

A MINERAÇÃO DA BAUXITA NO VALE DO TROMBETAS

ESTUDO DE MEIO AMBIENTE E USO DO SOLO*

Irene Garrido Filha**
Glória Vanicore Ribeiro***
Irio Barbosa da Costa***
Jeferson de Azevedo***
Valdir Neves***

INTRODUÇÃO

Este trabalho é o primeiro de uma série que trata da sistematização de informações sobre mineração, inclusive garimpos, iniciado após desenvolvimento metodológico, conforme Garrido Filha, I et alii, 1989.

O objetivo do projeto, realizado na Divisão de Estudos Ambientais - DIEAM - do Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais - DERNA - do IBGE, foi o de levantar as informações básicas sobre o alumínio na Amazônia, o qual se encontrava em exploração mais avançada no vale do Trombetas, na Mineração Rio do Norte, à época da pesquisa de campo, isto é, 1989. Em seguida, procurou-se sistematizar as informações, de acordo com os critérios estabelecidos na proposta metodológica citada, após as adaptações necessárias. Paralelamente à feitura

deste artigo, foi criado um Arquivo de Dados, na Divisão de Planejamento e Informação - DIPIN -, também do DERNA, IBGE, a fim de tornar exequível sua atualização permanente.

O artigo consta de quatro partes: a avaliação do desenvolvimento das forças produtivas, as relações de produção, a questão ambiental no Trombetas e as conseqüências regionais da mineração. Na primeira parte, o desenvolvimento das forças produtivas é analisado de acordo com a morfologia e os sistemas de mineração. As relações de produção incluem o regime de apropriação do bem mineral, as relações de trabalho e o sistema de comercialização. Na parte ambiental, são considerados os problemas de assoreamento e os de recuperação do lago Batata, bem como os projetos em execução de recuperação de áreas mineradas. O estudo das conseqüências regionais da mineração abarca a problemática da inserção da atividade mineradora no quadro regional.

* Recebido para publicação em 10 de outubro de 1990. Este Artigo foi aprovado e indicado pelo Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais - DERNA.

** Analista Consultora da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

*** Analistas Especializados do IBGE.

A equipe agradece à Mineradora Rio do Norte as informações prestadas.

A pesquisa sobre o alumínio foi relativamente fácil pela maior acessibilidade a dados e informações, devido ao fato de tratar-se de empresa. Do mesmo modo, obteve-se material suficiente para enfocar o problema ambiental do lago Batata, pois a empresa estava cumprindo exigência do Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM. As condições sociais do trabalho são observáveis, igualmente, sem dificuldade. Mais complexa foi a questão das conseqüências regionais da mineração, que exigiu diversas entrevistas e consultas aos dados censitários do IBGE.

Pretende-se dar continuidade ao projeto com o Estudo do Ouro na Amazônia, bem mais complexo, e que vai exigir nova adequação metodológica.

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DAS FORÇAS PRODUTIVAS: MORFOLOGIA E SISTEMAS DE MINERAÇÃO

Condições Ambientais

A Mineração Rio do Norte detém área de mais de 57 000 ha, com uma reserva estimada em 600 milhões de toneladas de bauxita (60% na margem esquerda do vale do Amazonas). Pelo ritmo da produção atual (8 milhões de toneladas/ano), a previsão de exploração é superior a 100 anos.

Constitui parte da política para o alumínio, que compreende a exploração das minas do Trombetas, a energia de Tucuruí e a produção de alumínio primário de Barcarena e São Luís (Figura 1).

A região apresenta-se como uma superfície aplainada pela erosão, em que se salientam baixos platôs, cujos rebordos erosivos apresentam desníveis de 80 a 110 m. A rede de drenagem é tipicamente dendrítica. É o domínio morfoclimático do planalto dissecado e áreas pediplanadas identificado por Nascimento et alii, 1966 (Figura 2).

O encouraçamento bauxítico em relevos residuais de superfícies de aplainamento mais elevado do planalto dissecado Rio Trombetas - Rio Negro é indício, conforme o citado autor, das influências das flutuações climáticas que ocorreram durante o Quaternário e que foram apontados por Tricart, 1974.

Domina a floresta tropical que se desenvolve em latossolos amarelos distróficos, onde há bastante retenção de água. A exemplo de grande parte dos solos da Amazônia, são ácidos e de baixa fertilidade. O clima dominante é quente e úmido (Aw' de Koeppen) com suas estações bem definidas: o período seco se estende de junho a novembro, enquanto o chuvoso vai de dezembro a maio, com temperatura média em torno de 24°C e mínimo de 18°C.

No distrito do Trombetas, foram pesquisados pela MRN aproximadamente 38 platôs, dentre os quais se destaca o platô Saracá, atualmente em exploração.

A exploração da bauxita, feita a céu aberto, envolve as fases de preparo da área, lavra (decapeamento e extração), transporte, beneficiamento (britagem, lavagem, secagem, classificação), estocagem e embarque.

Cada uma dessas etapas possui certas possibilidades que demonstram a preocupação da empresa em otimizar a exploração, ao mesmo tempo em que são tomadas providências no sentido de minimizar os danos ambientais.

Preparo da Área

A derrubada da floresta, feita por empurrão com o auxílio de dois tratores de esteira (D8-K), é precedida pela identificação de toda a madeira aproveitável. As madeiras de lei comumente encontradas - sucupira, muracatiara, angelim e cumaru, dentre outras - são enviadas para comercialização em Santarém. A madeira restante, dependendo do diâmetro, é utilizada na alimentação da termelétrica ou então sofre queima. Toda a biomassa restante é reunida, juntamente com as cinzas e o carvão, para ser armazenada com o solo original.

O desmatamento é realizado nos meses de junho a novembro (estação seca), com um avanço de um ano em relação à frente de decapeamento, sendo em média deflorestados e reforestados aproximadamente 80 ha por ano.

Lavra

Para melhor compreensão das etapas que envolvem a lavra, faz-se necessário visualizar o perfil do platô, esquematizado através de informações do Dr. Paulo Roberto Fernandes, chefe do Setor de Planejamento de Controle e Teor da MRN em Porto Trombetas (em 14/09/88) (Figura 3).

FIGURA 1
LOCALIDADES LIGADAS À PRODUÇÃO DO ALUMÍNIO

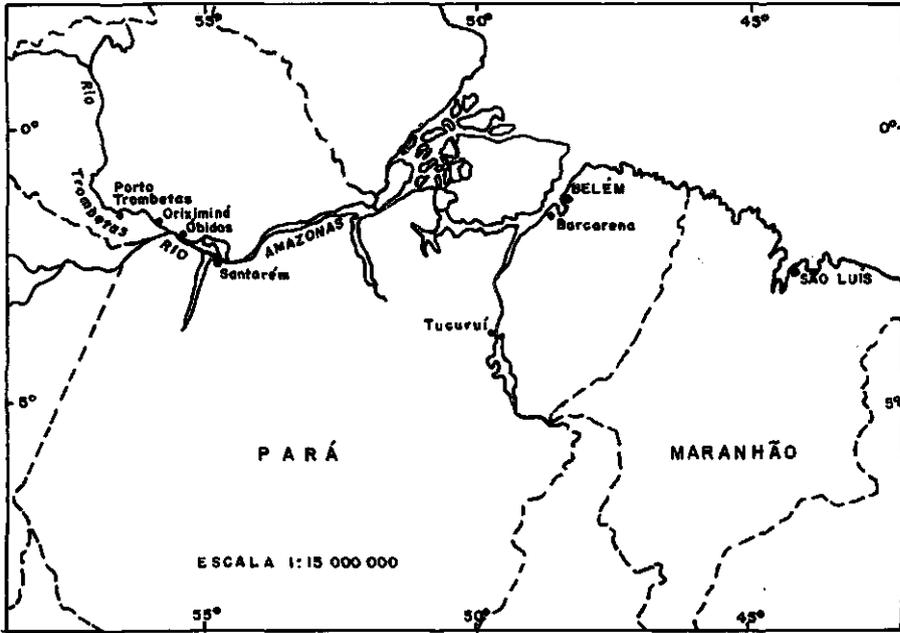


FIGURA 2
PLATÔS MINERALIZADOS EM BAUXITA E ÁREAS REQUERIDAS PELA MRN

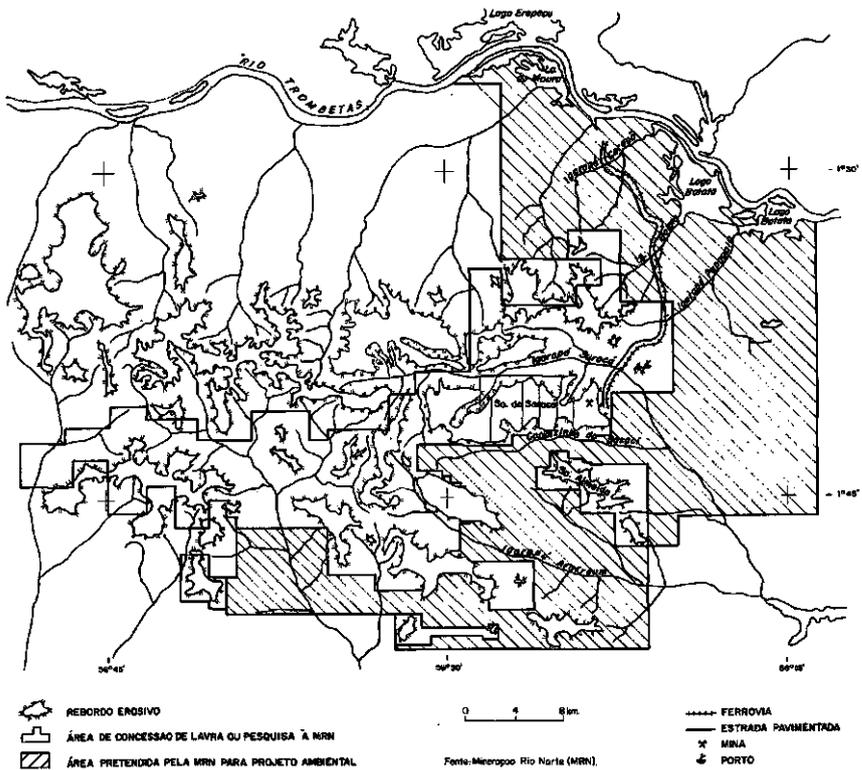
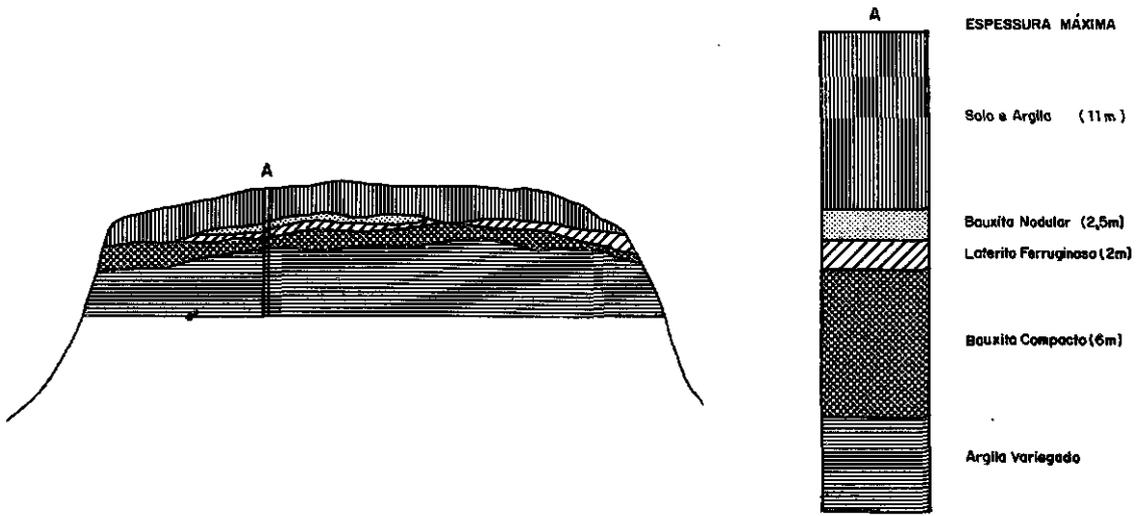


FIGURA 3



Fonte: Mineração Metalúrgica 1978

TABELA 1
COLUNA LITOLÓGICA
MÉDIA DO PLATÔ SARACÁ

ESPESSURA (m)	HORIZONTE
0,20 a 0,50	Terra preta (<i>top soil</i>)
Até 10 (média = 7/8)	Argila arenosa amarela
Até 3 (média = 1,5)	Bauxita nodular com pisolitos ferruginosos
Até 2,5 (média = 1,5)	Laterita ferruginosa
De 2 a 7 (média = 4)	Bauxita compacta
	Argila variada

O decapeamento, que consiste na remoção da terra preta, da argila amarela, da bauxita nodular e da laterita, tem início com a retirada do *top soil*, de cerca de 30 cm. O solo vegetal é estocado em pilhas por um período médio de um ano, e fica aguardando a ocasião de ser recolocado no lugar da lavra. Este processo tem sido adotado pela empresa desde 1982, visando à maior eficiência na recuperação das áreas mineradas.

O estéril subsequente atinge de 12 a 20 m de profundidade e compõe-se de 80% de argila amarela caulínica, 10% de cascalho bauxítico em matriz argilosa e 10% de laterita ferruginosa.

O horizonte mineralizado varia de 2 a 7 m, apresentando um teor médio anual de 50% Al_2O_3 (alumina), 4% Si_2O_2 (sílica reativa).

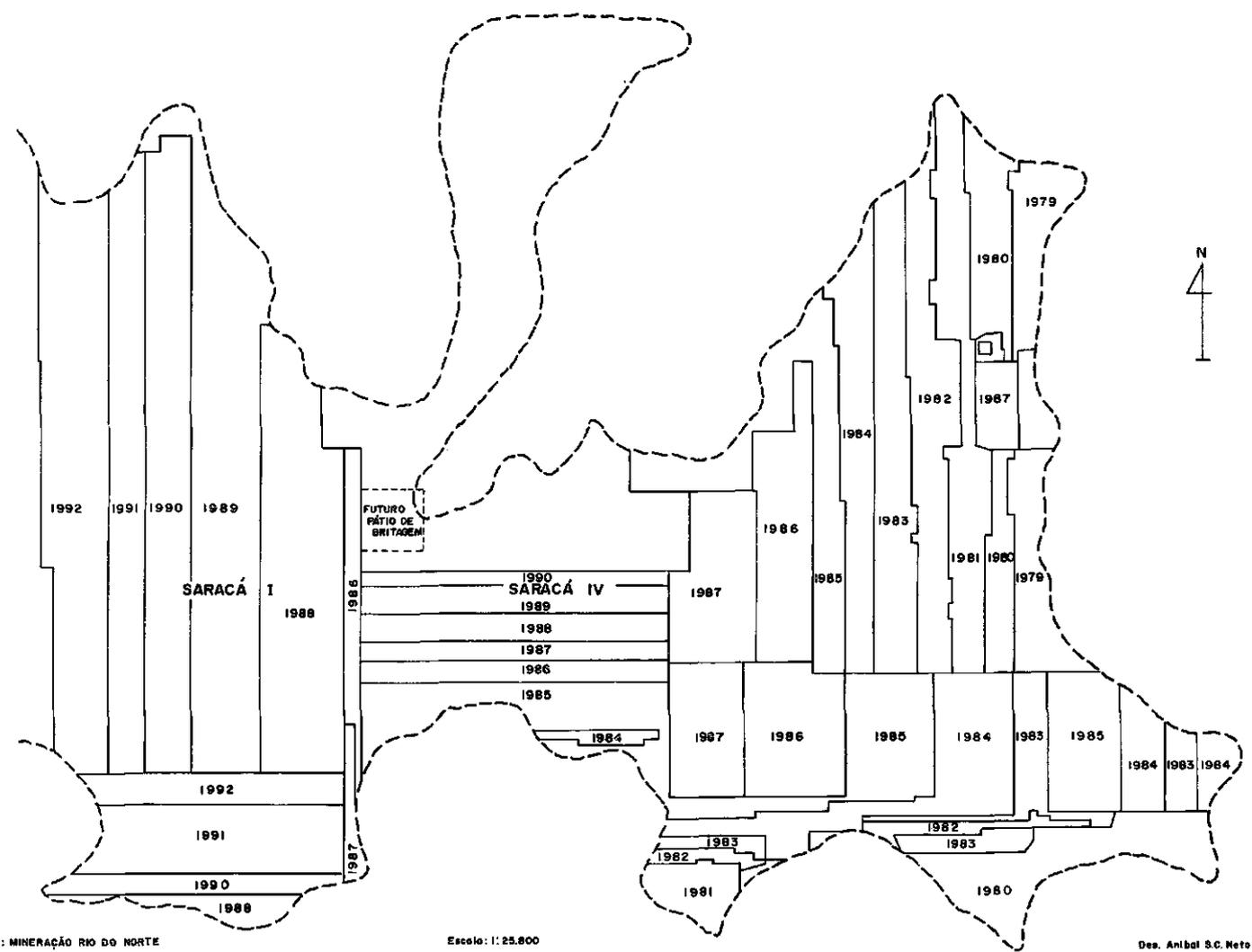
O sistema de exploração é feito em tiras ou faixas (*strip mining*) paralelas de 28 m de largura, com um comprimento médio de 600 a 1 000 m, movimentando 11 milhões de m^3 de material de capeamento, num total de 18 600 milhões de m^3 de material movimentado anualmente (Figura 4 e Foto 1).

A orientação das faixas de mineração depende do equipamento, da textura do estéril, do teor do minério e da rede de estradas. Com base nestes aspectos, a mina é dividida em blocos de teores variados. Para que a constância do teor seja mantida, juntam-se, na blendagem, os minérios de diversos blocos, pois à medida que a mina se desloca para leste o teor diminui.

A remoção do decapeamento segue dois processos: utilizando *draglines* ou *motoscrapers* (Figura 5).

A *dragline* é um equipamento de grande porte (pesa 1 000 t) que necessita trabalhar sobre um piso firme (foto 2). Parte da laterita extraída da lavra anterior é espalhada na lavra, para dar-lhe suporte, e parte recobre as estradas. A empresa possui três *draglines*, sendo duas a diesel e uma elétrica, cujas ca-

FIGURA 4
PLANO DE LAVRA DA MINA SARACÁ - 1979 - 1992



Fonte: MINERAÇÃO RIO DO NORTE

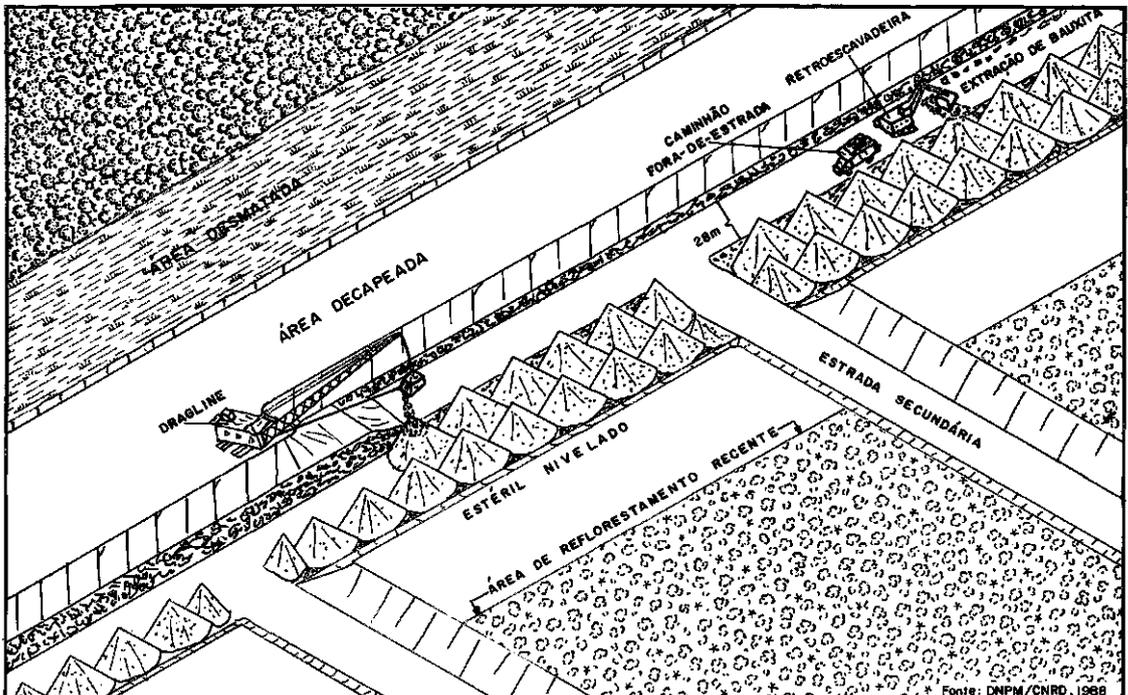
Escala: 1:25.000

Des. Aníbal S.C. Neto



FOTO 1: Faixas de mineração (*strip mining*) na mina Saracá, observando-se, no primeiro plano, pá carregadeira colocando o minério no caminhão fora-de-estrada. Ao fundo, a dragline fazendo a extração na fase de retirada do estéril (outubro 1987).

FIGURA 5
MÉTODO DE LAVRA NA MRN



gambas têm capacidade de 17 j³ e área de lançamento de 53 m. Dadas as dimensões desse equipamento e as características do perfil do platô mineralizado, as *draglines* não são utilizadas nas bordas do platô, pois a espessura do estéril aí é menor. Nestas áreas periféricas o decapeamento é feito com *motoscraper* que é um equipamento menor do que a *dragline*, possuindo um alcance de até 4 m.

São empregados quatro *motoscrapers* Terex S24, com capacidade de 23 m³, produtividade de 150 m³/h encarregados de remover a laterita e a bauxita nodular. Há um trator de esteiras D8-K que auxilia na remoção e deposição do estéril nas áreas já lavradas ou nas bordas do platô.

A laterita é retirada também com a utilização de pá carregadeira ou de caminhão, conforme a distância do transporte, disponibilidade do equipamento e necessidade de revestimento das estradas.

Para a retirada da bauxita, exposta após o decapeamento, faz-se necessário perfurá-la e desmontá-la.

O minério exposto é quebrado até uma profundidade de 2 m. São feitos furos de 6", seguindo uma malha de 2 x 3 m, utilizan-

do-se perfuratrizes do tipo Auger Drill, montadas sobre caminhão Mercedes-Benz, modelo 2213.

Nos furos colocam-se explosivos compostos de nitrato de amônia misturado a óleo queimado (anfo). O percentual em peso de óleo, varia em relação ao nitrato. Nos furos em que se constata a ausência de explosivos, é utilizada a lama explosiva encartuchada.

A bauxita compacta é escavada de duas formas: no primeiro caso são utilizados três retroescavadeiras hidráulicas Liebherr 991 com capacidade de 12 j³, movidas a energia elétrica. Este equipamento opera no topo da camada, carregando os caminhões fora-de-estrada, posicionados no mesmo nível das máquinas. A grande vantagem desse sistema é a eficiência da seletividade na extração do minério, sobretudo no contato com a argila variegada do piso e o bom escoamento superficial nas frentes de escavação, o que permite que a extração seja feita no período chuvoso (dezembro a maio).

O segundo sistema caracteriza-se pela combinação da operação de um trator de esteira dotado de *ripper* que escarifica e empilha o material. O empilhamento da bauxita é feito com pás carregadeiras, Carterpillar

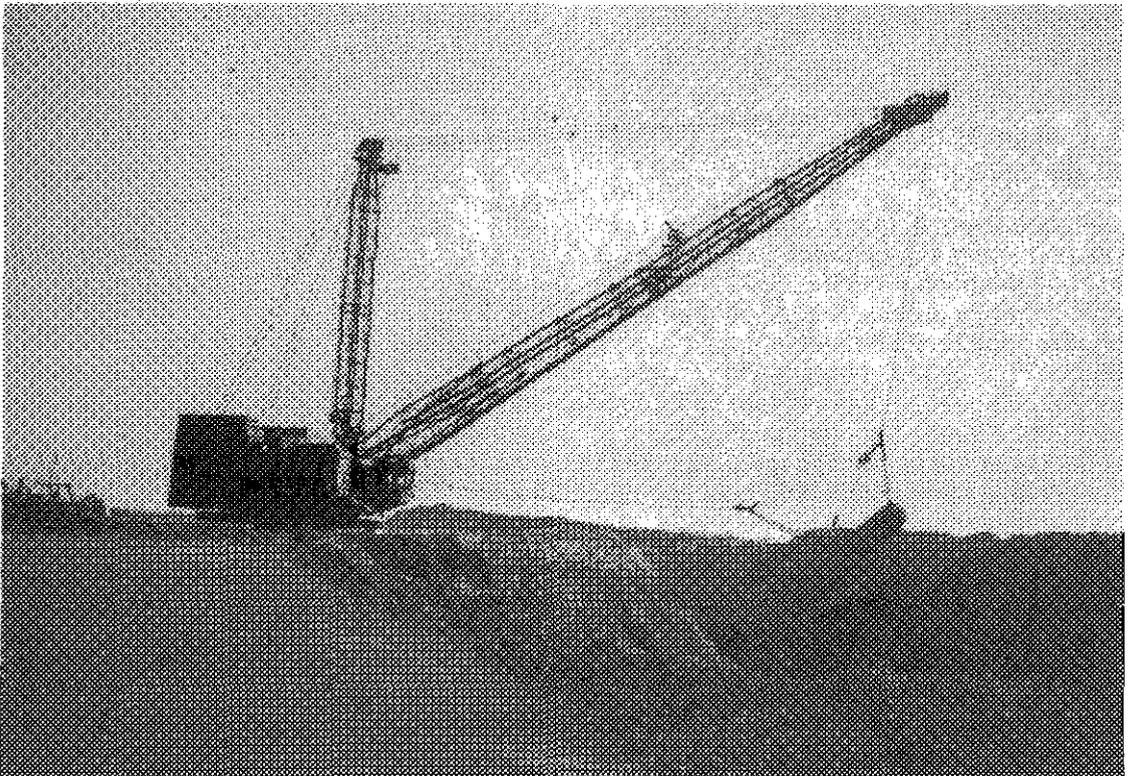


FOTO 2: Detalhe da *dragline*, gigantesco equipamento, fazendo a extração, utilizando sua lança de 52m de comprimento e uma caçamba de 17 j³ (outubro 1987).

988B, equipadas com caçambas de 7 j³, que fazem o carregamento dos caminhões. Todo o equipamento trabalha assentado sobre o piso do minério. Ao contrário das retroescavadeiras, este sistema apresenta pouca seletividade no contato entre a argila variegada e o minério. Em função de tal desvantagem, as áreas decapeadas pelos *motoscrapers* são as mais adequadas para este equipamento, sendo sua utilização bastante limitada na época das chuvas, principalmente no interior do platô. Contudo, destacam-se quanto à flexibilidade na lavra e no controle de qualidade.

Em termos percentuais, as pás carregadeiras lavram aproximadamente 12% do minério, ficando os 88% restantes por conta das retroescavadeiras hidráulicas.

Como medida de segurança contra a erosão dos rebordos do platô, ocorrida em Saracá IV, a empresa vem deixando sem minerar, desde 87, uma faixa de 5 m na periferia do platô. Deste modo, a própria bauxita forma uma mureta protetora que mantém a vegetação original, evitando assim o processo erosivo.

O trabalho na mina é ininterrupto (24 h), sendo 7 dias por semana no verão e 6 dias no inverno. A mão-de-obra, em torno de 600 trabalhadores, se reveza em três turnos de 8 horas.

Transporte do Minério Bruto para Planta de Lavagem

Para o transporte do minério até o britador primário, a empresa conta com uma frota de 16 caminhões, sendo 13 de 30 t e 3 de 50 t. Além desses, a Mendes Júnior alugou, em setembro de 89, 14 caminhões de 30 e 50 t. Segundo informações da empresa, em outubro de 89, estava prevista a renovação da frota de 50 t para 60 t.

A estrada de acesso da mina até o britador primário dispõe de uma via principal, com 30 m de largura e vias alimentadoras com 25 m, formando uma malha transversal à orientação das faixas de operação.

Como já foi dito, as estradas são cobertas por laterita e duas vezes ao dia recebem aspersão de água, para controlar a emissão de poeira.

A distância entre a mina e o antigo britador primário era de aproximadamente 4,5 km. Atualmente, com a relocação da planta de lavagem do porto para a mina, o britador pri-

mário deve acompanhar sempre o avanço da extração, localizando-se no limite da lavra. Para efeito de otimização dos custos, a distância percorrida pelos caminhões que transportam o minério não deve ultrapassar 2 km.

Beneficiamento

As fases do beneficiamento obedecem à seguinte seqüência: britagem, lavagem, classificação, secagem, estocagem e carregamento (Figura 6).

Fluxograma Simplificado do Beneficiamento

Os caminhões fora-de-estrada conduzem o minério até o britador, atualmente localizado no limite da lavra no platô Saracá, junto à mina, numa cota de 100 m acima do tabuleiro.

O minério é descarregado em uma moega que tem 5 m³ de capacidade e, em seguida, vai para um alimentador classificador de barras elípticas, com capacidade de 1 190 t/h e 30 HP de potência. O alimentador classificador separa o minério de granulometria inferior a 8 cm e alimenta um britador, tipo martelo, com capacidade de 476 t/h e potência de 700 HP. Este equipamento faz parte do mesmo conjunto citado anteriormente e seu objetivo é reduzir o material a 8 cm.

O minério que estiver abaixo dessa granulometria (8 cm) vai direto para a correia transportadora, juntando-se ao material triturado pelo britador.

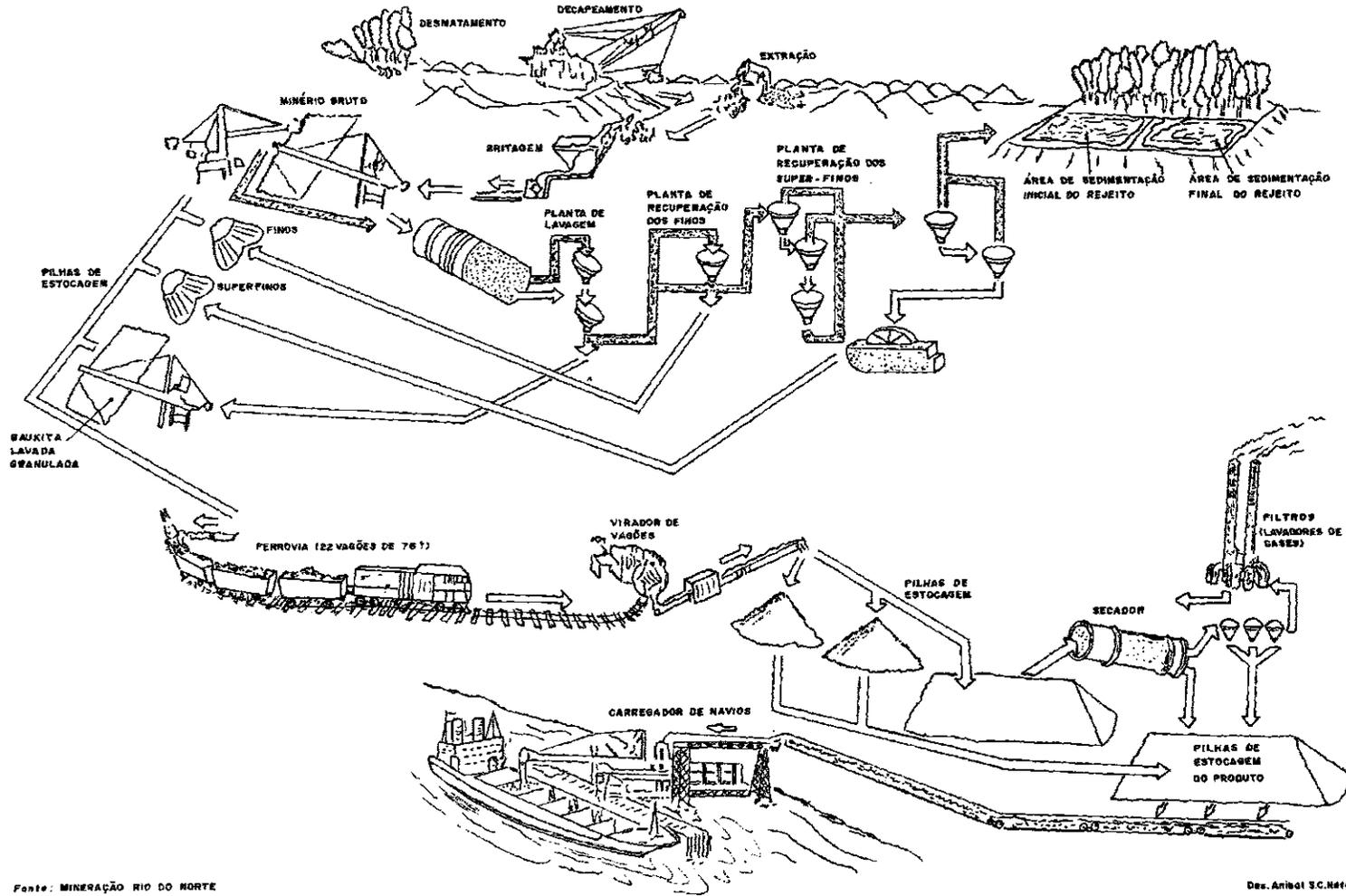
No percurso entre o britador e a lavagem, há um pátio de estocagem, onde, com auxílio de uma roda de caçamba, o minério pode ser retirado ou colocado na correia transportadora, conforme a necessidade da produção.

Lavagem

A alimentação do sistema de lavagem ocorre a uma taxa média de 1 350 t/h, que é controlada pela velocidade do alimentador de placas.

O minério chega, nessa fase, com umidade média de 15% e recebe uma adição de água, diluindo-o para uma concentração entre 60 e 70% de sólidos. A polpa do minério é distribuída por um divisor de fluxo em três peneiras rotativas, para escrubagem, classificação e lavagem, simultaneamente. Cada peneira tem 11 m de comprimento, 3 m de diâmetro externo, inclinação de 5° e gira a 16 rpm.

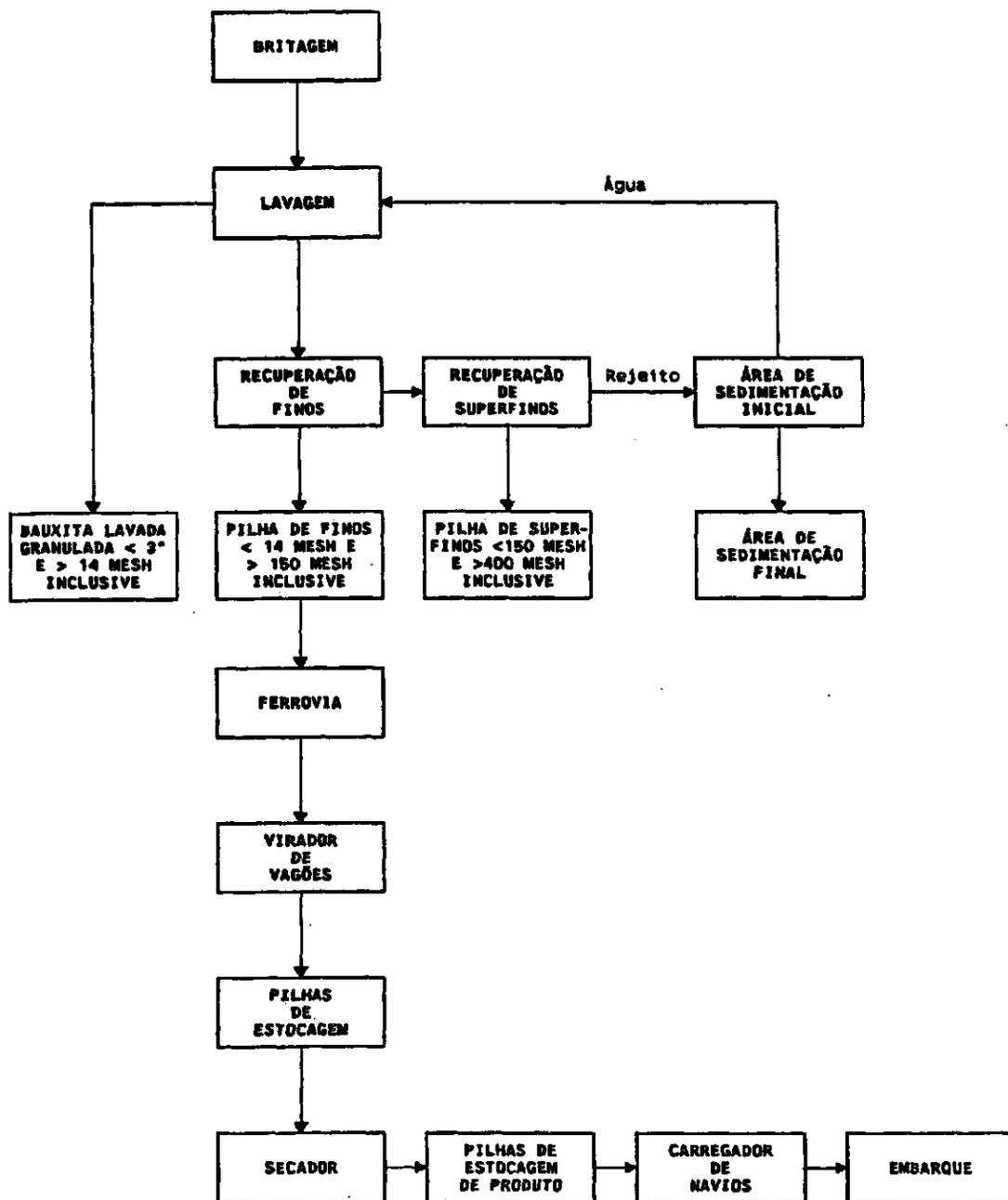
FIGURA 6
FLUXOGRAMA DO PROCESSO



Fonte: MINERAÇÃO RIO DO NORTE

Des. Aníbal S.C. Neto

FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO



Os primeiros 5 m das peneiras rotativas têm aletas revolvedoras e direcionais, que provocam o atrito do material durante sua passagem. A outra metade da metade da peneira faz a classificação e a lavagem, funcionando como um *trommel*. Esta segunda parte possui duas malhas: a interna é feita de chapas calandradas, com furos circulares de 1"; a externa de telas quadradas com abertura de 1/4".

Para facilitar a desagregação da argila, durante a passagem pela peneira, o minério é submetido à ação de jatos de água sob alta pressão (4 kg/m²).

As frações provenientes destas peneiras alimentam três peneiras vibratórias de dois decks, sendo o superior de 1" e o inferior, de 1/4". Estas peneiras funcionam como desaguadoras, pois o excesso de água proveniente das peneiras rotativas é eliminado, tendo, ainda, como função relavar a fração abaixo de 1" e acima de 1/4", que por ficar entre as telas da peneira rotativa não sofre lavagem muito eficiente.

A polpa do minério abaixo de 1/4", proveniente das peneiras rotativas e das peneiras desaguadoras, é distribuída para nove peneiras vibratórias de dois decks, sendo a superior de 8 mesh¹ e a inferior, de 14 mesh. Estas peneiras servem para desagregar mais a argila e classificar o minério, pois são equipadas com chuveiros de água em forma de leque, com pressão de 5 kg/m².

Recuperação dos Finos

A polpa do minério com granulometria inferior a 14 μ , proveniente da lavagem, bombeia-se para um tanque de onde é tomada para a alimentação de uma bateria composta por seis ciclones de 26".

Direciona-se o *underflow* da ciclonagem para outro tanque onde recebe adição de água, a fim de diluir a polpa para 30% em peso, facilitando, assim, seu bombeamento para os ciclones secundários.

Conduz-se o *underflow* da ciclonagem secundária a dois filtros horizontais de 16 m², onde é feito o desaguamento final do passante.

¹ 400 mesh = 1 polegada.

A fração maior de 1/4", proveniente das peneiras desaguadoras, e a maior do que 14 mesh das peneiras vibratórias juntam-se num mesmo sistema de correias transportadoras, formando um único produto que pode ser conduzido diretamente para a pilha de estocagem de minério lavado, constituindo o produto grosso úmido, ou para a secagem, originando o produto seco. A polpa do minério com granulometria inferior a 14 mesh vinda das peneiras vibratórias, é transferida até as instalações de recuperação de finos, por bombeamento.

Cerca de 12% do produto, que fica retido nos filtros, compõe-se do fino, recuperado com granulometria entre 14 mesh e 150 mesh. É estocado em pilha ou misturado ao produto dos secadores, no "bauxitão", instalação coberta.

O *overflow* da ciclonagem secundária, juntamente com o material passante dos filtros horizontais, constitui rejeitos, sendo então conduzidos para a bacia de deposição de rejeitos.

Recuperação dos Superfinos

O *overflow* da ciclonagem primária das instalações de recuperação do fino constitui o sistema de alimentação que visa à recuperação de superfinos, com granulometria entre 150 e 400 mesh, possível graças ao desenvolvimento da planta de superfinos, a partir de 1985, evitando-se que este material fosse descartado como rejeito para o lago Batata.

A polpa proveniente dos ciclones primários da recuperação dos finos bombeia-se para um tanque, onde é retomada para a alimentação de uma bateria de ciclonagem primária composta por sete ciclones e para um tanque em que ocorre a diluição da polpa com adição de água. A partir deste tanque, já diluída, a lama é bombeada para a ciclonagem secundária composta de sete ciclones de 4". O *underflow* da ciclonagem secundária alimenta um filtro vertical com quatro discos de 6 pés de diâmetro, onde ocorre o desaguamento final. O produto desse filtro é, então, estocado em pilhas. Todavia, o *overflow* dos ciclones primários junta-se ao dos secundários e ao líquido filtrado, constituindo uma parte do rejeito, que é encaminhado, através de bomba, para o tanque de decantação, construído ao lado da lavagem, junto à mina.

O aproveitamento do superfino em escala industrial representa um acréscimo de 7% na recuperação do minério.

Transporte da Bauxita Úmida

O minério lavado na planta junto à mina é conduzido por uma esteira regenerativa, de 4 km de extensão, para o antigo local do britador primário. Em meados de 89, este equipamento foi adaptado, passando a funcionar apenas como coletor do minério, transferindo-o, em seguida, para nova correia regenerativa, com 1 km de comprimento. Ela pode conduzi-lo para a estação de

carregamento de vagões ou para a pilha de estocagem intermediária, próxima à estação de carregamento.

Vale lembrar que, em todas as fases do processo, é possível fazer estoque do minério, para garantir a estabilidade da produção.

Para o transporte do minério lavado, da base do platô, onde se localiza o pátio de carregamento, até o porto, às margens do Rio Trombetas, utiliza-se uma frota de 90 vagões e cinco locomotivas diesel GM 12 de 1 300 HP. Deste modo, cada composição é formada por uma locomotiva e 22 vagões, perfazendo um total de 1 900 t para cada uma.

O carregamento dos vagões é feito em uma hora, o percurso, em aproximadamente 1 h e 15 min e o descarregamento gasta de 1 h e 20 min a 1 h e 30 min.

Ao chegarem ao porto, os vagões são descarregados pelo equipamento Kardin, que é um virador de vagões com capacidade para descarregar 2 800 t/h. O Kardin lança o minério em moega dotada de um alimentador de placas que retira minério descarregado, lançando-o nas correias transportadoras, com destino à secagem ou ao estoque.

Para o funcionamento do Kardin, quase totalmente automatizado, são necessários apenas dois trabalhadores: um operando o virador e o outro auxiliando na limpeza do silo que alimenta a moega.

Secagem e Estocagem

O minério lavado e classificado, com granulometria maior que 14 mesh, alimenta diretamente os secadores, podendo também ser estocado em pilha para ser reutilizado na alimentação da secagem ou, ainda, constituindo um produto identificado como "grosso úmido", comercializado nesta forma.

Na fase da secagem, são usados dois secadores rotativos, com as seguintes especificações: 27 m de comprimento, 4 m de diâmetro, com giro de 4,4 rpm. Internamente são revestidos de aletas revolventes que causam regime de cascata no minério durante a sua permanência na câmara, favorecendo a troca de calor com os gases e a eliminação rápida de água da superfície do material.

A umidade da bauxita é reduzida de 12% para 3,5%, em média. O secador principal trabalha com cavaco em leito fluidizado, consumindo de 11 a 12 t de cavaco por hora. No leito fluidizado usam-se 75% de bauxita e 25% de areia.

A bauxita sai a uma temperatura de 80°C, não podendo ser aquecida a mais de 100°C pois, se isto ocorrer, o óxido de alumínio - gibbsite - desidrata-se, perdendo parte da alumina que gera o alumínio. Neste sentido, a bauxita no Trombetas, por ser trihidratada, é mais econômica. Caso fosse composta por boemita, seria mais difícil de ser transformada em alumínio, pois, nesse caso, apresentaria, em sua composição, menor teor de água, necessitando ser aquecida a uma temperatura mais alta.

Abaixo do leito fluidizado há um coletor de ar atmosférico responsável pelo funcionamento do processo, representando uma economia aproximada de 16 000 t/ano de óleo diesel, conforme *Minérios*, 1984. O outro secador utiliza como combustível o óleo BPF, com um consumo de 50 kg/min. Este secador é utilizado somente em caso de demanda excessiva, como, por exemplo, quando há muitos navios aguardando no porto.

Os gases eliminados dos secadores passam por um conjunto de multiciclones para recuperação da fração fina arrastada pela corrente gasosa. Uma vez recuperada, a fração fina é transportada através de correias para ser estocada no "bauxitão". Este depósito dispõe de capacidade para armazenar entre 150 000 e 180 000 t, o que corresponde a nove ou dez dias de produção. A outra parte dos gases vai para o lavador, com 98% de eficiência. Este lavador de gases compõe o sistema de exaustão, instalado com equipamento antipoluição.

No caso do produto seco, do bauxitão, o minério é retomado por alimentadores vibratórios e descarregado numa correia transportadora coberta, indo em direção ao carregador de navios, do tipo lança linear deslizante (*ship-loader*), com capacidade para embarcar 6 000 t/h e movimento em todas as direções.

O principal objetivo da secagem é reduzir maximamente a umidade, para evitar o congelamento do minério.

Para o escoamento das pilhas de fino e superfino que ficam no pátio de estocagem, com 400 000 t de capacidade (produto úmido), há um sistema de correias que conduzem esses produtos até o *ship-loader*.

Antes de o minério ser embarcado, a cada 1 000 m é feito um controle de qualidade no material das esteiras, na torre de amostragem.

No total do beneficiamento são empregadas 610 pessoas que trabalham seis dias e

folgam dois, divididos em quatro turnos de oito horas. A mão-de-obra compreende vários níveis: técnico, supervisor, operador especializado e ajudante de operador.

Embarque

O minério é embarcado em navios graneleiros com a capacidade máxima de 60 000 t, suas dimensões podem alcançar até 245 m de comprimento, 40 m de boca e cerca de 11,27 m de calado, já que a profundidade do porto oscila entre 13 m (outubro) e 22 m (maio).

Mensalmente são embarcados, em média, 14 navios. Em 89, o total de embarques realizados atingiu 168 navios.

RELAÇÕES DE PRODUÇÃO

Regime de Apropriação

A Criação da Mineração Rio do Norte

Em 1963/69, a empresa canadense Alcan, valendo-se de fotografias aéreas, identificou inúmeros platôs na margem direita do rio Trombetas, no Município de Oriximiná, culminado com a localização do mais importante deles, o de Saracá, a 30 km do referido rio. O total da reserva foi estimado em 600 milhões de toneladas.

No final da década de 60, cerca de 70 mil hectares já estavam cobertos por alvarás de pesquisa, com prioridade absoluta. Os estudos preliminares confirmaram a qualidade do minério e a viabilidade da instalação de um porto no rio Trombetas, além da construção da estrada de ferro, ligando o porto à jazida.

O projeto foi iniciado pela Alcan em 1971, tendo sido interrompido nove meses depois, em razão da retratação do mercado mundial de alumínio.

Em 1972, estimulado pela descoberta das grandes reservas de bauxita na Amazônia, o Governo Federal decidiu participar da indústria, até então de controle privado. Foi assinado, então, um protocolo de entendimento entre a Alcan e a Companhia Vale do Rio Doce - CVRD -, para um estudo de viabilidade conjunto. Como condição básica previu-se uma participação nacional mínima

de 51%, sendo que a mínima da CVRD seria de 21% e a da Alcan, de 19%.

Para que os insumos essenciais - bauxita e energia elétrica - pudessem ser fornecidos às empresas produtoras de alumínio a preços competitivos, a MRN achou necessária a captação de recursos financeiros fora do País.

Objetivando a implantação do projeto bauxita de Trombetas, em 1973 foram contatadas várias companhias nacionais e estrangeiras para participação em consórcio multinacional de mineração e exportação de bauxita.

Finalmente, no ano seguinte, com a entrada da CVRD foi possível aumentar a dimensão do projeto, inicialmente programado em 1 milhão de toneladas anuais (MTPA) para 3,3 (MTPA), o que coincidiu com o aumento do preço do minério, tornando o projeto exequível.

Até acordo firmado entre os acionistas, constituiu-se a Mineração Rio do Norte - MRN -, originalmente composta por duas empresas nacionais e sete estrangeiras. As brasileiras teriam 56% do capital e as estrangeiras, 44%.

A SUDAM declara, na época, que este projeto era interessante para o desenvolvimento sócio-econômico da Amazônia e concede à empresa isenção do Imposto de Renda por 10 anos.

Atualmente, sete empresas acionistas compõem a Mineração Rio do Norte, todas ligadas à indústria do alumínio, sendo mantida a divisão percentual do capital entre as nacionais e as estrangeiras.

Trata-se, portanto, de uma empresa transnacional e sua área de concessão de lavra se estende por 57 961 ha.

Apesar de 56% das ações da MRN pertencerem a empresas brasileiras (Vale do Rio Doce e Companhia Brasileira de Alumínio), o poder decisório de fato foi prejudicado pelos mecanismos legais existentes nas cláusulas dos acordos firmados entre o governo brasileiro e as empresas estrangeiras. Alguns exemplos podem ser citados:

- qualquer decisão relativa a um aumento na produção (então) prevista só pode ser tomada com a aprovação de mais de 75% do capital votante;

- as alterações nos preços de referência do minério também têm de ser aprovadas por mais de 75% do capital votante;

- são necessários 90% dos votos societários para a aprovação de aumentos de capital; e

COMPOSIÇÃO ACIONÁRIA DA MRN

EMPRESA	NACIONALIDADE	PARTICIPAÇÃO	FINALIDADE
Companhia Vale do Rio Doce	Brasileira	46%	Repassar
Alcan Empreendimentos Ltda	Canadense	24%	Consumir
Cia. Brasileira de Alumínio	Brasileira	10%	Repassar
Billiton B. V.	Holandesa	5%	Repassar
Billiton Metais S.A.	Holandesa	5%	Repassar
Norsky Hidro Com. e Indústria	Norueguesa	5%	Repassar
Reynolds Alum. do Brasil Ltda.	Americana	5%	Consumir

- a CVRD, na época, não teria direito a consumir ou comercializar o minério produzido ou comercializá-lo com o exterior.

Este último item foi alterado, e atualmente à CVRD concede-se uma cota livre de bauxita.

Diante da perda de autonomia das acionistas nacionais, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES -, então responsável pelo financiamento, fez pressão. Apesar das modificações introduzidas, a essência das cláusulas não sofreu alteração significativa, o que provocou a recusa do BNDES em participar do projeto. Com isso, a CVRD foi captar recursos no Exterior, aumentando sua dívida externa.

Conclui-se, portanto, que a MRN é uma empresa transnacional submetida a controle estrangeiro, controle este que se efetiva como um resultado da composição do mercado mundial de alumínio, como será visto no item referente à comercialização de bauxita.

Custos do Projeto e Desempenho da Empresa

Para a implantação total do projeto, foram gastos aproximadamente US\$ 430 milhões, sendo que, somente para a lavra e o beneficiamento, foram necessários investimentos superiores a US\$ 300 milhões. As obras ficaram a cargo da construtora Andrade Gutierrez.

A produção teve início em 1979 e, até 1983, durante a amortização, a empresa operou no vermelho. A partir de então, começou a obter lucro, cuja soma, em 1988, atingiu US\$ 285,7 milhões, sendo US\$ 41,3 milhões

registrados em 1987 e US\$ 57,8 milhões, em 1988. No mesmo ano, 72% do total de 8 083 toneladas de bauxita nacional foram produzidos pela MRN. Vale observar que houve um decréscimo, na produção nacional de 7,6%, em relação ao ano de 87, sobretudo devido à queda na produção da MRN, por conta das obras de transferência da lavagem, do porto para a mina. Apesar da diminuição, a empresa produziu 5 922 890 toneladas de minério, com um teor médio anual, da bauxita embarcada, de 49,56% de alumina aproveitável e 3,06% de sílica reativa.

Ainda em 1988, as operações superaram os efeitos inflacionários, havendo um aumento expressivo de lucro relativamente ao ano anterior, além do aumento de 29% quanto ao total de toneladas vendidas em 87.

Segundo os relatórios anuais publicados pela empresa, a evolução do faturamento tem se mantido constante nos últimos anos, alcançando US\$ 126 milhões em 1987, US\$ 170 milhões em 1988, devendo atingir US\$ 190 milhões em 1989. As estimativas de lucro líquido para o mesmo ano eram da ordem de US\$ 37 milhões.

Para garantir a produtividade, a MRN realiza constantes obras, como o remodelamento da ferrovia e a própria transferência da planta de lavagem, o que possibilitará o transporte ferroviário apenas do minério beneficiado, cessando também a descarga de rejeitos no lago Batata. Estas modificações foram orçadas em US\$ 90 milhões, para o ano de 1989, devendo haver, em 1990, uma dotação de US\$ 30 milhões para outras medidas de otimização da produção.

Regime de Trabalho

Conforme observações já referidas no Capítulo Desenvolvimento das Forças Produtivas, o regime assalariado celetista vigora nas lavras mecanizadas, sendo que, no caso da MRN, além do salário, os funcionários recebem diversos benefícios. Com isto, conseguiu-se reduzir a rotatividade de 20% para menos de 10%.

As obras de transferência da lavagem ocupavam, em 1988, cerca de 3 754 trabalhadores, direta ou indiretamente envolvidos na mineração da bauxita. A folha de pagamento, incluindo os encargos sociais, somou Cz\$ 6,0 bilhões. Percebe-se, portanto, que a massa de salários e encargos é irrisória, em comparação com outros gastos indispensáveis à produção.

A empresa estimula o aperfeiçoamento de seu quadro de pessoal, tendo investido, somente em 1988, cerca de Cz\$ 40 milhões em treinamento.

Lembre-se que projetos dessa monta necessitam recorrer a empreiteiras, principalmente em fases específicas, como, por exemplo, no caso da MRN, nas obras de transferência da lavagem. Em 1989, havia 30 empreiteiras atuando em Porto Trombetas, com um efetivo aproximado de 2 000 trabalhadores. A maioria desses trabalhadores originava-se dos municípios próximos, sendo mão-de-obra sem qualificação. Apesar de ganharem relativamente mais do que com atividades que exerciam anteriormente, recebem salários mais baixos que os da empresa, não desfrutando dos mesmos benefícios oferecidos aos empregados da Mineração Rio do Norte.

Sistema de Comercialização

O Controle da Comercialização da Bauxita

Como observa Dantas (1981), o consumo mundial de alumínio concentrou-se, até a década passada, nos países do Primeiro Mundo. Segundo estudos da Commodities Research Unit - CRU -, firma internacional de consultoria e planejamento, especializada em matérias-primas, a demanda mundial de alumínio deve subir de 15 milhões para cerca de 25 milhões de toneladas em 1990, apontando um aumento de 70% no período 78-90. Este aumento mostra-se proporcionalmente mais rápido nos países em desenvol-

vimento, embora sua participação no consumo mundial ainda não tenha peso significativo.

Para satisfazer a essa demanda, que, até a década passada, ocorria nos países desenvolvidos, a produção mundial concentrou-se, conseqüentemente, na América do Norte (EUA e Canadá) e na Europa Ocidental. Com a entrada do Japão no setor, esses países capitalistas industrializados sofreram uma baixa, em sua participação na produção mundial de alumínio metálico, de 89%, em 1970, para 70%, no final da década.

Contudo, tal perda de posição relativa na produção mundial de alumínio não foi suficiente para abalar as grandes indústrias do setor, conhecidas mundialmente como as Seis Irmãs: ALCAN, ALCOA, REYNOLDS, KAISER, PÉCHINEY e ALUSUISSE.

Estas empresas possuem imenso poder de penetração, através de "ramificações" ou associações com empresas privadas e estatais, o que, na prática, equivale à ampliação de seus domínios, sobretudo nos países em desenvolvimento. Com isso, há um reforço na mudança do pólo produtor de bauxita do Primeiro para o Terceiro Mundo. As multinacionais, além de desfrutarem das vantagens da energia hidrelétrica abundante e subsidiada, podem também controlar o fluxo internacional do minério, influenciando diretamente na fixação de seus preços.

A eficiente presença das Seis Irmãs, compondo verdadeiro cartel, controla os preços e os fluxos comerciais de bauxita e alumina e, conseqüentemente, a produção de alumínio.

Os maiores obstáculos à expansão do cartel são os altos custos com energia, os encargos com controle de poluição e mão-de-obra. Ora, com suas poderosas "ramificações", as Seis Irmãs podem facilmente deslocar seus interesses para os países periféricos, como estão fazendo no Brasil, já que a Amazônia possui recursos energéticos a preços reduzidos - hidreletricidade subsidiada -, descaso do Estado e das comunidades com as questões ambientais e, ainda, mão-de-obra barata.

Há, pois, crescente interesse por parte de grandes grupos multinacionais em instalar suas usinas de redução de alumínio no Território Nacional, ocupando, assim, posição estratégica, definida principalmente pelas excelentes condições das jazidas existentes na Amazônia Brasileira.

O Brasil, detentor da terceira reserva mundial de bauxita (2 321 bilhões de toneladas), superado apenas pela Guiné (5 900 bilhões

de toneladas) e pela Austrália (4 600 bilhões de toneladas), dispondo de energia hidrelétrica e mão-de-obra e caracterizando-se por uma certa "tolerância" da sociedade, como um todo, quanto às agressões ambientais, reúne as condições fundamentais não só para a exploração do minério mas, também, para a produção de alumínio.

TABELA 2
OFERTA MUNDIAL DE ALUMÍNIO - 1988

PAÍSES	RESERVAS (1)		PRODUÇÃO (2)	
	(106 t)	%	(102 t)	%
Guiné.....	5 900	25,9	13 500	15,1
Austrália.....	4 600	20,2	34 000	38,8
Brasil.....	2 321	10,2	8 083	9,0
Jamaica.....	2 000	8,7	7 600	8,5
Índia.....	1 200	5,2	2 800	3,1
Guiana.....	900	3,9	2 350	2,6
Venezuela.....	800	3,5	350	0,4
Grécia.....	650	2,8	2 600	2,9
Suriname.....	600	2,6	2 000	2,2
Iugoslávia.....	400	1,7	3 400	3,8
Hungria.....	300	1,3	3 100	3,5
União Soviética.....	300	1,3	4 600	5,1
Outros.....	2 900	12,7	4 500	5,0
Total.....	22 871	100,0	89 683	100,0

FONTE - Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, 1989.

(1) Reserva base-medida e indicada. (2) Estimativa.

O interesse pela produção de alumínio, no Brasil, teve início em 1951, quando a Elquisa, fábrica ligada ao Grupo Pignatari, foi vendida à Alcan.

Somente em 1955, a Companhia Brasileira de Alumínio - CBA -, do Grupo Votorantim, entrou em operação. Vale dizer que a CBA não está associada a nenhuma das Seis Irmãs. Sua autonomia foi possível graças à compra de tecnologia Péchiney e as negociações informais, na divisão do mercado interno brasileiro, com a Alcan e a Alcoa, tendo esta última iniciado sua produção no Brasil em 1970.

Os três grupos passaram então a produzir alumínio primário no País, de forma verticalizada, mantendo, entre si, certo equilíbrio na divisão do mercado interno brasileiro: a Alcan e a CBA mais voltadas para os produtos finais de alumínio e a Alcoa, produzindo alumínio metálico.

A produção de alumínio no norte do País só foi possível em 1975, a partir da decisão do Governo Federal de promover a construção da Usina de Tucuruí. Podendo contar com este insumo, a Alcoa, detentora de direitos de mineração na área do Trombetas, decidiu, em 1980, instalar na região norte uma outra indústria integrada, a exemplo da existente em Poços de Caldas, desde o final da década de 60.

Já o projeto Alumar, localizado em São Luís, surgiu a partir da associação da Alcoa com o Grupo Shell. Sua produção de alumínio teve início em 1984, utilizando a bauxita do Trombetas, isto é, da MRN. Em novembro do mesmo ano, utilizando a energia da CHESF (Tucuruí ainda não estava em funcionamento), passou a produzir alumínio primário, com o compromisso de exportar 50% da produção, pelo menos.

Em 85, a produção de alumínio passou a contar com mais um complexo industrial - Albrás-Alunorte, localizado a 30 km ao sul de Belém, no Município de Barcarena. Dele participam a Nippon Amazon Aluminium Co. Ltd. - NALCO - e a Companhia Vale do Rio Doce S.A. (através da Vale-Norte), pelo lado brasileiro.

A Alunorte produz alumina, prioritariamente para as fábricas de alumínio das quais participa a CVRD. Já o alumínio da Albrás destina-se ao mercado externo, sendo que a NALCO exporta 49% da sua produção para o Japão; ficando os restantes 51% com a CVRD, também vendidos ao Exterior.

É interessante insistir, que a conclusão sobre a viabilidade desses projetos baseia-se na garantia de energia subsidiada, a ser fornecida pela Eletronorte, que de acordo com a Portaria n.º 1 645, de 13/08/79, do Ministério das Minas e Energia, concedeu redução de 15% nas tarifas, assegurou ao investidor que, durante 20 anos, o dispêndio com energia elétrica para a redução do alumínio seria mantido abaixo de 20% do preço do produto no mercado internacional e, finalmente, possibilitou a introdução de cláusulas que permitiram reduções tarifárias adicionais, por prazos determinados, condicionadas por fórmulas que vincularam o preço da energia aos preços do alumínio no mercado mundial.

Comercialização da Bauxita de Porto Trombetas

Segundo relatório da MRN, em 1989 foram embarcadas 6 388 782 t de bauxita, assim distribuídas: 31% para o mercado interno, 25% para a Venezuela, 22% para os Estados

Unidos, 21% para o Canadá e 1% para a França.

Devido à demanda da Alumar e da CBA, no período 87/89 houve um aumento de 17% nas vendas para o mercado interno.

Os dados citados acima demonstram que a produção está voltada principalmente para atender aos sócios da empresa (CVRD, Alcan, CBA, Billiton B. V., Billiton Metais S.A. Nordy Hidro e Reynolds). A distribuição das quantidades e a fixação de prazos e preços são balizadas por dispositivos contratuais, que serão vistos a seguir.

Em 1977, por ocasião da criação da MRN, firmou-se um contrato de 20 anos entre os sócios, com base na produção anual de minério, da ordem de 3,5 milhões de toneladas, garantindo-se a cada um a produção proporcional à respectiva participação acionária. Uma vez atingida tal quantidade, a MRN aumentou sua capacidade e passou a produzir cada vez mais, até chegar aos atuais 8 milhões de toneladas. Com isto, ao longo do tempo foram sendo produzidas toneladas adicionais ou *surplus*, não sujeitas às regras estabelecidas no contrato inicial.

Para a colocação desse *surplus* no mercado, criou-se um segundo contrato, através da CVRD, para o fornecimento de bauxita à Alumar, no total de 1,2 milhão de toneladas. A partir de então, os 3,3 milhões de toneladas restantes passaram a ser oferecidos preferencialmente aos sócios, como reza o contrato. Assim, raramente a Mineração efetua vendas diretas, pois, mesmo que o sócio não utilize diretamente a bauxita ele a compra e repassa.

O preço é negociado periodicamente, tanto para as toneladas contratadas quanto para as adicionais, com regras distintas.

Para as toneladas contratadas, já houve ocasião em que o preço foi fixado por trimestre. Porém, não existe uma obrigatoriedade de se negociar preço por determinado período. Atualmente, o preço em vigor, fixado pelo período de dois anos, válido até o final de 1990, é de US\$ 28,50/t para a bauxita seca e de US\$ 24,40/t para a bauxita úmida.

Anualmente, são realizados encontros entre os compradores e o produtor, quando se atualizam as quantidades destinadas a cada um. A declaração de intenção é feita a primeiro de outubro e nela os interessados manifestam o que pretendem para o exercício seguinte. A programação, feita com base anual, é revista periodicamente.

A declaração de intenções também possui uma certa flexibilidade, tendo como referência as toneladas básicas contratadas. Sendo assim, ela não pode ser inferior a 8% e nem superior a 12% desta tonelagem básica. Tais limites impedem que haja um desequilíbrio entre oferta e procura, em função da possível retração ou do aquecimento do mercado. É comum haver cessão entre os sócios e, nesse caso, a MRN apenas recebe um comunicado para entregar ou faturar para um determinado acionista. Este procedimento é usual, já que as quantidades contratadas são mantidas.

No contrato de 77, baseado nos 3,5 milhões de toneladas, há cláusulas denominadas *take of pay* que estabelecem a obrigatoriedade do cumprimento daquilo que foi declarado. Ou seja, quando um sócio declara uma certa quantidade, mesmo que o mercado esteja em baixa, é obrigado a retirar, do contrário pagará multa. Do mesmo modo, se a Mineração não cumprir a oferta das toneladas acordadas, também será penalizada.

A fixação de preço para o *surplus* é feita em novo contrato, segundo as condições do mercado. Assim, pode ser igual, inferior ou superior ao das toneladas contratadas, variando conforme a relação oferta/demanda. Atualmente, por exemplo, caso a MRN dispusesse de toneladas adicionais, elas seriam cotadas acima de US\$ 28,50/t, pois o mercado está em alta.

Além das quantidades e do preço, a qualidade do minério é outro componente que influi na comercialização. Para seguir o padrão ideal de qualidade, a bauxita de Porto Trombetas deve conter 50% ou mais de alumina e, no máximo, 4% de sílica. O teor de umidade não pode ultrapassar 5%, no caso da bauxita seca, e 12%, no caso de úmida.

Qualquer alteração nestas características pode introduzir bônus ou *penalties* para a MRN. Há uma fórmula baseada em algoritmo, que é aplicada a cada um desses elementos, possibilitando o cálculo do prêmio ou da punição, conforme o caso. Estes valores também são reajustados ao longo do tempo.

A manutenção da qualidade do minério permite racionalizar os custos com frete e minimizar os gastos com os insumos na fase da produção de alumina, principalmente soda cáustica (necessária para a eliminação da sílica), garantindo-se, assim, a competitividade da bauxita produzida.

A existência dos bônus e dos penalties não onera o comprador, pois as sanções são estabelecidas para compensar as eventuais perdas e dividir os ganhos, funcionando no final do processo como um balanço bem ajustado, como é de se esperar numa empresa capitalista de grande porte, vinculada a grupos internacionais.

A QUESTÃO AMBIENTAL NO VALE DO TROMBETAS

O Assoreamento do Lago Batata

Características do Lago Batata e do Rejeito Nele Lançado

Na região do Baixo Trombetas, existem vários lagos formados a partir de inúmeros diques aluviais que, em certos casos, constituem barreiras entre as quais o rio corre paralelamente. O lago Batata apresenta esta mesma característica. Ocupa ele uma área de 2 513 ha, profundidade média de 3,5 m, na época da vazante, tendo no fundo uma camada fina de material orgânico em decomposição e lodo, que cobre a argila hidromórfica cinza.

A água do lago Batata conta com baixa disponibilidade de nutrientes e é de acidez natural das águas claras, com pH variando entre 5,00 e 5,90. Estes dois fatores contribuem para que ocorra vegetação aquática pobre, refletindo-se também na escassez de fauna aquática de maior porte, embora se encontrem o jacaré, tracajá e sucuri (répteis), o tucunaré, pacu, aracu e acará (peixes) e o boto (mamífero).

Em função das características da água, a região do Trombetas não é malarígena.

A ausência de fitoplâncton no lago, nas áreas afetadas pela deposição dos rejeitos, deve-se à coloração vermelha da água, que impede a penetração dos raios solares, o que provoca, conseqüentemente, a falta desse nutriente e a escassez de peixes.

Outro fator relacionado com o fraco povoamento de fauna é a predominância do vento noroeste na área, na época da vazante, responsável pela formação exclusivamente de correntes internas, ocorrendo dias seguidos de calmaria total.

Tal fato, aliado à temperatura, provoca a produção de fitoplâncton na superfície e concentração de gás sulfídrico (H_2S) no fundo, o que contribui para a migração da ictiofauna para as águas correntes dos igarapés e do rio. Na vazante, gramíneas diversas, especialmente o arroz-bravo (*Oryza spp.*), colonizam muitas praias de argila e silte da região. Com a enchente, essa vegetação transitória desaparece. Além disto, o material orgânico e a fauna aquática são removidos pelas águas do rio Trombetas que transbordam para o lago, retornando ao rio, através da boca do lago, a 18 km a jusante. O nível das águas, na variação sazonal, chega a 5 m, podendo excepcionalmente, em alguns anos, alcançar 8 m.

O rejeito origina-se da operação de lavagem do minério, realizada para eliminar a argila caulínica, gerando imensa quantidade de lama. De cada 100 t de material retirado da mina, 75% são aproveitados, e o restante (25%) são compostos de argila. Estes sofrem um processo de diluição em água até alcançar de 7 a 9% de sólidos, produzindo um lançamento de 2 500 m³/h de rejeito.

O volume mensal de rejeito descartado é aproximadamente de 1,5 milhão de toneladas. O material com granulometria menor que 400 mesh corresponde a 94,48%, acima de 400 mesh, a 3,70%, e maior que 150 mesh, a 1,82%.

É constituído basicamente de água (91%), sendo o restante compostos de alumina (argila - 4%), compostos de sílica (areia - 2%), óxido de ferro (2%) e óxido de titânio (1%).

Apesar do rejeito ser de coloração vermelha, não apresenta qualquer toxicidade, e é totalmente inerte em termos químicos.

Tal observação decorre da análise nutricional dos rejeitos realizada pela CPATU-EMBRAPA, Belém (Tabela 3).

Suas características físico-químicas favorecem uma veloz separação e decantação dos sólidos do sobrenadante de água quimicamente pura e clara. Estes sedimentos são totalmente cobertos no período da enchente, ficando à amostra na vazante os pontos que já obtiveram espessura final e estabilização.

Na lavagem, além disto, não é utilizado qualquer tipo de aditivo químico, sendo, portanto, um processo unicamente físico, com o uso de água limpa do rio Trombetas, até 1989, e em seguida de igarapé próximo à mina, nos primeiros anos, até a utilização da água aproveitada na própria lavagem.

TABELA 3
ANÁLISE NUTRICIONAL DOS REJETOS
DE LAVAGEM DA BAUXITA

PH - H ₂ O.....	5,3
pH - KCl.....	5,5
C.....	0,13
M.O.....	0,23
N.....	0,01
C/N.....	0,11
Ca (mE/100 g TFSA).....	0,11
(mE/100 g TFSA).....	0,05
Na (mE/100 g TFSA).....	0,00
K (mE/100 g TFSA).....	0,00
S (mE/100 g TFSA).....	0,17
H ⁺	0,98
Al ⁺⁺⁺	0,00
T.....	1,15
P ₂ O ₅	0,12
V%.....	14

FORNE - Mineração Rio do Norte - MRN -, 1989.

NOTA - Média de três amostras analisadas.

Conseqüências do Lançamento do Rejeito no Lago Batata e as Primeiras Medidas Tomadas para Minimizá-lo

Com o funcionamento da planta de beneficiamento, em 1979, a empresa começou a lançar os rejeitos no igarapé Caraná, que drena para o lago Batata. O local do primeiro esgotamento deu-se no cruzamento desse igarapé com a linha de transmissão. Durante quatro a cinco anos, foram lançados 1,2 milhão de toneladas anuais, provocando o assoreamento da respectiva área com uma camada de argila de cerca de 3 m de espessura.

Em 1981, optou-se pela deposição dos rejeitos no braço do lago Batata, logo a jusante, até que fosse encontrada a solução adequada. Para acompanhar o assoreamento deste braço raso e as conseqüências sobre a fauna aquática e a vegetação, a MRN implantou como rotina o monitoramento.

Diante do progressivo assoreamento do lago Batata, em 1983 foram construídas duas barragens, ambas de terra, com a fina-

lidade de evitar o carreamento de sólidos para o Trombetas, afastando-se, assim, a possibilidade de provocar turbamento do rio e a degradação de outras áreas de interesse ecológico e social.

A primeira barragem, com aproximadamente 250 m de comprimento, situa-se entre o ponto nordeste da ilha de Caraná e a restinga do rio Trombetas, ao norte.

A segunda, com cerca de 350 m, fecha o canal atrás da ilha do Vapor, desde sua margem noroeste até a terra firme.

As medidas adotadas não surtiram os efeitos desejados. Optou-se, então, em 1986, pela implantação de uma bateria de ciclones para a recuperação de finos e superfinos, na faixa de 14 a 400 mesh, reduzindo-se em 30% os rejeitos sólidos descartados para o lago. No final de 86, conforme cálculos da empresa, a área assoreada do lago correspondia a 210 ha (8,36), atingindo 311 ha (12,38%) em 1987 e 418 ha (16,63%), no final do ano seguinte.

Segundo dados estimados para 1989, a área assoreada do lago foi de 522 ha, o que representa 20,77% da área total, ficando 315 ha (12,53%) expostos durante a vazante anual (Figura 7 e Foto 4).



FOTO 3: Vista aérea de parte do lago Batata, em que aparece, ao fundo, o assoreamento resultante do processo anteriormente adotado pela MRN de lançamento do rejeito diretamente no lago (outubro 1987).



FOTO 4: Detalhe do assoreamento do lago Batata (setembro 1989).

A solução para a degradação do lago Batata, portanto, tendo em vista as características inertes do rejeito, vincula-se a uma alternativa racional, a de despejo, na expectativa de que, uma vez cessado o lançamento, haverá formação de fitoplânctons e, como ele, o retorno da fauna do lago.

As Novas Técnicas de Deposição do Rejeito, Junto à Mina

Para atender as exigências do DNPM (Diário Oficial da União, de 12/06/86, Ofício n.º 204 do 5.º Distrito), relativamente ao lago Batata, a MRN desenvolveu estudos conjuntamente com várias empresas de consultoria, como: Internacional de Engenharia S.A. - IESA -, Paulo Abib Engenharia S.A., Bechtel do Brasil Construções Ltda. e Bromwell & Carrier Inc. As pesquisas, que já estavam em andamento antes da publicação da exigência, culminaram com a escolha do método Bromwell, utilizado para a deposição de rejeitos em usinas de fosfato, na Flórida (EUA).

Este método consiste no confinamento do rejeito em tanques construídos na área da própria mina, onde sofrerá adensamento

gradativo, como será visto em seguida (Figura 8).

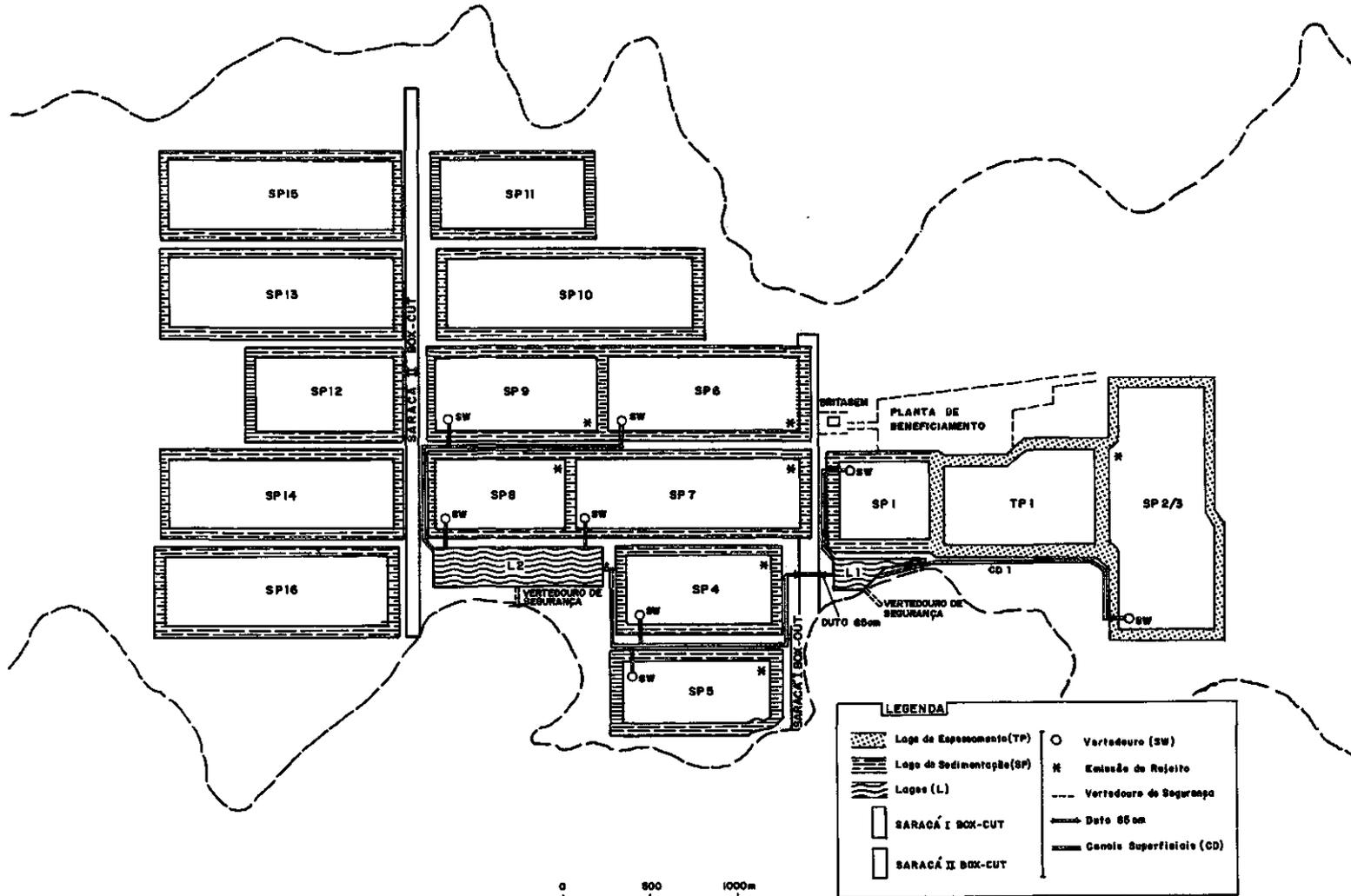
Inicialmente, a lama, a 7% de sólidos proveniente da lavagem, é lançada em um reservatório de rejeitos espessados, com área de 50 ha, 10 m de profundidade e fundo plano. O rejeito permanece neste tanque por um período de seis meses a um ano, ao fim do qual deve atingir uma concentração entre 30 e 35% de sólidos. Simultaneamente, favorecida pela acidez da água e do solo, que facilita a floculação, haverá a formação de 1 m de água limpa na superfície. Esta água será reaproveitada, no futuro, na lavagem do minério.

A partir do adensamento previsto, os rejeitos são dragados e bombeados para diversas células de espessamento definitivo, contíguas ao reservatório, nas áreas já lavradas. Estas células são construídas com estéril do decapeamento apenas pelo alteamento, tendo conformação retangular de diques periféricos.

O reservatório e as células, além dos aspectos já citados, têm as especificações constantes nas Tabelas 4 e 5.

Os custos do projeto, detalhados na Tabela 6, incluem a relocação da planta de lava-

FIGURA 8
SUPERFÍCIE DE DRENAGEM - 1988/1998



Fonte: MINERAÇÃO RIO DO NORTE

Des. Anbal S.C. Neto

TABELA 4
CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO
DE ESPESSAMENTO

CAPACIDADE	1 ANO DE DEPOSIÇÃO
Massa de rejeitos,.....	1,45 x 10 ⁶ t p/5 Mt pa
base seca	(1,65 x 10 ⁶ t c/12% de unidade)
Teor de sólidos.....	35%
Massa de sólido por m ³	
de rejeito depositado (den-	
sidade aparente seca)	0,45 t/m ³
Volume anual	3,2 x 10 ⁶ m ³
Altura.....	10 m
Área mínima anual	32 ha
Área a ser construída..... ⁽¹⁾	45 ha

FONTE - Mineração Rio do Norte - MRN -, 1986.

(1) Ampliado para 50 ha em 1989, segundo informação de campo.

TABELA 5
CARACTERÍSTICAS DAS CÉLULAS
DE REJEITOS ESPESSADOS

Teor de sólidos.....	52,5%
Massa de sólido por m ³ de re-	
jeito depositado (densidade apa-	
rente seca).....	0,8 t/m ³
Taxa de deposição anual (máxi-	
ma)	3,15 t/m ²
Volume anual	1,8 x 10 ⁶ m ³
Altura.....	10 m
Área mínima anual	18-20 ha/ano
Tempo mínimo de enchimento	
da célula.....	2,5 anos
Área mínima de cada célula.....	50 ha
Área mínima para 20 anos de	
operação.....	400 ha

FONTE - Mineração Rio do Norte - MRN -, 1986.

gem, a transferência do britador e a construção do reservatório e das células. No total, foram aproximadamente US\$ 52 milhões, o que, em 86, representava cerca de 10% dos investimentos feitos no empreendimento até aquela data, conforme *CVRD Revista, Set./86*.

A suspensão total do lançamento no lago Batata foi possível em 28 de novembro de 1989, com a entrada em operação da nova planta de lavagem.

Os custos de capital para implantação do projeto incluem:

- Deposição de rejeitos na mina.
- Transferência da planta de lavagem para área da mina.
- Relocação da planta de britagem.

TABELA 6
CUSTOS DO PROJETO PARA ELIMINAÇÃO
DO LANÇAMENTO DO REJEITO
NO LAGO BATATA

ITENS	VALORES US\$ 10 ³
1. Reservatório de Rejeitos Espessados.....	1,500
2. Bombeamento de Rejeitos Diluídos.....	197
3. Draga e Tubulações	1,000
4. Bombeamento de Rejeitos Espessados...	230
5. Transferência da Planta de Lavagem.....	18,392
6. Alimentação de Água.....	1,360
7. Drenagem do Reservatório de Deposição	380
8. Prédios Administrativos e Facilidades.....	<u>2,375</u>
SUBTOTAL.....	25,434
9. Custos Indiretos.....	3,815
10. Contingências	<u>4,142</u>
11. TOTAL.....	33,391
12. Relocação do Britador:	
12.1 Custos Diretos.....	12,398
12.2 Custos Indiretos.....	1,860
12.3 Contingências.....	<u>1,425</u>
TOTAL.....	15,683
13. TOTAL (11 + 12).....	49,074
14. Juros durante a Construção.....	425
15. Inflação (Escalation) do Dólar	
(5% a.a.)	<u>3,372</u>
TOTAL GERAL	52,871

FONTE - Mineração Rio do Norte - MRN -, 1986.

A Recuperação das Áreas Degradadas do Lago Batata

Uma vez definido e aprovado o projeto de confinamento dos rejeitos na área da mina, a empresa voltou-se para a recuperação das áreas assoreadas e da qualidade da água do lago.

Relativamente ao lago, propriamente dito, propôs-se projeto de pesquisa, visando a conhecerem-se as alterações sofridas e prevenindo-se planos de recuperação do que fosse possível.

Foi estabelecido convênio com equipe de especialistas em limnologia da Universidade de São Carlos, São Paulo, com a finalidade de estudar os impactos ambientais causados pelo lançamento dos rejeitos no lago e coordenar um monitoramento permanente, a partir de 1987. Desde então os pesquisadores vão a Porto Trombetas de três em três meses, o que corresponde à época da metade da vazante, máximo da vazante, metade da cheia e máximo da cheia.

O monitoramento, realizado durante três a quatro anos, comprovou que as alterações da qualidade da água relacionam-se mais com as cheias do que com o assoreamento.

Para o estudo limnológico, semanalmente coleta-se fitoplâncton, a 1 m do fundo do lago. Este material é enviado para São Carlos, onde é feita a análise. Através do acompanhamento realizado, conforme Knowles, 1989, chegou-se à conclusão de que as principais alterações do ambiente lacustre são de natureza biológica e estética, não havendo modificações físicas.

Os estudos e ensaios de campo realizados pela equipe permanente de meio ambiente da empresa, desde 1985, e posteriormente enriquecidos com a participação da equipe de limnologia da Universidade de São Carlos, apontaram para algumas conclusões relativas ao rejeito e seus impactos no lago.

As informações, a seguir, constam do relatório interno "A Reabilitação do Lago Batata e Igarapé Caraná", Knowles, 1989, Assessor do Meio Ambiente da MRN.

Quanto ao Rejeito:

- . O valor nutricional é virtualmente zero.
- . Não migra do local de deposição, mesmo com as correntezas da enchente.
- . A secagem natural da superfície da lama restabelece a floculação das partículas previamente em estado coloidal.
- . Apresenta compostos de alumínio que tendem a exaurir os teores de fosfatos na água sobrenadante.

. Está presente em três macroambientes: permanentemente aquático, anfíbio e terrestre.

Quanto ao Ambiente Aquático:

. O restabelecimento do equilíbrio das populações de fitoplâncton e zooplâncton somente ocorrerá se houver uma camada de material (orgânico) isolando a lama do contato direto com água.

. O retorno da vida bentônica somente ocorre com o restabelecimento de uma camada de material orgânico sobre os rejeitos.

. A ictiofauna somente voltará para o local após o restabelecimento da vegetação da orla (arbustos e árvores).

. A vegetação aquática regional de águas rasas ou barrentas não se adapta à situação reinante nos lagos fundos de água clara (caso do lago Batata).

Quanto ao Ambiente Anfíbio e Terrestre:

. A vegetação não tem condições de sobreviver enquanto a lama estiver em estado líquido.

. A enchente sazonal é de fundamental importância para o transporte e deposição de material orgânico e sementes na superfície da lama.

. A disponibilidade de plantas nativas para o ambiente anfíbio é muito grande, com fácil propagação espontânea, desde que existam nutrientes no substrato.

. Há diversas macrófitas, árvores e arbustos nativos que colonizam espontaneamente a lama com superfície seca, mesmo sem adubação.

. A aplicação de nutrientes (adubo artificial orgânico) permite o aparecimento espontâneo de vegetação bastante diversificada.

. A revegetação do ambiente terrestre (após a secagem permanente da superfície da lama) é fácil com gramíneas e arbustos, desde que haja uma aplicação de nutrientes.

Vale observar que as modificações biológicas dizem respeito à vida bentônica de população fitoplâncton/zooplâncton, limitadas às imediações dos depósitos de lama. Há também morte da vegetação por asfixia das raízes nos locais de deposição. Não ocorre, no entanto, mortandade de peixes no lago e a água continua potável.

Com base nos resultados das pesquisas e dos ensaios realizados, a empresa deu início aos trabalhos de recuperação efetiva do lago.

Na primeira área assoreada do igarapé Caraná, junto às bombas, fez-se a revegeta-

ção com diversos tipos de árvores e capins, cujos gastos alcançaram US\$ 20 000,00, igualmente, fez-se a hidrossemeadura com capim braquiária, setária e jaraguá, no cruzamento do igarapé Caraná com a linha de transmissão. Nesta área, no primeiro ano de recuperação, foram introduzidas somen-

te espécies nativas, sem se utilizarem os capins anfibios.

No segundo ano, partiu-se para a revegetação de diversos pontos assoreados, introduzindo-se várias espécies de capins, herbáceas e árvores, conforme mostra a Tabela 7.

TABELA 7
PLANTAS USADAS NA REVEGETAÇÃO DO LAGO BATATA

NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
Herbáceas		
Aguapé	<i>Nymphaea</i> sp.	Nymphaeaceae
Aninga	<i>Dieffenbachia</i> sp.	Araceae
Arroz	<i>Oryza sativa</i>	Poaceae
Arroz-bravo	<i>Oryza perennis</i>	Poaceae
Capim braquiária	<i>Brachiaria decumbens</i>	Poaceae
Capim caraná	<i>Echinochloa polystachya</i>	Poaceae
Capim-colônia	<i>Brachiaria mutica</i>	Poaceae
Capim-jaraguá	<i>Hyparrhenia rufa</i>	Poaceae
Capim-membeca	<i>Paspalum</i> sp.	Poaceae
Capim-muri	<i>Paspalum repens</i>	Poaceae
Capim-muri-grande	<i>Paspalum</i> sp.	Poaceae
Capim-navalhão	<i>Scleria</i> sp.	Cyperaceae
Capim-piripiri	<i>Scirpus</i> sp.	Cyperaceae
Capim setária	<i>Setaria kazungula</i>	Poaceae
Capim taboca I	<i>Panicum</i> sp.	Poaceae
Capim taboca II	<i>Panicum</i> sp.	Poaceae
Capim taboca branca	<i>Panicum</i> sp.	Poaceae
Malícia-de-boi	<i>Aeschynomene</i> sp.	Mimosaceae
Malvinha	<i>Malva</i> sp.	Malvaceae
Mureru	<i>Eichhornia</i> sp.	Pontederiaceae
Mureru-rabo-de-peixe-boi	<i>Eichhornia</i> sp.	Pontederiaceae
Sororoca	<i>Ravenala</i> sp.	Musaceae
Tabaco-de-jacaré	<i>Polygonum</i> sp.	Polygonaceae
Vitória-régia	<i>Victoria amazonicum</i>	Nymphaeaceae
Árvores (frutíferas)		
Bacuri	<i>Platonia insignis</i>	Guttiferae
Capitari	<i>Tabebuia barbata</i>	Bignoniaceae
Caraiperana-da-várzea	<i>Licania</i> sp.	Chrysobalanaceae
Cuiarana-da-várzea	<i>Eschweilera coriacea</i>	Lecythidaceae
Guinha	<i>Eschweilera (Jugastrum) coriacea</i>	Lecythidaceae
Envira	<i>Guatteria</i> sp.	Anonaceae
Erva-de-rato	<i>Psychotria</i> sp.	Rubiaceae
Itaubarana	<i>Acosmium nitens</i>	Caesalpiniaceae
Jauari	<i>Astrocarium jauy</i>	Palmae (Arecaceae)
Muiratinga	<i>Olmedioperebea</i> sp.	Moraceae
Piruf	<i>Duroia genipoides</i>	Rubiaceae
Seringa-da-várzea	<i>Hevea spruceana</i>	Euphorbiaceae
Taquari-grande-da-várzea	<i>Mabea</i> sp.	Euphorbiaceae
Terminália-da-várzea	<i>Terminalia</i> sp.	Combretaceae

Foram feitas, ainda, experiências com substratos orgânicos no meio anfíbio e aquático, a fim de evitar o contato direto da lama com a água; testou-se, também, o plantio de macrófitas da região no meio anfíbio, sem e com adubação artificial.

A partir das medidas adotadas foi possível obterem-se alguns resultados, como a revegetação definitiva de 926 300 m², correspondentes ao vale do igarapé Caraná, em terra firme.

Através de observação de campo, feita em agosto de 1989, constatou-se que, num dos pontos do igarapé Caraná, existe um córrego com, aproximadamente, 1 m de largura, onde se nota a presença de pequenos peixes e microrganismos avermelhados (algas) que absorvem ferro para formar sua estrutura. Tal observação comprova que as medidas reparadoras estão surtindo efeito nas áreas assoreadas.

Para o lago, tendo em vista a suspensão do lançamento do rejeito, a partir de novembro de 89, a MRN elaborou um plano de recuperação paisagística e biológica, cujo cronograma leva em conta a situação do macroambiente após o despejo e a sazonalidade do regime amazônico.

Segundo o cronograma, em 1990 a empresa pretende dar continuidade aos ensaios de campo, enquanto espera a consolidação natural da superfície da lama. No ano seguinte, serão empregados substratos selecionados e também dar-se-á início ao plantio das macrófitas anfíbias, com prosseguimento em 1992. Em 1994, aplicar-se-á o substrato sobre a lama no ambiente aquático e será feita a complementação da recomposição da paisagem da orla que foi modificada.

Com a paralisação do lançamento dos rejeitos no lago Batata, a partir das medidas propostas, avalia-se que, num prazo de dez anos, a cadeia biológica original esteja restabelecida completamente, eliminando-se totalmente os aspectos negativos.

Recuperação das Áreas Mineradas

Características Gerais da Floresta Nativa dos Platôs Bauxíticos

Como já foi salientado anteriormente, no item Morfologia da Mineração, a floresta tropical heterogênea dos platôs assenta-se sobre tênue camada de latossolo amarelo distrófico, ácido, de baixa fertilidade, variando

de 0 a 50 cm de espessura. A média de altura das árvores dominantes é de cerca de 30 m, podendo atingir a 45 m. Quanto ao diâmetro, embora algumas espécies registrem 2 m na base (piquiá, castanheira e angelim-pedra), a média não excede 1 m.

Em função da diversidade e do porte das árvores, o volume bruto de seus troncos corresponde a 200 m³/ha (150 espécies), dos quais são aproveitados 25 m³ no máximo (30 espécies), para fins energéticos e industriais.

A madeira excedente é queimada, não sendo aproveitada economicamente. Caso a mineração se interessasse em comercializá-la, pagaria imposto sobre esta atividade, o que não seria vantajoso para a empresa.

É inevitável a derrubada dessa floresta para a realização da obra (Foto 5). Contudo, mesmo antes da exigência legal da recuperação de áreas mineradas a céu aberto, a MRN já se preocupava com a questão, tendo que superar alguns obstáculos até alcançar êxito nas experiências de revegetação, feitas com espécies predominantemente nativas.

Medidas Adotadas na Recuperação das Áreas Lavradas

Reposição do Solo Vegetal e Escarificação

A recuperação das áreas mineradas tem início na fase do decapeamento, realizada nos meses secos (junho/novembro). Durante este processo, a camada de solo orgânico (*top soil*), de 20 cm de espessura, em média é retirada e estocada por um período de cerca de 12 meses.

Estudos realizados na Austrália indicam que quanto mais rápido for a deposição do solo vegetal retirado, melhores serão os resultados obtidos, relativamente à fertilidade e estrutura do solo. O *top soil* deve ser empilhado em grandes quantidades, para que as sementes e os microrganismos existentes permaneçam em dormência pela ausência de luz.

Assim, o tempo máximo de estocagem do solo vegetal está sendo reduzido para 18 meses, pretendendo-se com isso evitar a destruição das sementes ou sua germinação precoce.

A preparação do terreno para o plantio é feita em função do tipo de equipamento que nele opera. Desta forma, nos locais onde trabalham as *draglines*, as pilhas de rejeito são niveladas por tratores, decompondo-se a to-

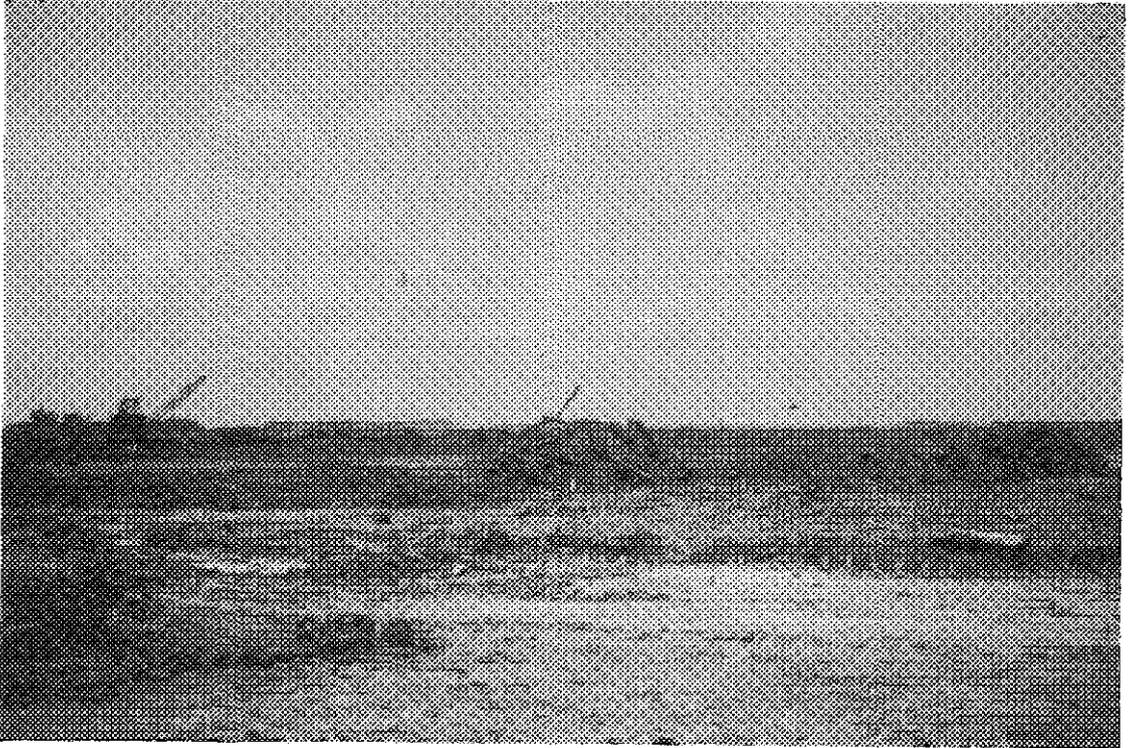


FOTO 5: Desmatamento de área a ser minerada. Nesta ocasião, retira-se o solo orgânico e deixa-o amontoado para ser utilizado no processo de recuperação de área minerada, antes do plantio (outubro 1987).

pografia original dos platôs. Terminado esse aplainamento, a camada humosa é removida do estoque e espalhada sobre o estéril, formando um perfil de aproximadamente 20 cm de espessura. Inicia-se, então, a desagregação e o revolvimento do solo repostado, escarificando-o a uma profundidade média de 90 cm, com 1 m de espaçamento. Este procedimento é fundamental para melhorar a permeabilidade superficial e produzir condições favoráveis ao armazenamento de água. Quanto mais profunda for a escarificação, mais eficiente será o resultado. Atualmente, esta profundidade está limitada pelas dimensões dos equipamentos utilizados.

Já nas bordas do platô, onde a relação estéril/minério é baixa, a retirada e o descarte do estéril são feitos horizontalmente, utilizando-se os *motoscrapers*. Não há, portanto, necessidade de nivelamento do terreno. Este mesmo equipamento faz a transposição do solo vegetal, espalhando-o sobre o terreno. Após esta etapa procede-se a escarificação já descrita.

Nesta área de operação dos *motoscrapers*, a compactação do solo é bastante significativa, merecendo maiores estudos para sua recuperação, principalmente em se tratando da periferia dos platôs.

Seleção de Espécies e Procedimentos Relativos ao Reflorestamento

O projeto de levantamento de espécies vegetais do Trombetas iniciou-se na mina, em 1977, com o Dr. Oliver Henry Knowles, estendendo-se, posteriormente, a outros platôs e fora deles.

No período de preparo das áreas lavradas, a MRN realiza, simultaneamente, os trabalhos de pesquisa de espécies e coleta de sementes. O grupo de coleta de espécies é constituído por um técnico botânico e quatro trabalhadores braçais.

As sementes, coletadas ao longo do ano (sempre que possível), são conduzidas ao viveiro onde são submetidas à seleção e ao preparo para a germinação. Em seguida, são colocadas em sacos plásticos, com terra rica em nutrientes orgânicos. No viveiro, estas sementes recebem todos os cuidados relativos à luminosidade, temperatura e suprimento de água, visando a garantir seu desenvolvimento.

Neste centro, existem mais de 4 000 mudas de plantas regionais e exóticas utilizadas no reflorestamento e na urbanização da vila. As espécies nativas, entre outras, são: taxi-

-do-campo (*Sclerolobium* sp.), castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), fava-arara-tucupi (*Parkia multijuga*), lacre (*Vismia cayennensis*), murici-da-mata (*Byrsonima spicata*), jatobá (*Hymenaea courbaril*), piquiá (*Caryocar villosum*).

As espécies exóticas, que não devem ultrapassar a 30% do total plantado, são as seguintes: *Acácia mangium*, *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus toralliana*, *Eucalyptus morhylla* e outras.

O tempo de permanência das mudas nos viveiros varia segundo a espécie. Em média, após 70 dias, elas já estão prontas para o replantio. É necessário respeitar-se a época certa do transplante, para que as raízes confinadas em sacos plásticos não cresçam em forma deovelos, o que compromete seu desenvolvimento posterior.

Geralmente, o transplante do viveiro para a área a ser recuperada acontece no final de janeiro, depois das primeiras chuvas, estendendo-se até a metade do mês de maio.

Devem ser tomadas algumas precauções rotineiras para reduzir-se a perda das mudas. Tais medidas importam em: preparar o terreno com nutrientes; escarificar o solo o mais profundo possível; fazer o transplante no período chuvoso; retirar as mudas dos invólucros

sem traumatizá-las; evitar o ressecamento das folhas durante o transporte, protegendo-as do vento.

O método de plantio nas áreas mineradas baseia-se na abertura manual de covas, onde é adicionado o fertilizante NPK, e, em seguida, colocam-se as mudas já retiradas dos sacos.

A escolha das espécies obedece a critérios qualitativos e quantitativos, quais sejam: priorizar as espécies pioneiras com crescimento rápido e vida curta (entre 5 e 8 anos), que sombrearão as demais (60% do total); manter o percentual das exóticas no máximo de 30%; fixar o nitrogênio no solo através do plantio de leguminosas; introduzir frutíferas para atrair a fauna, facilitando o intercâmbio de sementes entre a floresta nativa e a área reabilitada; eliminar cipós e formigas nas áreas onde o índice de sobrevivência das mudas seja inferior a 80%, procedendo ao replantio dos indivíduos danificados.

São plantadas, em média, 2 500 mudas/ha, no mínimo com 60 espécies diferentes, mantendo-se um espaçamento de 2 m x 2 m (Foto 6). Esta tarefa é realizada por quatro trabalhadores, já mencionados, e cada um deles planta, diariamente, 150 mudas, perfazendo o total de 1 ha reforestado por dia.

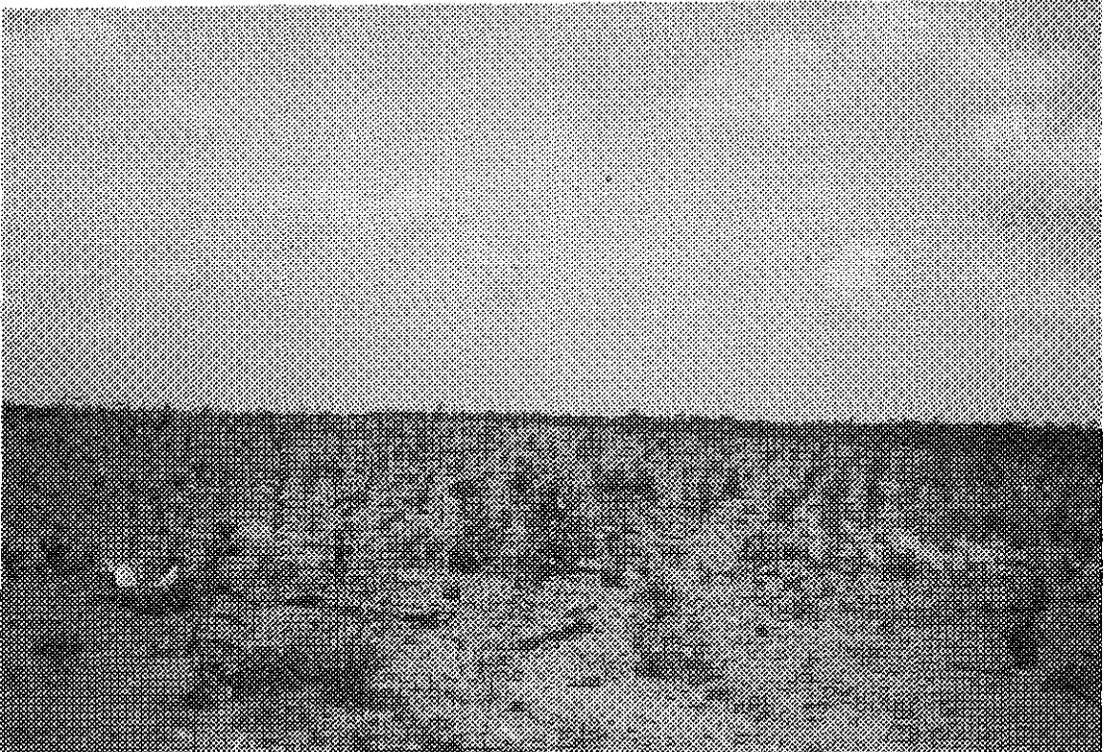


FOTO 6: Área reforestada em 1981, vista seis anos depois (outubro 1987).

A equipe da MRN envolvida no processo de recuperação das áreas mineradas é formada por dois engenheiros agrônomos, de Minas Gerais, um supervisor com treinamento em indústria madeireira, de Santarém, um técnico botânico, de Manaus, um técnico agrícola, de Santarém, e 18 trabalhadores não-qualificados (mateiro, operador de motosserra, viveirista, braçal e assistente de meteorologista), procedentes da área próxima.

Em Porto Trombetas existe, ainda, um orquidário em que se cultivam plantas da região e um herbário, onde são catalogadas.

Principais Dificuldades Encontradas para a Reabilitação das Áreas Mineradas

A retirada da floresta, o revolvimento das camadas e a movimentação de equipamento de grande porte são os principais responsáveis pela alteração da estrutura e da composição do solo.

A modificação do perfil do solo, resultante da mistura dos horizontes originais, reduz consideravelmente sua capacidade de retenção de água, prejudicando o crescimento da vegetação, principalmente nos meses de junho a novembro (época seca).

Com a retirada da floresta, o solo desnudo fica exposto à radiação intensa e a chuvas pesadas, facilitando o carreamento de material orgânico. A microfauna inexistente, havendo ainda a perda de grande parte das sementes que, normalmente, são encontradas na camada superficial da floresta nativa.

Sem a floresta, a fauna se ausenta, reduzindo-se com isso, a possibilidade de disseminação de sementes pelos animais.

Aliado a todo esse processo de empobrecimento, a operação de máquinas pesadas (*motoscrapers*) cria um obstáculo crucial ao desenvolvimento da vegetação, ao provocar a compactação violenta do solo, dificultando a penetração do raizame.

As Experiências com Reflorestamento e os Resultados Obtidos

As primeiras tentativas de reflorestamento, em 1979, não lograram êxito, pois, na ocasião, ainda não se repunha o solo estocado. A partir de 82, teve início a reposição do top soil, produzindo-se melhores resultados de crescimento da vegetação nas áreas mineradas.

Desde então, a empresa tem desenvolvido várias experiências nas áreas recupera-

das, no que se refere às espécies cultivadas e às técnicas adotadas.

Entre as espécies que apresentaram bons resultados, destacam-se o *Eucalyptus* sp., a *Acácia mangium* (exóticas) e o *Sclerolobium* sp., Taxi-do-campo (nativo), entre outras. No caso do *Eucalyptus* sp., inicialmente sua função é servir de poleiro para a fauna, devendo ser utilizado, posteriormente, na secagem do minério (termelétrica). Em uma das áreas foram plantadas várias espécies de *Eucalyptus*, formando linhas alternadas (ex.: ABCD, ABCD, ...). Esta composição também vem apresentando bons resultados (Foto 7).

Quanto à *Acácia mangium*, foram realizados vários testes, sendo que, num deles, plantou-se acácia juntamente com o eucalipto. Espera-se que a produção de acácia supere 60 mil ha anuais, alcançando, no final de cinco anos, uma área de 300 mil ha. Ao que tudo indica, segundo os técnicos da empresa, será possível fazer a plantação de espécies exóticas, com fins comerciais, sem prejudicar o desenvolvimento da futura floresta.

O taxi-do-campo, por sua vez, possui excelentes propriedades para a produção de carvão, além de ser, dentre as espécies nativas, a que apresenta o crescimento mais rápido. Com cinco anos, chega a alcançar entre 16 e 17 m de altura, atingindo cerca de 25 m na idade adulta (15 anos).

Algumas das experiências realizadas não foram bem-sucedidas, como o plantio do cedro (*Cedrela odorata*) e do mogno (*Swietenia macrophylla*), em 1983. As pragas destruíram as mudas. Futuramente, serão utilizados defensivos agrícolas para combater as formigas saúvas.

Fez-se também a tentativa de plantar pequenos grupos de nove espécies distintas, concentradas num mesmo local (Sistema ANDERSON). Este sistema não obteve sucesso, dado que algumas árvores, como o caqui e o ébano, cresceram, e outras não.

Em algumas áreas, principalmente naquelas onde operam o *motoscrapers*, surgiram problemas quanto ao desenvolvimento do raizame, devido sobretudo à compactação do solo. Para estudar e solucionar esta e outras questões, a MRN firmou contrato com técnico do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA -, objetivando aprofundar as pesquisas e monitorar as áreas reflorestadas.

A MRN, através do seu Programa de Recuperação Ambiental, vem conseguindo atingir

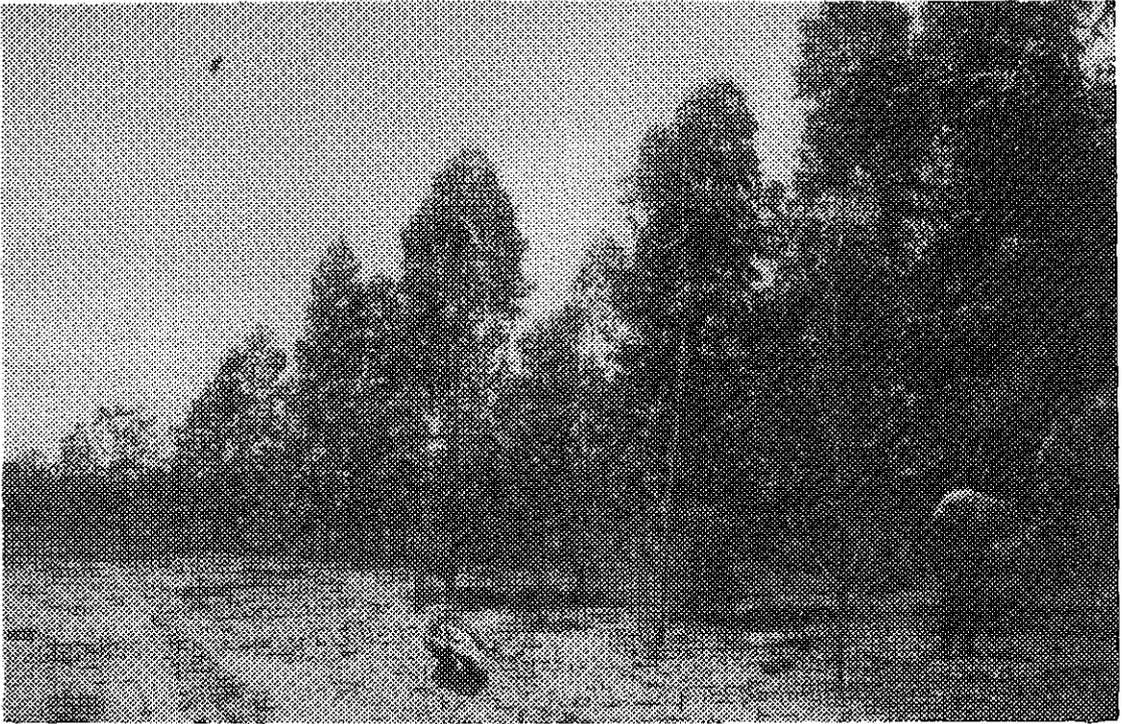


FOTO 7: No plantio de recuperação de áreas mineradas utilizam-se, também, árvores exóticas, como o eucalipto (outubro 1987).

algumas das metas estabelecidas para a recuperação da área da lavra.

O cronograma geral de lavra e reflorestamento (Tabela 8) mostra os resultados alcançados, desde a sua implantação em 1979, até 1988, bem como a previsão para os anos de 1989 e 1993.

Com relação aos resultados obtidos, até 1988 foram reflorestados 387 ha na área da mina, ou seja, 53,8% do total desmatado para a lavra.

Apesar de as experiências serem relativamente recentes e inusitadas, em termos de reflorestamento em área de mineração na Amazônia, até o momento as pesquisas fazem prever o êxito das experiências, principalmente com as espécies nativas.

Nos locais onde foram feitos os primeiros reflorestamentos, as árvores atingiram a 6,5 m de altura (em aproximadamente quatro anos), sendo observada também a presença de humo em formação, microrganismos e fauna (aves e herbívoros). A reposição do solo vegetal contribui com cerca de 40% da vegetação, através da regeneração natural propiciada pela germinação das sementes em dormência.

De janeiro de 1980 a junho de 1985, foram gastos anualmente, com o reflorestamento,

respectivamente: 0,74%; 0,43%; 0,77%; 1,08% e 1,18%, do custo de produção por tonelada de produto acabado. Segundo Pereira e Knowles, 1985, este custo é irrisório, se comparado com o custo unitário de produção, o que torna o reflorestamento perfeitamente exequível também do ponto de vista econômico.

Pelas experiências e trabalhos já realizados e de acordo com o cronograma citado, a empresa espera atingir o auge do reflorestamento em 250 anos, com a previsão de que nos primeiros 40/50 anos já tenha ocorrido a recomposição suficiente do ecossistema, para abrigar grande parte da fauna e 30% da flora.

Medidas Ambientais de Caráter Geral Adotadas pela Empresa

Como meio de controlar os problemas ambientais existentes, o Plano-Diretor abrange, ainda, outros aspectos.

A fim de manter a vegetação e evitar a erosão por deslizamentos e voçorocamentos nas encostas, está sendo deixada sem mineração uma faixa de 5 m junto às bordas do plató. Nas áreas onde são encontradas gran-

TABELA 8
CRONOGRAMA GERAL DE LAVRA E REFLORESTAMENTO

ANO	PRODUÇÃO ANUAL (ha)		PRODUÇÃO ACUMULADA (ha)		
	Lavrada	Reflorestada	Lavrada (L)	Reflorestada (R)	R/L (%)
Prevista					
1979.....	32	1	32	1	3,1
1980.....	75	18	107	19	17,8
1981.....	66	51	173	70	40,5
1982.....	50	16	223	86	38,6
1983.....	74	40	297	126	42,4
1984.....	97	19	394	145	36,8
1985.....	72	110	466	255	54,7
1986.....	65	61	531	316	59,5
1987.....	89	29	620	345	55,6
1988.....	99	42	719	387	53,8
Realizada					
1989.....	117	9	836	396	47,4
1990.....	133	14	969	410	42,3
1991.....	133	12	1 102	422	38,3
1992.....	137	5	1 239	427	34,5
1993.....	122	5	1 361	432	31,7

FONTE - Mineração Rio do Norte - MRN.

NOTA - Excluídas as áreas hidrossemeadas, aguardando o plantio de árvores.

des voçorocas, procura-se enterrar dormentes, com a finalidade de impedir seu agravamento (Foto 8).

A poluição do ar provocada pela emissão de poeira e de gases produzidos na mina e na unidade de secagem, é combatida, respectivamente, pela rega contínua das praças e estradas de acesso, e por um lavador de gases para limpeza de ar, que reduzem a emissão de partículas a níveis bem inferiores aos especificados pela legislação em vigor.

Desenvolvem-se programas que envolvem a redução de ruídos na vila residencial e área industrial.

Além disto, a parte orgânica das 1 700 toneladas de lixo coletados, por mês, no núcleo urbano industrial, é usada na fabricação de adubo, sendo o restante destinado ao aterro sanitário, situado no Km 5 da estrada para a mina.

O controle periódico do esgoto doméstico é efetuado pelo setor de saneamento. O tratamento, após o esgoto ser lançado na rede, consiste, basicamente, de decantação, fermentação e depuração. Depois desta últi-

ma fase, o efluente, já tratado, é despejado no rio Trombetas, a jusante da vila.

A MRN pleiteia, junto ao IBAMA, a transformação de uma área de aproximadamente 430 mil hectares, denominada Saracá-Jamari em Reserva Florestal.

O objetivo desse pedido, por parte da empresa, é a fiscalização da área, fora dos seus domínios, a fim de conter a grande ameaça de devastação, seja pela extração clandestina de madeira, por terceiros, pela invasão de posseiros, que utilizam os acessos de rio, lago, igarapés e estradas ou simplesmente, pela caça e pesca depredatórias. É importante ressaltar que a MRN arcaria com despesas de fiscalização.

A MRN desenvolve, ainda, o Programa de Educação Ambiental, que atinge, de forma direta, tanto crianças como adultos. Para manter viva a mentalidade preservacionista, são apresentados a toda a comunidade de Porto Trombetas, em circuito interno de televisão, filmes sobre proteção ambiental, produzidos pela própria empresa. Além disso, foi criada a Comissão Interna de Meio



FOTO 8: Até 1987, a lavra alcançava a borda do platô, dando origem à formação de voçoroca no rebordo sul do platô Saracá IV (setembro 1989).

Ambiente - CIMA -, que atua na fiscalização e educação ambiental através de diversas subcomissões, formadas por funcionários dos mais diversos setores, ligados à comunidade e à escola, e que promove eventos comemorativos, passeios ecológicos, etc. Es-

se trabalho de conscientização está inserido num vasto programa sobre meio ambiente administrado pela Escola e pela apostila *Cinco Minutos do Meio Ambiente*, que atua como instrumento de divulgação do projeto ambiental da empresa.

Síntese dos Problemas Ambientais

TABELA 9
INDICADORES DE MAGNITUDE E MEDIDAS MITIGADORAS DE ACORDO
COM O PLANO DIRETOR AMBIENTAL, POR ÁREA AFETADA,
SEGUNDO OS PROBLEMAS AMBIENTAIS

(continua)

PROBLEMAS AMBIENTAIS	INDICADORES DE MAGNITUDE	MEDIDAS MITIGADORAS	REALIZADA (%)
NÚCLEO URBANO INDUSTRIAL			
Erosão, voçorocamento e assoreamento em diversos locais	100 ha degradados + 100 000 m ³ erodidos	Hidrossemeadura, drenagem e controle da erosão	20

TABELA 9
INDICADORES DE MAGNITUDE E MEDIDAS MITIGADORAS DE ACORDO
COM O PLANO DIRETOR AMBIENTAL, POR ÁREA AFETADA,
SEGUNDO OS PROBLEMAS AMBIENTAIS

(continua)

PROBLEMAS AMBIENTAIS	INDICADORES DE MAGNITUDE	MEDIDAS MITIGADORAS	REALIZADA (%)
NÚCLEO URBANO INDUSTRIAL			
Degradação paisagística de Porto Trombetas	200 ha desmatados e raspados	Projeto paisagístico	65
Sucata, lixo industrial e resíduos na área industrial	5 ha cobertos por depósitos às margens do igarapé Água Fria	Regulamentar a disposição de resíduos	0
Despejo de óleo nas oficinas e canteiros		Caixas de separação de óleo	5
Esgoto doméstico e fossas sanitárias	78 fossas e dois tanques inhoff - 7 500 habitantes	Ampliação da rede e tratamento do esgoto	25
Degradação do rio Trombetas com lama, lixo e óleo	500 m de extensão	Coleta da lama; regulamentar a disposição	10
Emissão de poeira e gases na área industrial	Poeira na área industrial e na área administrativa	Tratamento dos gases e coifa nas correias	50
Emissão de ruídos na área industrial e na vila	50-60 decibéis a 300 m, 40-50 decibéis a 900 m	Tratamento acústico das fontes, regulamentos	0
Treinamento da brigada de incêndio	Fumaça negra, óleo despejado no chão	Transferir treinamento para novo local	10
Poeira e gases no ar sobre o núcleo urbano industrial	Modificações na quantidade físico-química do ar	Estações de monitoramento permanente do ar	0
Coleta de lixo doméstico e urbano e manutenção das áreas verdes comunitárias	800 t/mês de lixo doméstico - 900 t/mês de lixo orgânico urbano	Coleta e aterro do lixo Regulamentos	95
ARREDORES DA VILA E LAGO BATATA			
Despejo no lago Batata dos rejeitos da lavagem da bauxita	16 500 000 t acumuladas sobre 315 ha	Transferência da lavagem para a mina Saracá	50
Despejo no igarapé Caraná dos rejeitos da lavagem da bauxita	96 ha assoreados	Hidrossemeadura e incentivo à regeneração natural	90
Despejo no igarapé da Água Fria dos rejeitos de lavagem da bauxita	5 ha assoreados	Coleta integrada dos efluentes para nova barragem	15

TABELA 9
INDICADORES DE MAGNITUDE E MEDIDAS MITIGADORAS DE ACORDO
COM O PLANO DIRETOR AMBIENTAL, POR ÁREA AFETADA,
SEGUNDO OS PROBLEMAS AMBIENTAIS

(continua)

PROBLEMAS AMBIENTAIS	INDICADORES DE MAGNITUDE	MEDIDAS MITIGADORAS	REALIZADA (%)
ARREDORES DA VILA E LAGO BATATA			
Despejo no igarapé Fundão dos rejeitos de lavagem da bauxita	3 ha assoreados	Transferência do despejo para nova barragem	5
Degradação da qualidade das águas do lago Batata provocada pelos rejeitos	Modificações na qualidade biológica, física e química	Monitoramento ecológico, programa 1988-89	55
Desaparecimento da vegetação nativa das margens do lago Batata, provocado pelos rejeitos	200 ha afetados	Recomposição da paisagem, ensaios preliminares, 1988-90	10
Assoreamento do lago na área residencial com lama e areia	3 ha degradadas	Drenagem e/ou aterro e recuperação paisagística	0
ESTRADA RODOFERROVIÁRIA			
Voçorocamento em vários trechos	60 ha - 105 000 m ³ erodidos	Drenagem e hidrossemeadura	32
Desertificação das caixas de empréstimos, Km 0-31	140 ha afetados	Drenagem e regeneração induzida	20
Degradação dos morrotes Assad e Calaf	170 ha desmatados e 20 000 m ³ erodidos	Drenagem e reflorestamento / regeneração natural	0
Desertificação do areal no Km 5	35 ha afetados	Disciplinar a lavra e revegetar	5
Desertificação do areal no Km 7	25 ha afetados	Aterrar e revegetar	0
Erosão e queda de taludes, cortes e aterros	15 ha expostos 3,5 ha críticos	Drenagem, hidrossemeadura e revegetação induzida	100
Emissão de poeira na estrada durante a época seca	Visibilidade reduzida, poeira sobre a vegetação	Aspersão de água e eventual asfaltamento	0
Escoamento de lama da rodovia para os cursos de água durante as chuvas	20 000 m ³ de lama depositada, com 23 igarapés assoreados	Asfaltamento, minibarragens para sedimentação	0
Poço de óleo queimado no areal Km 7	2 000 m ³ de óleo e outros detritos	Retirar óleo e/ou aterrar e revegetar	10

TABELA 9
INDICADORES DE MAGNITUDE E MEDIDAS MITIGADORAS DE ACORDO
COM O PLANO DIRETOR AMBIENTAL, POR ÁREA AFETADA,
SEGUNDO OS PROBLEMAS AMBIENTAIS

(conclusão)

PROBLEMAS AMBIENTAIS	INDICADORES DE MAGNITUDE	MEDIDAS MITIGADORAS	REALIZADA (%)
MINA SARACÁ			
Empoçamento das águas pluviais nas áreas lavradas de Saracá	750 ha lavrados, pluviosidade média de 2 500-2 800 mm/ano, enxurrada 160 mm/hora	Moldagem paisagística e drenagem	0
Deslizamento e voçorocamento nas encostas do platô lavrado	50 voçorocas maiores 100 000 m ³ erodidos	Drenagem e hidrossemeadura, regulamentar a lavra	60
Assoreamento dos igarapés Saracazinho e Saracá no pé da serra Saracá	10 000 m ³ de argila depositados, gerando água turva	Drenagem e hidrossemeadura na borda do platô	0
Despejo de óleo nas bordas do platô	10 m ³ de óleo despejado/ano	Caixas separadoras de óleo	0
Sucata e lixo industrial	2 000 t abandonadas	Retirar e vender a sucata, enterrar o lixo	20
Desmatamento e solo nu causados pela lavra	100 ha/ano sem vegetação	Reflorestamento, Programa 1988-93	15
Fossas sanitárias dos alojamentos e escritórios	30 m ³ de esgotos / dia com coliformes	Tratamento do esgoto	10
ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DA MINERAÇÃO			
Extração clandestina de madeira por tercelros	Dezenas de km de acessos abertos para transportar toras de madeira	Criar uma reserva florestal do IBAMA na região	10
Invasão de posseiros utilizando os acessos de rios, lagos, igarapés e estradas	400 ha do lago Batata, diversos igarapés e a estrada Terra Santa	Criar reserva florestal do IBAMA na região	10
Caça e pesca descontroladas	Desaparecimento da fauna	Regulamentos e fiscalização	20
Aquisição e utilização descontrolada de agrotóxicos e produtos químicos perigosos	2 t/ano	Regulamentos e fiscalização	0
Retirada descontrolada de plantas silvestres, folhas de palmeira e varas	Degradação florística e física dos ecossistemas	Regulamentos e fiscalização	0

CONSEQUÊNCIAS REGIONAIS DA MINERAÇÃO

Evolução da Região do Rio Trombetas

A margem esquerda do Médio Vale do Amazonas, especialmente o Município de Oriximiná, antes da implantação da MRN, vivia das atividades primárias, notadamente, a coleta de castanha-do-brasil.

Em 1970, praticamente dez anos antes da chegada da MRN, o Município de Oriximiná tinha a população de 19 056 habitantes e densidade demográfica de 0,17 hab./km², com 20% da população em atividade econômica, sendo que a maioria (3 922 pessoas) vivia das atividades primárias; enquanto apenas 4,38% (469 pessoas) se dedicavam ao setor secundário (beneficiamento da castanha-do-brasil, etc.) e 8,72% (933 pessoas) se ocupavam no terciário.

Já em 1980, a população passou para 29 692 habitantes e a densidade demográfica para 0,27 hab./km². 29% da população participavam da economia ativa (8 500 pessoas), sendo que a maioria (4 906 pessoas) continuava nas atividades primárias; 1 395 pessoas (17%) se dedicavam ao setor secundário enquanto 1 839 pessoas (23%) estavam no setor terciário.

O setor industrial, inexpressivo até 1970, registrava significativo aumento. Entre 1975 e 1980, o pessoal ocupado passa de 107 para 1 510 pessoas, das quais 1 409 eram empregadas em Porto Trombetas, dedicando-se, em grande parte, à lavra e ao beneficiamento da bauxita. O valor da receita passou de Cr\$ 2 225 000,00, em 1975, para Cr\$ 3 708 842 000,00, em 1980, com crescimento real (excluída a inflação) de 19 099,88%². Verifica-se, assim, que a presença da mineração, em Porto Trombetas, contribui com vultoso volume de capital, cujo valor representou 78,08% da receita, em 1980.

A instalação da MRN significou, também, aumento de mão-de-obra no setor secundário, embora de grande instabilidade por tratar-se de área remota e inicialmente oferecendo, como principal atrativo, apenas a garantia de emprego no curto período da constru-

ção das instalações. A rotatividade, no entanto, tem-se reduzido: cai do nível de 21%, em 1986, para 7,45%, em setembro de 1988.

Em entrevista realizada pelos autores, no barco *Manoelito*, em viagem de Porto Trombetas para Oriximiná (agosto de 89) - num universo de 120 pessoas, foram consultados 20% -, percebe-se, ainda, grande rotatividade da mão-de-obra. Por exemplo: apenas uma pessoa tinha dez anos na empresa, uma outra estava aí havia quatro anos. Duas pessoas contavam dois anos de trabalho, sete trabalhavam havia pouco mais de seis meses, e seis pessoas estavam havia menos de seis meses em Porto Trombetas.

A população de Porto Trombetas, em 1989, era de 8 867 habitantes, de acordo com avaliação da empresa. O núcleo, com seus 6 500 habitantes, representava, portanto, um percentual de 73%, enquanto a mão-de-obra das empreiteiras morava nos alojamentos junto à mina.

Nas tarefas de mina e beneficiamento encontravam-se 1 206 trabalhadores (73,43% dos empregados); os demais 436 (26,57%) estavam incluídos na administração, em agosto de 1989. Quanto à qualificação, havia nítida predominância de mão-de-obra qualificada de nível médio (58%), ficando os não-qualificados com 33%. Os empregados de nível superior representavam 9%. No que se refere ao regime de trabalho, eram de modo geral, assalariados regidos pela CLT, não havendo período de experiência. A jornada de trabalho na mina é ininterrupta (24 horas), sendo sete dias/semana no verão (dezembro a maio) e, no inverno (junho a novembro), seis dias. Há três turnos e quatro turmas, que operam três dias com dois de folga, totalizando 48 horas semanais. No beneficiamento, são seis dias de trabalho com dois dias de folga, divididos em quatro turnos de oito horas. Aqueles que se dedicam à parte administrativa trabalham oito horas diárias de segunda a sexta-feira.

Os empregados, normalmente, gozam de benefícios especiais concedidos pela empresa, para remediar o aspecto isolamento. Os não-qualificados recebem passagens gratuitas no barco *Manoelito* para Oriximiná, Óbidos e Santarém, de onde geralmente são originários. Dos 24 passageiros entrevistados no barco *Manoelito*, 12 moravam em Porto Trombetas, sete em Santarém, dois em Oriximiná, dois em Óbidos e um em Belém. Deles, 17 se destinavam a Santarém, quatro a Óbidos e três a Oriximiná.

² Agradecemos ao Dr. Beni Papelbaum, da Fundação Getúlio Vargas, o cálculo referente ao crescimento real, no período 1975/1980.

TABELA 10
NÚMERO DE EMPREGADOS, ROTATIVIDADE E REGIÃO DE ORIGEM
DA MÃO-DE-OBRA, SEGUNDO O NÍVEL

Setembro de 1988
 PORTO TROMBETAS

NÍVEL	NÚMERO DE EMPREGADOS	ROTATIVIDADE JAN/SET (%)	REGIÃO DE ORIGEM	
			Norte/Nordeste	Demais Regiões
Superior.....	69	11,11	5	64
Técnico.....	162	12,31	87	75
Qualificado.....	644	6,54	616	28
Não-Qualificado.....	224	5,39	223	1
Administrativo.....	84	7,41	77	7
Total.....	1 183	7,45	1 008	175

FONTE - Mineração Rio do Norte - MRN.

Os empregados qualificados, os de nível médio e os técnicos de nível superior, nas férias, também têm direito a passagens aéreas para o local de origem.

Os casados dispõem de casas com luz e água; os solteiros usufruem de refeições e roupa lavada, em seus alojamentos e apenas pagam um valor simbólico à empresa.

Os empregados desfrutam, ainda, entre outros benefícios, de transporte gratuito, uniforme de trabalho, gratificação por produtividade, seguro de vida em grupo, etc.

No caso de doenças sem possibilidade de tratamento no hospital do núcleo, a empresa se encarrega da remoção e internamento em hospitais de fora.

Quanto ao local de nascimento, Santarém foi o mais freqüente com 11 pessoas, seguido de Belém com quatro, Óbidos com três, São Luís com dois, e o restante de diversos outros lugares.

Na mesma entrevista, das 24 pessoas consultadas, sete eram eletricitas, cinco mecânicos, dois lubrificadores de máquinas, e um,

motorista. Os demais tinham profissões diversas.

Constata-se que toda a mão-de-obra qualificada de nível médio e a não-qualificada são contratadas na região.

Entre os entrevistados no barco *Manoelito*, 50% trabalham na MRN, e 37,5% nas empreiteiras. Os restantes desenvolvem atividades por conta própria. Relativamente à opinião sobre a empresa, há consenso quanto a: melhores salários, alimentação adequada, boa infra-estrutura, lazer. Uns acham que a empresa dá ótima oportunidade de melhoria profissional, enquanto outros dizem que, por exemplo, não há casas suficientes para os casados.

A MRN na Região do Trombetas

Oriximiná, como já foi visto, é o principal centro da região em que está instalada a MRN. Seus serviços e infra-estrutura urbana são, no entanto, muito precários.

Tem planta em tabuleiro de xadrez e o crescimento da cidade se faz através de invasões, que mantêm o plano inicial, porque a Prefeitura vem regularizando a situação. Apresenta-se "inchada", porque não tem condições de absorver a mão-de-obra atraída pelo surgimento das atividades da MRN.

A cidade sofre de problemas de rede de água, que quase não atinge as áreas novas. A iluminação pública é igualmente deficitária, em parte da periferia, e a cidade não dispõe de esgotos.

Há um hospital da Fundação Serviço Especial de Saúde Pública - FSESP - e uma rede significativa de escolas municipais. A Prefeitura, junto com a Escola Técnica Federal do Pará e o Instituto de Desenvolvimento Econômico Social do Pará - IDESP -, tem planos de implantar escola profissionalizante, com os cursos de construção civil, eletricidade e metalurgia.

Apesar do crescimento populacional e do aumento do setor industrial, o comércio local se estagnou, pois a MRN não se abastece localmente, nem mesmo em Santarém. Além disto, como dispõe de cooperativa para os seus funcionários, eles aí fazem as compras, pois os preços são mais em conta, uma vez que a empresa adquire os produtos em São Paulo. Os preços para os funcionários são acrescidos apenas de 8% do ICMS, sendo que, para o comércio local, só o frete atinge 26%.

A Associação Comercial de Oriximiná tenta, sem êxito, reunir-se com os responsáveis pela empresa, para melhorar o entrosamento do comércio local com a MRN. Isto só vem a mostrar a falta de planejamento regional, pois as queixas da Associação Comercial, do ponto de vista estritamente do capital, não têm sentido, de vez que pelas próprias circunstâncias regionais, ela não dispõe de volume de capital suficiente para abastecimento que viesse a suprir as necessidades da empresa.

Outro fato que bem retrata a falta de articulação entre autoridades de Oriximiná e dos governos estadual e federal a favor da diversificação das atividades econômicas, assim como criação de base de sustentação para o Município de Oriximiná, foi o fechamento de tradicional estaleiro. Verdadeira escola de construção de barcos de madeira, antes da chegada da MRN, de acordo com as informações do prefeito do Município, Sr. Luis da Silva Souza, terminou encerrando as atividades com o aumento exagerado

dos impostos e encargos sociais. Atualmente, o Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Pará - IDESP - está interessado em projetos voltados para a comunidade local e que venham a beneficiar a mão-de-obra de nível médio com educação técnica, aproveitando os recursos da região, e está inserida nesta idéia o ressurgimento do estaleiro.

Ainda no Município de Oriximiná, a Eletro-norte tem em andamento o projeto de construção da Usina Hidrelétrica de Cachoeira Porteira, usina de grande porte, a ser instalada em duas etapas. A potência instalada será de 1 400 MW, sendo 700 MW na primeira etapa. A área do reservatório ocupa 1 094 km² na primeira etapa. Ela tem por objetivo atender ao consumo de Manaus e, secundariamente, de toda a margem esquerda do Amazonas, incluindo Porto Trombetas, que dela viria a beneficiar-se, já que toda a energia consumida nas minas e no beneficiamento da bauxita, é de origem termelétrica.

A MRN vem utilizando a madeira tirada do lago de barragem da futura usina de Cachoeira Porteira no picador, de onde se destina ao processo de secagem.

A MRN, entre os benefícios que trouxe, além da própria implantação mina-ferrovia-porto, construiu um núcleo urbano.

A empresa contratada pela MRN por ocasião do desmatamento local que daria origem ao futuro núcleo não levou em consideração certos cuidados com o meio ambiente, destruindo a maior parte da vegetação original, onde o sítio assimétrico se desenvolve numa clareira em forma semicircular, havendo resto de mata original na parte do semicírculo entre o núcleo e o rio.

As casas se distribuem na área de acordo com o *status* dos ocupantes. Assim, as residências do *staff* e a casa de hóspedes se localizam próximas das margens do rio Trombetas, com seus lagos e meandros, onde se pode apreciar bela paisagem.

No primeiro plano estão as moradias dos empregados de nível médio e, mais afastados, a oeste, encontram-se os alojamentos, residências coletivas, destinadas aos solteiros. Ao fundo, junto ao rio Trombetas, se localiza a zona industrial, onde se encontram as instalações: casa de força, oficinas, escritório, virador de vagões, secagem, estocador de bauxita seca (o "bauxitão"), carregador de navio, etc.

A população do núcleo de Porto Trombetas passou de 7 mil habitantes, em 1988, pa-

ra 8 867 hab. em 1989, tudo isto devido às numerosas obras em andamento, que necessitaram da contratação de empreiteiros.

Ao redor da unidade de produção, criou-se uma boa infra-estrutura urbana. Todos os residentes na vila (devidamente resguardadas as diferenças sociais) gozam de benefícios urbanos, ligados, inclusive, à área de lazer.

O núcleo divide-se em duas partes: a residencial e a industrial, hoje reduzida à secagem e ao porto.

A construção ficou a cargo da empreiteira Andrade Gutierrez, responsável pelo desmatamento, pelas construções da parte residencial, industrial e portuária. Com base no projeto do paisagista Burle Marx, desenvolveu-se posteriormente toda a arborização do núcleo, antes destruída. Seus moradores ocupam 871 casas e 26 blocos de alojamento, somando 1 011 vagas. A água captada do rio Trombetas é tratada e fluoretada. Os esgotos, após tratamento, são lançados no rio. A energia elétrica gerada pelas usinas térmicas, destina-se à iluminação das ruas, casas, etc. Obtém-se água quente por meio de coletores solares instalados nas casas. Coleta-se lixo diariamente, descartando-se no aterro sanitário, no local do descarte do rejeito da mina. Já há estudo no sentido de melhorar o aproveitamento do lixo, para obterem-se fertilizantes, insumo indispensável ao plantio. Na área de saúde, há um hospital com 136 leitos, totalmente equipado com dois centros cirúrgicos. Dez médicos especializados e três dentistas são os responsáveis pelo atendimento.

Quanto ao lazer, os moradores dispõem de dois clubes: um, aprazivelmente localizado (Clube do Igarapé das Pedras), destina-se ao *staff*, e o outro é utilizado pelos demais funcionários. Há estádio de futebol, piscina olímpica, quadra de tênis, sauna, etc. Há também um cine-teatro, onde são apresentados, semanalmente, filmes ou peças. A MRN dispõe, ainda, de poderosa antena, que capta três canais de TV, casa de hóspedes, um retransmissor de FM, uma biblioteca comunitária, etc. Há, ainda, um videoclub e iate clube, iniciativas da comunidade.

A locomoção na vila é realizada por 15 ônibus de empresa particular, e dez táxis. A ligação com o resto do País é garantida por linha regular de voo da Varig, duas vezes por semana, e uma, contratada junto à Real Táxis Aéreos, para atender casos especiais ou de emergência.

As saídas de embarcações fluviais aumentaram de três para sete vezes por semana.

Há ainda um centro comercial com lojas e papelarias, lanchonetes, agência de correio, telefone, postos bancários, policiais, etc.

As atividades educacionais são desenvolvidas pelo Sistema Pitágoras, escola contratada, de primeiro e segundo graus para a população em geral, e que atende a maior parte das empresas mineradoras localizadas na Amazônia.

O asfalto foi imposição decorrente da constante nuvem de poeira que permanecia no ar, prejudicando tanto a visibilidade como a saúde da população.

Conseqüências Sociais e Políticas do Projeto Alumínio para a Amazônia

A transferência da produção de alumínio para o Terceiro Mundo, livrando os países centrais da poluição, reduzindo os custos com mão-de-obra, permitiu que os grandes cartéis e, principalmente, as Seis Irmãs do alumínio passassem a controlar o fluxo internacional e o preço do minério.

A inexistência de uma política mineral coerente, estável e bem definida, no Brasil, na qual a atividade mineradora esteja inserida como agente do desenvolvimento, mantém ainda a Amazônia como região primário-exportadora, cuja população está em sua maioria alijada do processo sócio-econômico do País.

Cada vez mais faz-se necessário o fortalecimento do mercado interno, para que a exportação possa ser sustentada de forma continuada e estável, pois os preços são flutuantes e sofrem a influência do mercado, das taxas de juros, da relação das moedas, fugindo, portanto, ao controle do produtor.

A exploração do alumínio por si só não é suficiente para promover o desenvolvimento da região, sobretudo se esta atividade continuar voltada para satisfazer o modelo primário-exportador. É fundamental que haja verticalização do processo, visando à agregação de valor, até atingir a industrialização.

A marginalização de grande parte da população próxima ao projeto pode ser não apenas devida à falta de qualificação da mão-de-obra, mas também resultado de uma dispersão da arrecadação dos impostos gerados pela mineração.

Inserir o município e sua região de influência no processo de desenvolvimento significa, inclusive, criar condições para a formação de profissionais em diferentes níveis, que sejam capazes de pesquisar novos produtos, novas aplicações e, também, novas formas de negociações, relacionadas com a produção e aproveitamento da bauxita.

É preciso que haja maior integração entre o governo, a empresa e a comunidade, a fim de que sejam priorizados e consolidados os mais variados projetos, envolvendo desde o fornecimento de laticínios, por exemplo, até a qualificação técnica, passando pela adequada aplicação dos recursos do ICMS em obras de infra-estrutura urbana, saúde e educação.

A recuperação das áreas mineradas já vem sendo realizada com sucesso desde a implantação da empresa. Mais complexos são os efeitos que a atividade mineradora, transferindo riqueza para o Exterior, pode causar à comunidade. Fica a dúvida acerca dos reais benefícios e futuras opções de vida que esta atividade poderá gerar nos próximos 40 anos, para a população local e para o País, se não estiver vinculada a um plano bem estruturado de desenvolvimento sócio-econômico, com base no respeito à soberania nacional.

CONCLUSÕES

A sistematização de informações sobre a mineração é exeqüível, conforme se deduz deste trabalho e, principalmente, do Arquivo de Dados, que foi organizado e está à disposição dos interessados.

Do ponto de vista ambiental, verifica-se que é possível fazer-se controle e recuperação de áreas mineradas. No caso da MRN, apesar do descuido inicial com relação ao lançamento do rejeito, a empresa está, atualmente, voltada para a avaliação das possibilidades de recuperação do lago Batata.

Quanto às áreas mineradas, tentativas de sua recuperação se desenvolvem desde o começo da extração, com resultados até agora bons. O monitoramento também é feito.

Assim, a morfologia e os sistemas de mineração definidos no trabalho não represen-

tam graves danos ambientais e vêm sendo atendidos pelas medidas conservacionistas da empresa.

As condições sociais e econômicas decorrentes da atividade mineradora estreitamente relacionadas com as questões ambientais mostram que aí existem relações capitalistas de produção com atrativos especiais proporcionados pela empresa, localizada em área remota, do que resultam dificuldades na contratação de técnicos, com reflexo na grande rotatividade da mão-de-obra, assunto de empenho para redução.

O problema mais relevante, do ponto de vista das relações sociais e econômicas, diz respeito à apropriação da área por empresa multinacional, apesar da participação da estatal Companhia Vale do Rio Doce, porque os contratos de comercialização privilegiam a cartelização dos preços e dos fluxos comerciais.

O papel microrregional da MRN também é destacado, pois sua presença significa a implantação de um setor produtivo e de um núcleo urbano, embora seus reflexos macrorregionais sejam ainda pequenos, fazendo-se sentir apenas em Oriximiná, Óbidos e Santarém, e de maneira muito superficial. A empresa, na realidade, está isolada numa imensa área na margem esquerda do Amazonas. Atualmente, tal situação está sendo remediada com as instalações da Alcoa, nas vizinhanças da MRN, porém com o agravante de que se trata de outra multinacional.

Questão de realce no quadro regional refere-se ao fato de a MRN participar das alterações da Geografia do Alumínio no mundo, quando, com a crise do petróleo, as indústrias dos países industrializados voltaram-se para os países do Terceiro Mundo, detentores de minério e de energia elétrica abundante e barata. Hoje, o Terceiro Mundo é importante produtor de bauxita e de alumínio primário, embora tal fato não signifique a industrialização avançada, como seria justo e necessário.

BIBLIOGRAFIA

- A ALUMAR opera segunda fase. *Brasil Mineral*. São Paulo, 3(28):12-15, 1986.
 A CVRD e o Alumínio na Amazônia. *CVRD Revista*. Rio de Janeiro, 7(26):19-38, dez. 1986.
 BRITO, Octávio Elisio Alves de. Mineração e Meio Ambiente. *Mineração e Metalurgia*. Rio de Janeiro, 42(404):60-65, nov. 1978.
 CENSO Agropecuário: Pará. Rio de Janeiro, IBGE, 1979.
 Rio de Janeiro, IBGE, 1983-1984.
 CENSO Demográfico: Dados Gerais, Migração, Instrução, Fecundidade, Mortalidade. Rio de Janeiro, IBGE, 1982-1983.

- _____. : Pará. Rio de Janeiro, IBGE, 1970.
- _____. : Pará. Mão-de-Obra. Rio de Janeiro, IBGE, 1983.
- CENSO Industrial: Brasil. Rio de Janeiro, IBGE, 1980.
- _____., 1985.
- CENSO de Serviços: Pará. Rio de Janeiro, IBGE, 1980.
- _____., 1985.
- CENTRAIS Elétricas do Norte do Brasil: aproveitamento hidrelétrico de Cachoeira Porteira; relatório de estudos de impacto ambiental. Rio de Janeiro, mar. 1990.
- CONSOLIDADAS, Operações Empregam 85% de Pessoal Local. *Minérios, Extração e Processamento*. São Paulo, 13(149):58,62, jun. 1989.
- CURSO de Controle da Poluição na Mineração: alguns aspectos. Brasília, DNPM, 1986, 2v.
- DANTAS, Marco. A Questão do Alumínio: o presente e o futuro da indústria do alumínio no Brasil. *Amazônia Brasileira em Foco*. Rio de Janeiro, CNDDA, (14):9-49, 1981-1982.
- GARRIDO FILHA, Irene. Estudo da Área Mineradora de Bauxita do Trombetas e suas Conseqüências Regionais (relatório técnico). Brasília, CNPq, 1988, 22p.
- _____. et al. Mineração: uso do solo e meio ambiente na Amazônia - proposta metodológica. In: REVISITA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA, Rio de Janeiro, 51(3):25-51, jul./set. 1989.
- HERNALSTEENS, Celeste Maria de Oliveira.; LAPA, Reginaldo Pedreira. Bauxita de Porto Trombetas, Oriximiná, Pará. In: PRINCIPAIS DEPÓSITOS MINERAIS DO BRASIL; metais básicos não-ferrosos, ouro e alumínio. Brasília, DNPM, v.3, cap.25, 1988.
- KNOWLES, Oliver Henry. A Reabilitação do Lago Batata e Igarapé Caraná. (s.1.), Mineração Rio do Norte, 1989, 12p. (mimeo).
- _____. Plano Diretor Ambiental de Porto Trombetas, Problemas Ambientais e Custos. (s.1.), Mineração Rio do Norte, 1989.
- MINERAÇÃO e Meio Ambiente: impactos previsíveis e formas de controle. Belo Horizonte, IBRAM/Comissão Técnica de Meio Ambiente, 1985, 64p.
- MINERAÇÃO Rio do Norte Combate a Lama Vermelha. *CVRD Revista*, Rio de Janeiro, (9):88-90, set. 1986.
- MINERAÇÃO Rio do Norte Eliminará Poluição do Lago Batata. *Minérios, Extração e Processamento*. São Paulo, 11(132):38-46, jan. 1988.
- MINERAÇÃO Rio do Norte. Relatório Anual, 1988, 33p.
- PEREIRA, Flávio Soares.; KNOWLES, Oliver Henry. Recuperação das Áreas Mineradas pela Mineração Rio do Norte em Porto Trombetas. In: COLETÂNEA DE TRABALHOS TÉCNICOS SOBRE CONTROLE AMBIENTAL NA MINERAÇÃO. Brasília, DNPM, p.343-58, 1985.
- PROJETO para Eliminação do Lançamento de Rejeitos no Lago Batata. (s.1.), Mineração Rio do Norte, 1986.
- SÁ, Paulo.; MARQUES, Isabel. Análise Crítica da Política Mineral (parte final). In: BRASIL MINERAL, São Paulo, 6(51):52-55, fev. 1988.
- SINOPSE Preliminar do Censo Demográfico: Pará. VIII Recenseamento Geral de 1970. Rio de Janeiro, IBGE, 1970.
- _____. Pará. Rio de Janeiro, IBGE, 1980.
- SUMÁRIO Mineral. Brasília, DNPM, v.9, 1989.

RESUMO

Este artigo trata da mineração de bauxita no vale do Trombetas, no Pará, do ponto de vista das condições ambientais e sócio-econômicas, considerando a morfologia e os sistemas de mineração, as relações de produção e as condições regionais da atividade.

Constitui uma contribuição ao conhecimento da atividade mineradora na Amazônia, que se faz, no caso, com preocupações ambientais, embora originalmente tivesse havido descuidos no lançamento do rejeito no lago Batata.

ABSTRACT

This article deals with bauxite mining in Trombetas valley, Pará State, focusing environmental and social-economic conditions, mining morphology, mining systems, labour relation and regional aspects of that activity.

It brings a contribution to the knowledge of mining industry in the Amazon. The present case tries to protect natural environment, although at the beginning has thrown wastes into the Batata lake.