia óptica, utilizando-se equipamentos da marca Westover, e chaves taxonômicas específicas. Na identificação dos crustáceos, foi utilizada a literatura LOUREIRO (1997), SENDACZ (1982), TUNDISI (1983), ROCHA (1976), ROCHA e TUNDISI (1976), KORINEK (1984), REID (1985). Para a identificação dos rotíferos, a bibliografia KOLISKÓ (1974), KOSTE (1978), EDMONDSON (1959) e OLIVER (1962), e para os protozoários, DEFLANDRE (1929), KUDO (1971), BICK (1972) e PENNAK (1978).

Tratamento dos resultados

Para a caracterização biológica, os resultados analíticos da comunidade de microinvertebrados foram expressos através da densidade, riqueza e diversidade dos organismos por estação de amostragem.

A indicação da abundância (org./l) abrangeu as seguintes categorias

- densidade < 1,00muito escassa
- densidade 1,01 a 5,00escassa
- densidade 5,01 a 50,00 moderada
- densidade 50,00 a 100,00abundante
- densidade > 100,00muito abundante

Comunidade dos microinvertebrados aquáticos

A comunidade dos microinvertebrados aquáticos, no período de agosto de 2001, esteve representada por 14 "taxa". Os protozoários contribuíram com 9 "taxa", correspondendo a 64,29% do total, seguidos dos rotíferos com 4 "taxa" correspondendo a 28,57% e dos microcrustáceos com 1 "taxa" correspondendo a 7,14% (quadro 4.24).

Os protozoários estiveram representados pelos tecamoebinos, destacando-se as espécies *Centropyxis aculeata*, *Arcella hemisphaerica undulata* e *Diffugia* sp.. Estes grupos apresentaram densidades que variaram de escassa a moderada. Quando da análise dos grupos de protozoários de uma forma geral, pode-se caracterizá-los por possuir carapaça esclerotizada, formada pela adesão de partículas minerais ou orgânicas, possuindo pequenas proporções e ciclo de vida bastante curto, aliado aos hábitos alimentares diversificados, o que permite inferir que esses organismos possuem uma razoável oferta de material detritívoro (quadro 4.24).

Já entre os rotíferos, destacaram-se os indivíduos da ordem BDELLOIDA, que apresentaram densidades que variaram de 0,83 a 1,66 muito escassa a escassa, respectivamente. Esses organismos podem ser caracterizados por possuírem corpo sem carapaça e de difícil estudo taxonômico. São grupos bastante comuns em ambientes tropicais e capazes de resistirem a condições ecológicas adversas.

Entre os microcrustáceos, a reduzida riqueza e densidade, podem ser consideradas situação freqüente, devido sobretudo à correnteza da água, característica que lhe é desfavorável. Esses organismos têm normalmente sua origem em ambientes lênticos ou em áreas de remansos, normalmente não são encontrados nos rios ou como formas de deriva. (quadro 4.24).

QUADRO 4.24 - Quantitativo e qualitativo da microfauna aquática no grupo das estações de amostragem em agosto de 2001

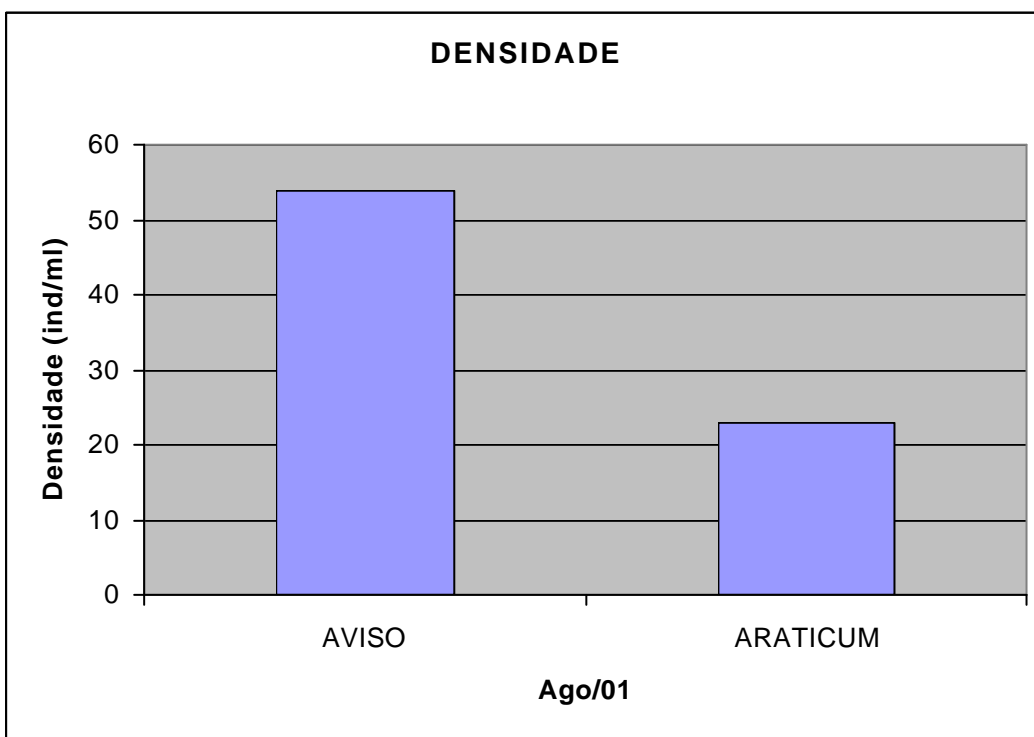
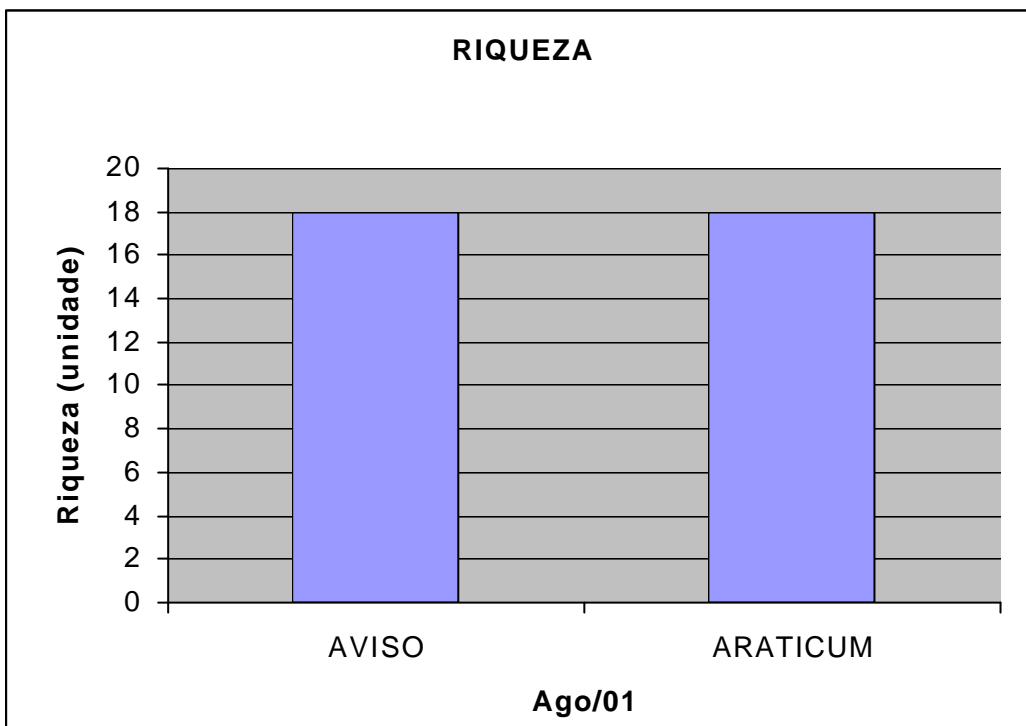
ORGANISMOS	Densidade org/l	
	Estações de Amostragem	
PROTOZOA	Araticum	Aviso
<i>Arcella hemisphaerica undulata</i>	3,33	
<i>Arcella vulgaris</i>	0,83	
<i>Centropyxis aculeata</i>	4,17	
<i>Centropyxis ecornis</i>	0,83	2,50
<i>Diffflugia amphora</i>	0,83	
<i>Diffflugia sp.</i>	1,66	2,50
<i>Diffflugia tuberculata</i>	0,83	
<i>Euglypha acanthophora</i>	0,83	
<i>Euglypha sp.</i>	0,83	
DENSIDADE TOTAL	14,14	5,00
ROTIFERA		
BDELLOIDA	1,66	0,83
<i>Cephalodella nana</i>	0,83	
<i>Colurella uncinata</i>	0,83	
<i>Lepadella sp.</i>	0,83	0,83
DENSIDADE TOTAL	4,15	1,66
CRUSTACEA		
HARPACTICOIDA	0,83	
DENSIDADE TOTAL	0,83	0,00
DENSIDADE TOTAL (Org./l)	19,12	6,66
ÍNDICE DE DIVERSIDADE	2,42	1,25
RIQUEZA (nº de taxa)	14	4
Indicação da Abundância (org./l)		

Densidade < 1,00	Muito escassa
Densidade 1,01 a 5,00	Escassa
Densidade 5,01 a 50,00	Moderada
Densidade 50,00 a 100,00	Abundante
Densidade > 100,00	Muito abundante

Durante o período de amostragem, as comunidades dos microinvertebrados nos sistemas lóticos estudados apresentou uma distribuição espacial caracterizada por um aumento sensível da densidade na estação de amostragem Araticum.

Quando se analisam as densidades expressas (figura 4.19), as estações de amostragem variaram de escassa a moderada. Estas flutuações na abundância da microfauna demonstraram a influência do ciclo hidrológico sobre a estrutura da comunidade, corroborando resultados de outros sistemas aquáticos obtidos por ESPÍNDOLA *et al.* (1996), PAGGI e PAGGI (1990).

FIGURA 4.19 - Densidade dos organismos

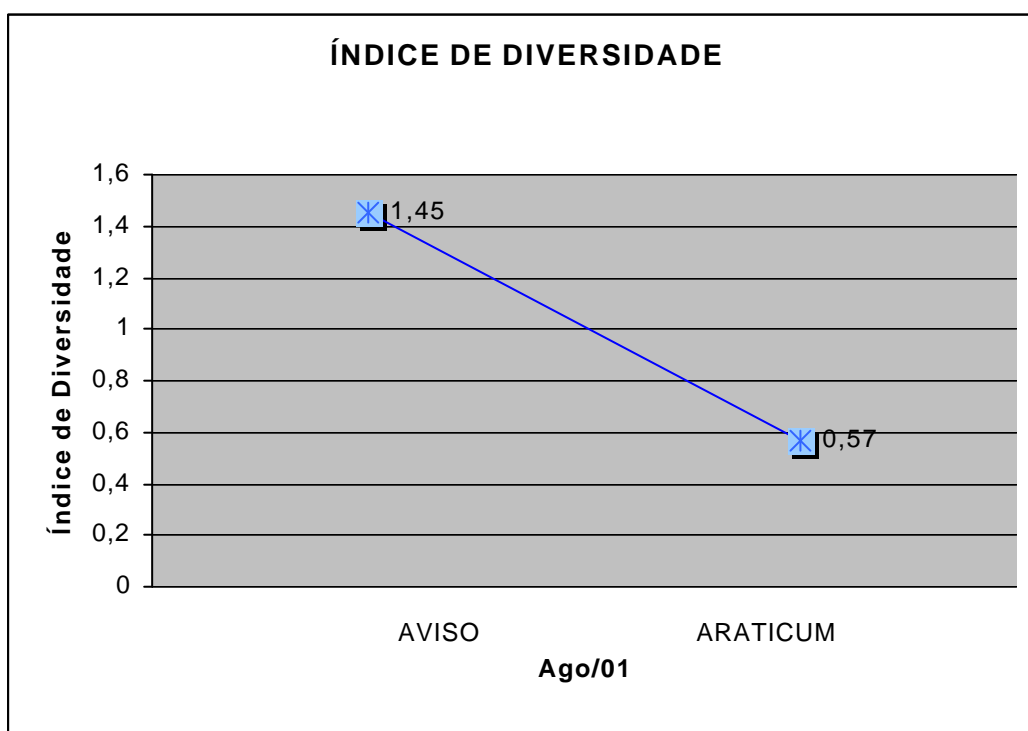


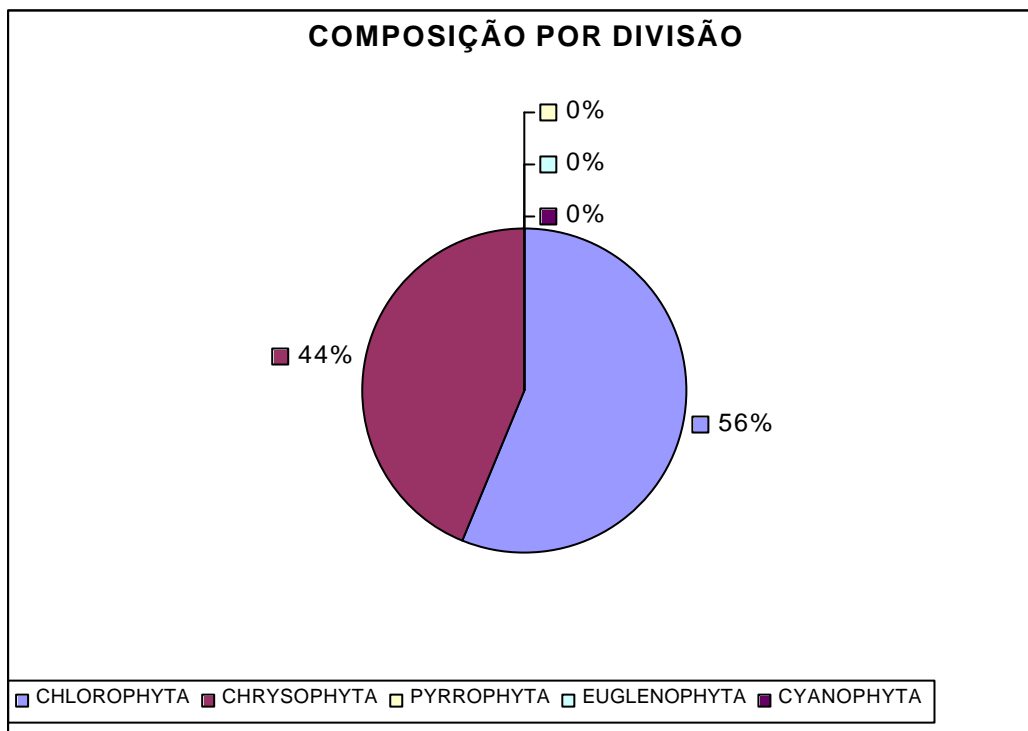
Os dados de riqueza específica (figura 4.20) indicam um predomínio de organismos considerados tolerantes à matéria orgânica, em níveis variáveis, neste período de amostragem.

Na estação Araticum nota-se uma maior representatividade de protozoários e rotíferos com 9 e 4 organismos, respectivamente.

Outro fato que se destaca é a ocorrência de microcrustáceos da ordem Harpacticoida na estação Araticum, o que sugere que esta estação recebe um aporte de material detritívoro provavelmente de seu entorno.

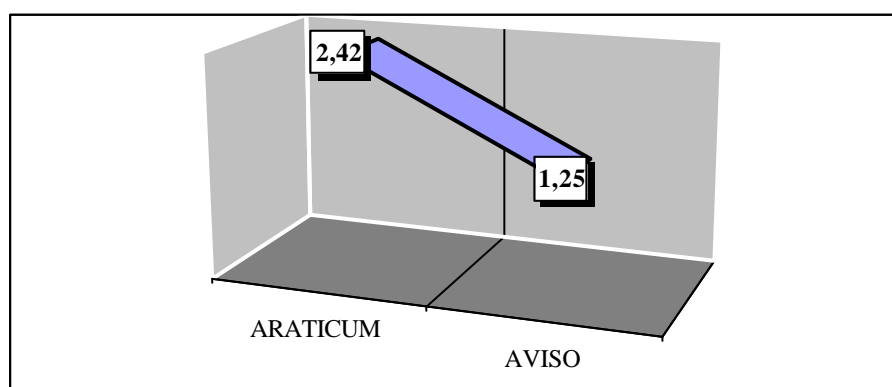
FIGURA 4.20 - Riqueza dos organismos





Quanto aos índices de diversidade (figura 4.21), mais uma vez a estação Araticum foi mais representativa em relação à estação Aviso, denotando algum tipo de interferência naquela estação de amostragem.

FIGURA 4.21 - Índice de diversidade



Cabe ressaltar que os grupos apresentados pelas análises anteriores (Brandt, 2000b) foram identificados a níveis taxonômicos mais altos, o que não nos permite fazer um diagnóstico mais apurado comparativo entre essas análises.

Outro fato que chama a atenção é a total ausência de protozoários importantes indicadores ambientais e que não figuram nas listas apresentadas. Da mesma forma não se observou um número considerável de microcrustáceos na campanha de 2001, mas foram bastante freqüentes nas campanhas de 2000, o que vem corroborar com importantes informações, como: os corpos hídricos estudados possuem oferta razoável de material detritívoro em períodos distintos.

Conclusão

As águas das áreas de estudo mostram uma qualidade boa em relação aos microinvertebrados, apesar de sofrerem algumas interferências.

Em relação à comunidade de microinvertebrados aquáticos, ocorreu uma predominância de protozoários seguido dos rotíferos, sugerindo um enriquecimento orgânico.

De acordo com os índices de diversidade nas estações de amostragem, nota-se uma amplitude da estação Araticum, representando uma heterogeneidade na distribuição da microfauna.

A estação de amostragem mais representativa foi a Araticum, apresentando uma maior riqueza e densidade.

4.2.6.3 - Comunidade zoobentônica

Introdução

O princípio do estudo sistematizado de biomonitoramento começou no século XX e o trabalho de Kolkwitz e Marsson (1908, 1909) deu origem a estes estudos desenvolvendo o conceito de saprobidade, ou grau de poluição por matéria orgânica. Junto a isto a observação da ausência de certos organismos em determinados pontos levou ao desenvolvimento de listas de organismos indicadores (Rosenberg e Resh, 1992).

Métodos

A caracterização limnológica e da qualidade das águas realizada para atender este estudo foi baseada em dados disponíveis relacionados ao tema e em levantamentos realizados especialmente para este fim, pesquisa qualitativa e quantitativa do zoobenton. O resultado deste levantamento foi organizado no quadro 4.25.

Os métodos de preservação, armazenamento e análise seguiram o "Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater, 19ª Edição.

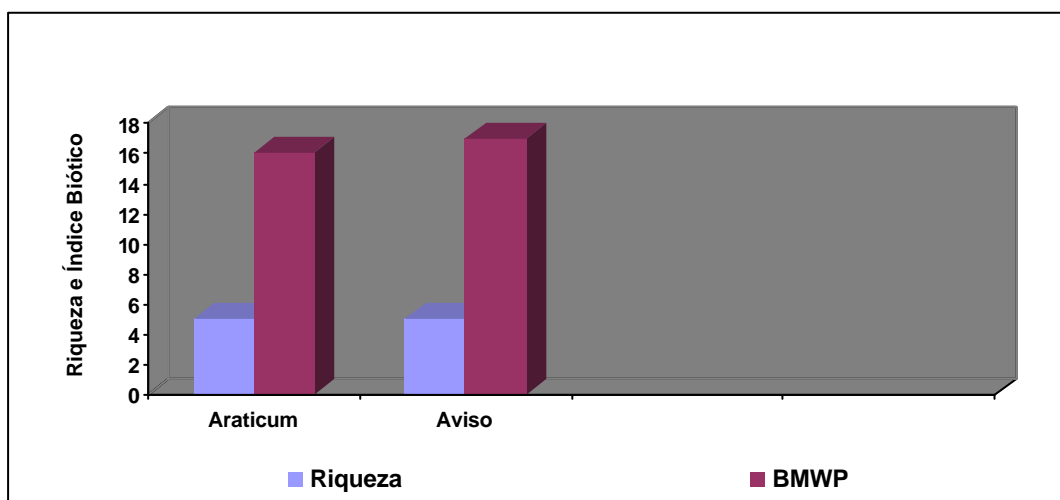
Para a amostragem da fauna zoobentônica para o substrato areno-argiloso, procedeu-se conforme o método de “dipping”. Utilizou-se um amostrador do tipo corer de 50 mm de raio, sendo realizadas quatro réplicas por estação de amostragem. Calculou-se as densidades através de uma regra de três simples, baseando-se na área do corer e o número de indivíduos encontrados.

Uma vez fixadas, as amostras foram para o laboratório e foram submetidas à análise, que consistiu-se inicialmente na tamisação com peneiras circulares Granutest, com abertura de malha de 1,000; 0,750; 0,500; 0,300 mm para lavagem e separação dos organismos. Todo o resíduo retido nas peneiras foi preservado em álcool 70% e levado ao estereomicroscópio Leica zoom 2000 com aumento de 10 a 45 vezes, conforme as necessidades de identificação.

O conhecimento taxonômico da comunidade bentônica em ecossistemas brasileiros, encontra-se ainda muito restrito, não existindo chaves de identificação apropriadas. Assim, as determinações taxonômicas foram feitas a nível de família, utilizando-se as seguintes chaves taxonômicas: EDMONDSON. 1959; PENNAK. 1978; MERRIT & CUMMINS.1996; WIGGINS, 1984; DOMINGUEZ et. al, 1992.

Os resultados analíticos do potamozoobenton foram também expressos pela composição qualitativa dos grupos, nas diferentes estações amostradas (quadro 4.25). Os dados das análises zoobentônicas foram obtidos através do índice Biótico de Qualidade de Água BMWP (Biological Monitoring Working Party Score System) segundo HAWKES (1982); adaptado por JUNQUEIRA, Marília Vilela (CETEC, 1998). Este índice baseia-se em um sistema de “score”, cujos valores, variando de um a dez, são estabelecidos para as diversas famílias de macroinvertebrados bentônicos, de acordo com a sua tolerância à poluição, sobretudo a de origem orgânica. Através do somatório das pontuações obtidas em cada estação, torna-se possível uma avaliação da qualidade das águas, que serão tanto melhor quanto maior for este somatório. (figura 4.22)

FIGURA 4.22 - Riqueza e índice biótico BMWP



Resultados

QUADRO 4.25 - Riqueza, Índice Biótico BMWP e Densidade dos Organismos Zoobentônicos (organismos/m²), agosto de 2001

Organismo				Ponto Araticum	Ponto Aviso
ANNELIDA	Oligochaeta	N.I.	N.I.	1040	1280
ARTHROPODA	Insecta	Diptera	Chironomidae	560	720
ARTHROPODA	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae		800
ARTHROPODA	Insecta	Diptera	Tipulidae		80
ARTHROPODA	Insecta	Coleoptera	Hebridae	80	
ARTHROPODA	Insecta	Coleoptera	Elmidae	240	
ARTHROPODA	Insecta	Odonata	Gomphidae		80
NEMATODA	N.I.	N.I.	N.I.	400	
Riqueza				5	5
BMWP				16	17
Densidade total				2320	2960

De uma forma geral, os pontos estudados apresentaram características semelhantes entre si. Porém, foi verificada uma pior condição do ponto Araticum. Esta pior condição é mensurada na quantidade de matéria orgânica presente na água, representada pelos organismos ali presentes, os organismos do ponto Aviso, são um pouco mais seletivos quanto à qualidade de água podendo ser em função das características do local.

Assim, pode-se observar que o ponto de melhor qualidade de água foi o ponto denominado Aviso com um score de 17 e uma diversidade de 5 taxa. O ponto Araticum teve score de 16 e diversidade de 05 taxa (quadro 4.25). A maior densidade foi encontrada no ponto Aviso com 2960 indivíduos por m² (figura 4.24). Destes, 720 são da família chironomidae e 800 indivíduos por m² da família Ceratopogonidae. Portanto, os dípteros foram dominantes, ressalta-se que a família chironomidae são o "taxa" dominante em quase todos os ambientes, inclusive nos ambientes impactados, na maioria pertencentes à guilda de coletores (CUMMINS & WILZBACH, 1985).

Deve-se ressaltar a ocorrência na estação de amostragem Aviso da família Gomphidae, que se caracteriza por serem seletivos quanto à qualidade de água, sendo tipicamente predadores e por isto mais sensível às alterações ambientais.

Os organismos bentônicos foram representados basicamente pelos filos Arthropoda, Annelidae e Nematoda (figura 4.23). O primeiro representado principalmente pela classe Insecta, a dominante. Nos Arthropoda se destacou a ordem Diptera, dentro da ordem Diptera, estão representadas as famílias Chironomidae e Ceratopogonidae, prevalecendo a família dos Ceratopogonidae com maiores densidades. Os Coleopteros foram representados pelas famílias Hebridae e Elmidae, presentes apenas no ponto Aviso. O filo Annelida esteve representado pelos Oligochaeta, presentes em todos os pontos amostrais.

FIGURA 4.23 - Riqueza de filios

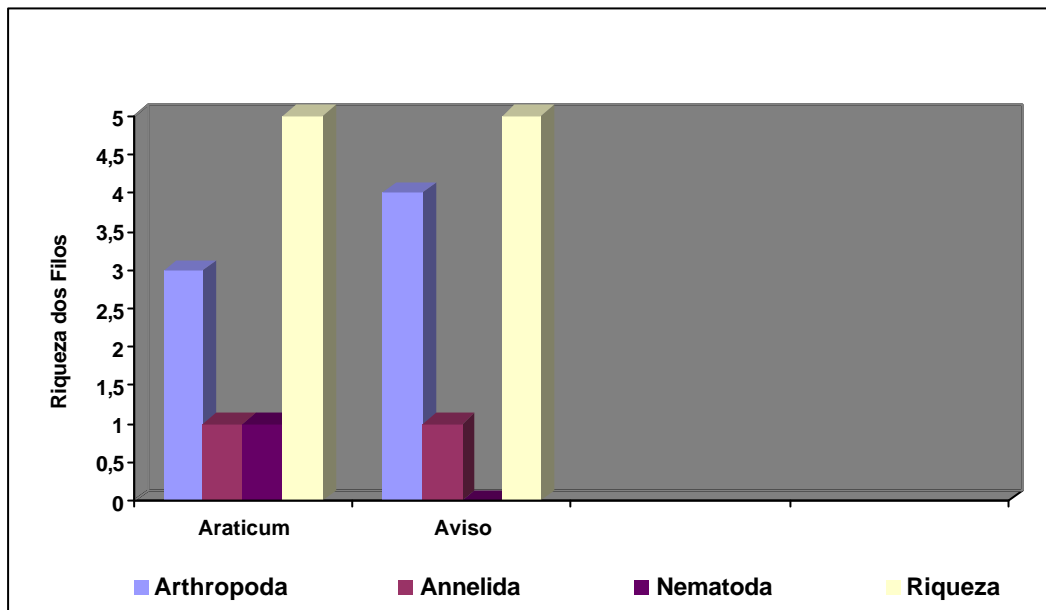
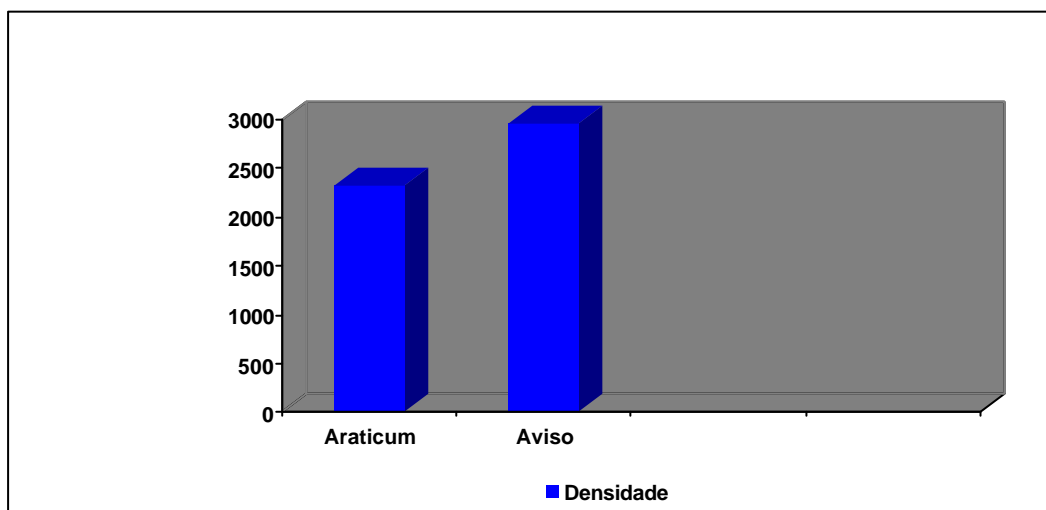


FIGURA 4.24 - Densidade de organismos por m²



4.2.7 - Aspectos da hidrogeologia

De acordo com informações obtidas junto a trabalhos anteriores, os horizontes de bauxita são normalmente recobertos por argila amarela (Belterra Clay), sendo este o principal material estéril da mina. O minério é correlacionado aos termos superiores da Formação Alter-do-Chão estando os mesmos sobrepostos à seqüência 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.

Com a finalidade de caracterizar o ciclo hidrológico, optou-se pela separação do platô em duas Zonas distintas: a Zona de Recarga e a Zona de Descarga.

Zona de Recarga

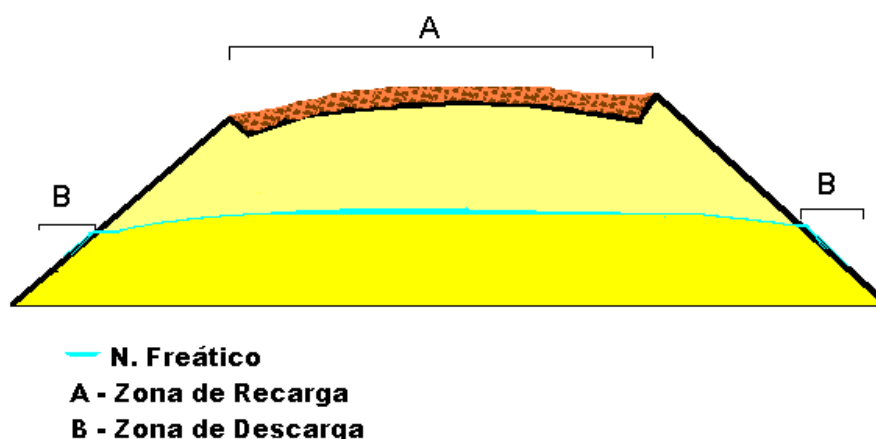
A zona de recarga é coincidente com a área do topo do platô Almeidas, estando a mesma posicionada dentre as cotas altimétricas de 175 e 180 m (verificar cotas) conforme ilustrado na figura 4.2 - região (A). Esta zona é caracterizada por regime de escoamento das águas exclusivamente vadoso, correspondendo geologicamente aos níveis de bauxita (inconsolidada e consolidada) e aos sedimentos argilo-arenos e areno-argilosos.

Quanto à relação entre a futura atividade minerária e a Zona de Recarga, é importante destacar que a mesma terá sua interferência restrita aos níveis do minério, os quais serão removidos, alterando em parte a espessura desta zona.

No que se diz respeito ao nível do lençol freático, pode-se afirmar que o mesmo encontra-se em uma profundidade superior a 20,0 m (a partir do topo do platô). Este fato é sustentado pela inexistência da água nos quatro piezômetros construídos (profundidades de 20,0 m). Tal constatação atesta a similaridade do nível do lençol freático no platô Almeidas frente ao nível do lençol no platô Saracá baseando-se nos estudos previamente realizados, foram estimados valores variando entre vinte e trinta metros, para a cota do lençol freático, a partir do topo do platô.

A exemplo dos demais platôs (Saracá e Papagaio), somando-se às informações geológicas obtidas através das análises dos perfis dos piezômetros tem-se que os níveis do minério apresentam espessura média inferior a 15,0 m, desta forma a atividade minerária não afetará de forma direta o lençol freático.

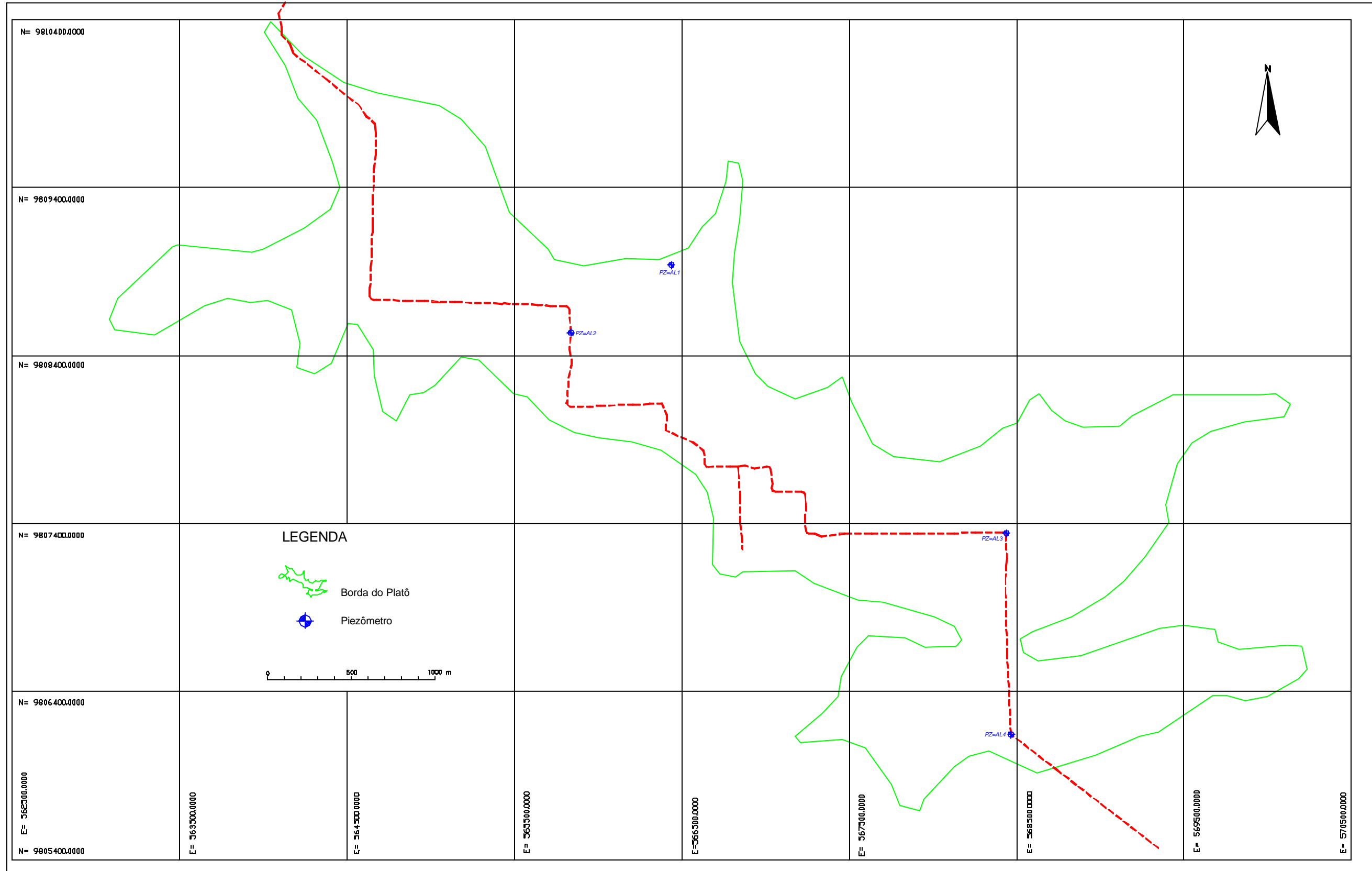
FIGURA 4.25 - Posicionamento esquemático das zonas de recarga e descarga



Piezômetros

No platô Almeidas, foram construídos quatro piezômetros, com a finalidade de estudar o nível do lençol freático local, conforme figura 4.26.

FIGURA 4.26 - Posicionamento dos piezômetros, platô Almeidas



Os piezômetros apresentam profundidade média de 20,0 m tendo suas células posicionadas a cerca de 2,0 m acima do fundo. No mês de setembro de 2001, estes piezômetros mostraram-se secos, salvo alguns que apresentaram lama no fundo.

Zona de descarga

A zona de Descarga está posicionada na meia encosta do platô, em nível intermediário dentre o topo e base, geologicamente inserida em seqüência de sedimentos inconsolidados argilo-arenosos. Salienta-se que a Zona de descarga não será diretamente afetada pela atividade minerária.

Dentre os dias 12 a 21 do mês de setembro de 2001, foi realizado estudo com a finalidade de caracterizar as nascentes situadas na área de influência direta do platô Almeidas. Este estudo teve como objetivo a localização dos “olhos d’água” (realizada com GPS - Garmim 12, com antena acoplada), a estimativa da vazão, a determinação da temperatura (através de termômetro de Hg), o pH (com auxílio de pHmetro) e a determinação da condutividade elétrica (obtida por leitura de Condutivímetro) em cada nascente. Esses dados estão reunidos no anexo 2 - cadastramento de nascentes.

Com base nestes estudos, é possível determinar a cota altimétrica a partir da qual, encontra-se inserida a zona de descarga. No platô Almeidas tem-se ligeira distinção entre as porções nordeste e sudoeste. Os olhos d’água na porção nordeste do platô, surgem em média em cota altimétrica situada aproximadamente 170,0 m abaixo do topo do platô, enquanto que na porção sudoeste, encontram-se em cota que varia dentre 150 a 160 m abaixo do topo. Ressalta-se ainda que durante os estudos de caracterização das nascentes, constatou-se através de caminhamentos, a inexistência de feições erosivas características aos olhos d’água, posicionadas acima destas cotas altimétricas. Este fato aponta para uma certa uniformidade da zona de descarga, sendo a localização da mesma na encosta do platô, pouco afetada pelo regime das chuvas.

O estudo de caracterização das nascentes no platô Almeidas priorizou as áreas programadas para serem lavradas durante os anos de 2001, 2002, e 2003 conforme figura 4.27.

FIGURA 4.27 - Nascentes do platô almeidas

mrt014_almeidas_fig4-27_A4.PDF

O quadro 4.26 mostra, de forma resumida, as características das nascentes, referentes aos dados obtidos durante a campanha de campo.

QUADRO 4.26 - Características das nascentes - Platô Almeidas, setembro de 2001

PONTO	UTM	VAZÃO cm ³	TEMPERATURA ° C	pH	COND.ELÉTRICA ? s/cm
N1	0563735 9809940	629,1262	26,5	4,96	22,1
N2	0565066 9810050	1.885,182	28,0	5,07	12,9
N3	0567793 9808066	1.751,914	26,2	4,92	11,9
N4	0567918 9808129	992,2822	26,1	4,65	13,1
N5	0567428 9808500	8.412,371	26,2	4,71	12,8
N6	0567265 9808500	4.161,721	25,6	4,71	13,7
N7	0565980 9809155	3.155,15	26,0	4,69	13,7
N8	0566215 9806117	1.595,855	26,6	4,73	10,7
N9	0565242 9807077	729,199	26,1	4,89	10,6
N10	0565026 9806932	397,5904	26,1	4,85	11,3

4.2.8 - Aspectos de ruído

Com o objetivo de verificar o nível de ruído na área do platô Almeidas na situação atual, ou seja, sem atividade de lavra, foi realizada a caracterização de “background” deste platô. Para tal foi efetuada uma campanha de medição de ruído em agosto de 2001.

Pontos de medição

Os pontos de medição de ruído estão descritos no quadro 4.27 a seguir e apresentados na figura 4.28.

QUADRO 4.27 - Descrição dos pontos de medição do ruído

Ponto	Localização Geográfica (UTM)
Ponto 1 - Almeidas, meio da encosta	570257 / 9806476

Ponto 2 - Almeidas, meio do topo do platô	567223 / 9807517
---	------------------

FIGURA 4.28 - Localização dos pontos de amostragem de ruído

mrt014_almeidas_fig4-28_A4.PDF

Metodologia

O equipamento utilizado para as medições está descrito a seguir.

Marca: LARSON DAVIS LABORATORIES - Modelo 820, Microfone Modelo 2540.

Precisão: Tipo 1;

Calibrador: Nível de pressão sonora: 114,0 dB

Frequência: 250 Hz ? 0,5 Hz

Distorção: < 1%.

Após cada medição o equipamento calcula instantaneamente vários parâmetros, dentre os quais, para a avaliação dos níveis de ruído ambiental, foram selecionados os seguintes níveis: Leq, L90, Lmax e Lmin., descritos a seguir

- Nível Contínuo Equivalente (Leq): representa o nível médio contínuo de energia sonora, equivalente ao sinal variável medido. O Leq é particularmente útil na avaliação de incômodo, situações de poluição sonora e reações subjetivas diante do ruído.
- Nível Estatístico Mínimo (L90): é o nível ultrapassado por 90% dos valores medidos. Para o presente caso, com o empreendimento paralisado, representa o ruído de fundo ambiental.
- Nível Máximo (Lmax): é o nível de som máximo verificado durante cada amostragem.
- Nível Mínimo (Lmin): é o nível de som mínimo verificado durante cada amostragem.

As amostragens dos níveis de ruído foram realizadas nos períodos diurno (06h às 20h) e noturno (20h às 06h). Cada medição foi efetuada com duração de 10 minutos.

Legislação e normas vigentes

Em virtude do estado do Pará não possuir uma legislação específica para níveis de ruído utilizou-se, para as análises, a Legislação Federal - Resolução CONAMA N01 de 08/03/90.

A Legislação Federal - Resolução CONAMA N01 de 08/03/90 - estabelece que os níveis de ruído deverão ser medidos de acordo com a Norma ABNT - NBR 10151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade, e que os critérios adotados para a avaliação dos resultados devem respeitar a essa mesma Norma, onde consta os limites considerados aceitáveis do som produzido por quaisquer atividades, seja ela industrial, comercial, social ou recreativa.

Resultados e análises

Os quadros 4.28 e 4.29 a seguir, apresentam os resultados dos níveis de ruído obtidos, caracterizando o “background” de ruído do platô Almeidas.

QUADRO 4.28 - Resultados para o ponto 1 - localizado no meio da encosta do platô Almeidas

PERÍODOS	DIURNO (db)	NOTURNO (db)
Data	27/08/01	27/08/01
Hora de início	10:15	22:01
Hora de término	10:25	22:11
Leq	45,0	49,4
Lmin,	40,0	41,2
Lmáx,	60,5	73,4
L (90)	40,9	43,3

QUADRO 4.29 - Resultados para o ponto 2 - localizado no meio do topo do platô Almeidas

PERÍODOS	DIURNO (db)	NOTURNO (db)
Data	27/08/01	27/08/01
Hora de início	10:45	22:35
Hora de término	10:55	22:45
Leq	47,4	48,0
Lmin,	41,6	43,0
Lmáx,	62,3	70,9
L (90)	43,6	44,7

Os níveis de ruído medidos na área do platô Almeidas, localizados no meio da encosta e no meio do topo do platô podem ser considerados como ruído de fundo do platô Almeidas. Nota-se que o ruído de fundo natural da região, conforme mostra os quadros 4.28 e 4.29, possuem valores variando entre 40 e 62 dB(A) para o período diurno e valores entre 41 e 73 dB(A) para o período noturno.

1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	2
3 - CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	4
3.1 - Introdução e justificativa	4
3.2 - Características do minério.....	6
3.3 - Níveis de produção previstos.....	6
3.4 - Engenharia de mina.....	9
3.5 - Beneficiamento e transporte do minério beneficiado.....	11
3.5.1 - Beneficiamento da bauxita.....	11
3.5.2 - Carregamento e transporte.....	12
3.6 - Disposição dos rejeitos	12
3.7 - Desativação das áreas lavradas	13
3.8 - Mão-de-obra e turnos de trabalho.....	13
3.9 - Insumos e Utilidades	13
3.10 - Infra-estrutura	17
3.10.1 - Unidades de apoio operacional	17
3.10.2 - Núcleo urbano.....	18
3.11 - Emissões, efluentes e resíduos	18
3.11.1 - Emissões atmosféricas.....	18
3.11.2 - Ruído	21
3.11.3 - Efluentes líquidos	22
3.12 - Política social.....	23
4 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	28
4.1 - Caracterização das áreas de Influência do empreendimento.....	28
4.2 - Meio físico.....	29
4.2.1 - Aspectos climáticos	29
4.2.2 - Geologia.....	35
4.2.2.1 - Caracterização do contexto geológico e do jazimento de bauxita.....	35
4.2.3 - Geomorfologia e solos	39
4.2.3.1 - Procedimentos para os estudos geomorfológicos e pedológicos	40
4.2.3.2 - Geomorfologia e solos regionais	42
4.2.3.3 - Geomorfologia e solos locais.....	43
4.2.3.4 - Aspectos morfogênicos e pedogênicos	50
4.2.3.5 - Processos geomorfológicos superficiais e subsuperficiais	51
4.2.4 - Hidrologia superficial.....	53
4.2.4.1 - Aspectos gerais	53
4.2.4.2 - Aspectos potamográficos	54
4.2.4.3 - A rede hidrométrica regional	57
4.2.4.4 - Seleção da rede hidrométrica regional	58
4.2.4.5 - Disponibilidade hídrica	61
4.2.4.6 - Conclusão	70
4.2.5 - Qualidade das águas superficiais.....	70
4.2.5.1 - Pontos de amostragem e parâmetros físico-químicos	71
4.2.5.2 - Referências normativas e legais.....	73
4.2.5.3 - Resultados e discussão.....	73
4.2.6 - Limnologia.....	77
4.2.6.1 - Comunidade fitoplanctônica.....	79
4.2.6.2 - Comunidade zooplanctônica.....	86
4.2.6.3 - Comunidade zoobentônica	93
4.2.7 - Aspectos da hidrogeologia	96
4.2.8 - Aspectos de ruído	101

QUADRO 3.1 - Contribuição individual de cada frente de lavra no aumento de produção da MRN..6	6
QUADRO 3.2 - Sumário de produção do platô Almeida	7
QUADRO 3.3 - Consumo de água bruta nas britagens.....	14
QUADRO 3.4 - Valores médios para a poeira total em suspensão - Anos de 1997, 1998, 1999 e 2000. ESTAÇÃO AR3.....	19
QUADRO 3.5 - Valores médios para a poeira total em suspensão - Meses de janeiro a agosto - 2001- ESTAÇÃO AR3.....	19
QUADRO 3.6 - Valores médios para a poeira inalável - Anos de 1997, 1998, 1999 e 2000. ESTAÇÃO AR3.....	20
QUADRO 3.7 - Valores Médios para a poeira inalável - Meses de janeiro a agosto - 2001- ESTAÇÃO AR3.....	20
QUADRO 3.8 - Resultados da medição de ruído do ponto situado na área de lavra do platô Saracá	22
QUADRO 3.9 - Impostos recolhidos pela MRN - Período 1994/98 (Em milhares de R\$)	26
QUADRO 3.10 - Distribuição da CFEM recolhida pela MRN - Período 1994/98 (Em milhares de R\$).....	27
QUADRO 3.11 - Distribuição do ICMS recolhido pela MRN - Período 1994/98 (Em milhares de R\$)	27
QUADRO 3.12 - Distribuição da ISS recolhida pela MRN - Período 1994/98 (Em milhares de R\$)	27
QUADRO 4.1 - Valores médios máximos e mínimos, temperatura - Estação Porto.....	30
QUADRO 4.2 - Valores médios máximos e mínimos, temperatura - Estação Mina.....	30
QUADRO 4.3 - Valores médios máximos e mínimos, direção do vento - Estação Porto.....	31
QUADRO 4.4 - Valores médios máximos e mínimos, velocidade do vento - Estação Porto	31
QUADRO 4.5 - Valores médios máximos e mínimos, direção do vento - Estação Mina.....	32
QUADRO 4.6 - Valores médios máximos e mínimos, velocidade do vento - Estação Mina	32
QUADRO 4.7 - Estações utilizadas nos estudos hidrológicos	33
QUADRO 4.8 - Valores pluviométricos - Estação Porto e Estação Mina.....	35
QUADRO 4.9 - Estações fluviométricas operadas pela ANEEL na região	58
QUADRO 4.10 - Características das estações fluviométricas selecionadas e vazões médias de longo período (Qmlt) e Rendimentos (qmlt)	62
QUADRO 4.11 - Vazão média mensal de longo termo (m3/s).....	62
QUADRO 4.12 - Vazão específica média mensal de longo termo (l/s/km2).....	63
QUADRO 4.13 - Valor adimensional da vazão média mensal com relação à média de longo termo	64
QUADRO 4.14 - Vazões instantâneas (m3/s) obtidas nas campanhas de campo para os estudos da ictiofauna	65
QUADRO 4.15 - Vazões e rendimentos específicos nos igarapés	66
QUADRO 4.16 - Identificação dos pontos de amostragem.....	71
QUADRO 4.17 - Parâmetros de análises físico-químicas para caracterização dos pontos situados nos igarapés afluentes da margem direita do igarapé Saracazinho	73
QUADRO 4.18 - Parâmetros de análises físico-químicas para caracterização do ponto situado no igarapé Araticum	73
QUADRO 4.19 - Resultados das análises de qualidade de águas superficiais, do ponto ALM-1 no período de agosto, setembro e outubro de 2001	74
QUADRO 4.20 - Resultados das análises de qualidade de águas superficiais, do ponto ALM-2 no período de agosto, setembro e outubro de 2001	74
QUADRO 4.21 - Resultados das análises de qualidade de águas superficiais, do ponto SAZ-2 no período de agosto, setembro e outubro de 2001	76
QUADRO 4.22 - Resultados das análises de qualidade das águas superficiais, na micro bacia do igarapé Araticum no período de Agosto de 2001.....	76
QUADRO 4.23 - Quantitativo e qualitativo da microflora aquática das estações de amostragem dos igarapés Aviso e Araticum, em agosto de 2001	81

QUADRO 4.24 - Quantitativo e qualitativo da microfauna aquática no grupo das estações de amostragem em agosto de 2001	88
QUADRO 4.25 - Riqueza, Índice Biótico BMWP e Densidade dos Organismos Zoobentônicos (organismos/m ²), agosto de 2001	95
QUADRO 4.26 - Características das nascentes - Platô Almeidas, setembro de 2001	101
QUADRO 4.27 - Descrição dos pontos de medição do ruído	101
QUADRO 4.28 - Resultados para o ponto 1 - localizado no meio da encosta do platô Almeidas	105
QUADRO 4.29 - Resultados para o ponto 2 - localizado no meio do topo do platô Almeidas	105
FIGURA 2.1 - Localização do projeto na região	2
FIGURA 2.2 - Localização do platô Almeidas	3
FIGURA 3.1 - Área dos títulos minerários do platô Almeidas	5
FIGURA 3.2 - Planejamento da lavra - Almeidas	8
FIGURA 3.3 - Conjunto de sistema de combustíveis	16
FIGURA 3.4 - Histograma da poeira total em suspensão	20
FIGURA 3.5 - Histograma da poeira inalável	21
FIGURA 4.1 - Análise Isoietal da região do platô Almeidas	34
FIGURA 4.2 - Perfil estratigráfico do platô Almeidas (sem escala)	39
FIGURA 4.3 - Localização dos platôs no contexto geomorfológico	44
FIGURA 4.4 - Unidades geomorfológicas da área de estudo e predominância de solos	45
FIGURA 4.5 - Perfil de um típico latossolo amarelo (állico) posicionado no topo do platô Almeidas	47
FIGURA 4.6 - Distribuição das classes texturais em perfil de solo, localizado nas terras baixas.	49
FIGURA 4.7 - Distribuição das classes texturais em perfil de solo, localizado na planície do Igarapé Saracazinho	50
FIGURA 4.8 - Localização do empreendimento em relação ao Estado do Pará e aos rios Amazonas e Trombetas	56
FIGURA 4.9 - Pontos de coleta dos estudos da ictiofauna	60
FIGURA 4.10 - Vazões médias mensais (m ³ /s) nas estações	63
FIGURA 4.11 - Relação adimensional para as estações	64
FIGURA 4.12 - Vazões nos igarapés e curva de tendência no período	67
FIGURA 4.13 - Precipitação média de longo termo - Estação mina Saracá (jan/1982 a set/2001)	68
FIGURA 4.14 - Comportamento dos deflúvios na macrorregião e da pluviometria local	69
FIGURA 4.15 - Localização dos pontos de amostragem	72
FIGURA 4.16 - Pontos de amostragem da limnologia	78
FIGURA 4.17 - Riqueza e densidade do fitoplâncton nas estações Aviso e Araticum, agosto de 2001	83
FIGURA 4.18 - Índice de diversidade e composição por divisão nas estações Aviso e Araticum, agosto de 2001	84
FIGURA 4.19 - Densidade dos organismos	90
FIGURA 4.20 - Riqueza dos organismos	91
FIGURA 4.21 - Índice de diversidade	92
FIGURA 4.22 - Riqueza e índice biótico BMWP	94
FIGURA 4.23 - Riqueza de filos	96
FIGURA 4.24 - Densidade de organismos por m ²	96
FIGURA 4.25 - Posicionamento esquemático das zonas de recarga e descarga	97
FIGURA 4.26 - Posicionamento dos piezômetros, platô Almeidas	98
FIGURA 4.27 - Nascentes do platô Almeidas	100
FIGURA 4.28 - Localização dos pontos de amostragem de ruído	103

MINERAÇÃO RIO DO NORTE S.A.

PORTO TROMBETAS - ORIXIMINÁ - PARÁ

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

PLATÔ ALMEIDAS

VOLUME I

