

# Beneficiamento de bauxita na Mineração Rio do Norte S/A

Rodrigo Azeredo Furquim Werneck \*  
Galib Abrahão Chaim \*\*

1. INTRODUÇÃO
2. GEOLOGIA DAS ÁREAS MINERALIZADAS
3. OPERAÇÕES DA MINA
4. OBJETIVOS DE BENEFICIAMENTO
5. INSTALAÇÕES DE BENEFICIAMENTO
6. DESEMPENHO DAS INSTALAÇÕES DE BENEFICIAMENTO
7. NOVOS PROJETOS NA MRN

\* Superintendente Geral da Mineração  
Rio do Norte S/A, de Porto Trombetas

\*\* Superintendente de Apoio Técnico da  
Mineração Rio do Norte S/A, de Porto  
Trombetas



## Resumo

A Mineração Rio do Norte S/A, criada em 1974, iniciou as operações da mina e planta de beneficiamento no primeiro semestre de 1979.

O fluxograma básico da planta foi desenvolvido a partir de ensaios feitos na Colorado School of Mining (EUA) com amostras representativas da jazida. Ele compreende a britagem primária, lavagem e classificação em peneiras rotativas e vibratórias, secagem em fornos rotativos, recuperação dos finos até 150 mesh em hidrociclones e desaguamento em filtros planos.

Posteriormente com a entrada em operação da planta, várias modificações foram feitas

para dar melhores respostas às variadas características do minério no que diz respeito à qualidade e recuperação do produto.

Atualmente, está na fase de projeto básico a implantação de novas baterias de hidrociclones para recuperar o minério entre 150 e 400 mesh.

A MRN está dedicando uma atenção especial ao rejeito produzido na planta, na tentativa de minimizar os danos ecológicos causados por esta lama.

Outro importante aspecto apresentado é o item energia. A MRN está investindo milhões de dólares em programas de utilização de combustíveis alternativos na secagem e geração de energia.

## 1. Introdução

As primeiras buscas de evidências de bauxita na Região Norte, foram feitas em 1950 pela Kaiser Aluminium Company, em Almerim, Juruti e de um modo geral, na calha do Rio Amazonas. Em 1964 geólogos da Alcan descobriram as ocorrências do minério no Lago de Faro e na área de Juruti-Parintins, locais relativamente próximos à região de Trombetas. Este trabalho executado facilitou e contribuiu para que em 1966, a própria Alcan descobrisse, com auxílio de fotografias aéreas e trabalho de campo, as jazidas de bauxita existentes em grande parte dos platôs localizados entre os rios Trombetas e Nhamundã. Ambos são afluentes na margem norte do Rio Amazonas. Esta região situa-se no Município de Oriximiná, Estado do Pará.

Somam-se a mais de um (1) bilhão de toneladas as reservas cubadas nesta região. Deste total aproximadamente 600 milhões de toneladas pertencem à MRN e o restante ao grupo formado pela associação Alcoa e Billiton. Desta reserva de 600 milhões de toneladas, cerca de 18% é constituída de bauxita nodular e o restante de bauxita maciça ou compacta.

Em junho de 1967 foi constituída pela Alcan, a Mineração Rio do Norte com a finalidade

específica de executar os trabalhos de pesquisa e o projeto para aproveitamento das jazidas sob seu controle, iniciados realmente em 1971. Contudo em 1972, com a acentuada recessão que repercutiu diretamente nos mercados de matéria prima, o grupo foi obrigado a paralisar os investimentos nesta área.

Em 1973, a Alcan, já associada à CVRD como patrocinadoras do projeto, empreenderam programas de visitas à sócios compradores em potencial, nos EUA, Japão e Europa. Como resultado dos contratos de vendas firmados nesta época, em 1976 foram retomados os trabalhos de construção definitiva do projeto. A Mineração Rio do Norte foi mantida como veículo para esta nova fase, porém constituída de novos sócios. Após algumas alterações a composição atual dos sócios compradores na MRN é a seguinte: CVRD (46%), Alcan (24%), CBA (10%), Billiton (5%), Reynolds (5%) e Norks Hydro (5%). As operações da mina e planta foram iniciadas no 1º semestre de 1979 e o 1º embarque foi em agosto deste mesmo ano. O contrato de venda firmado entre a MRN e os compradores prevê o fornecimento de minério com as especificações abaixo:

Alumina aproveitável ( $Al_2O_3$ ap.)	- 50%
Silica reativa ( $SiO_2$ re.)	- 4%
Umidade	- 5%

As figuras Nº 1 e 2 mostram a localização de Porto Trombetas.

Figura 1 -

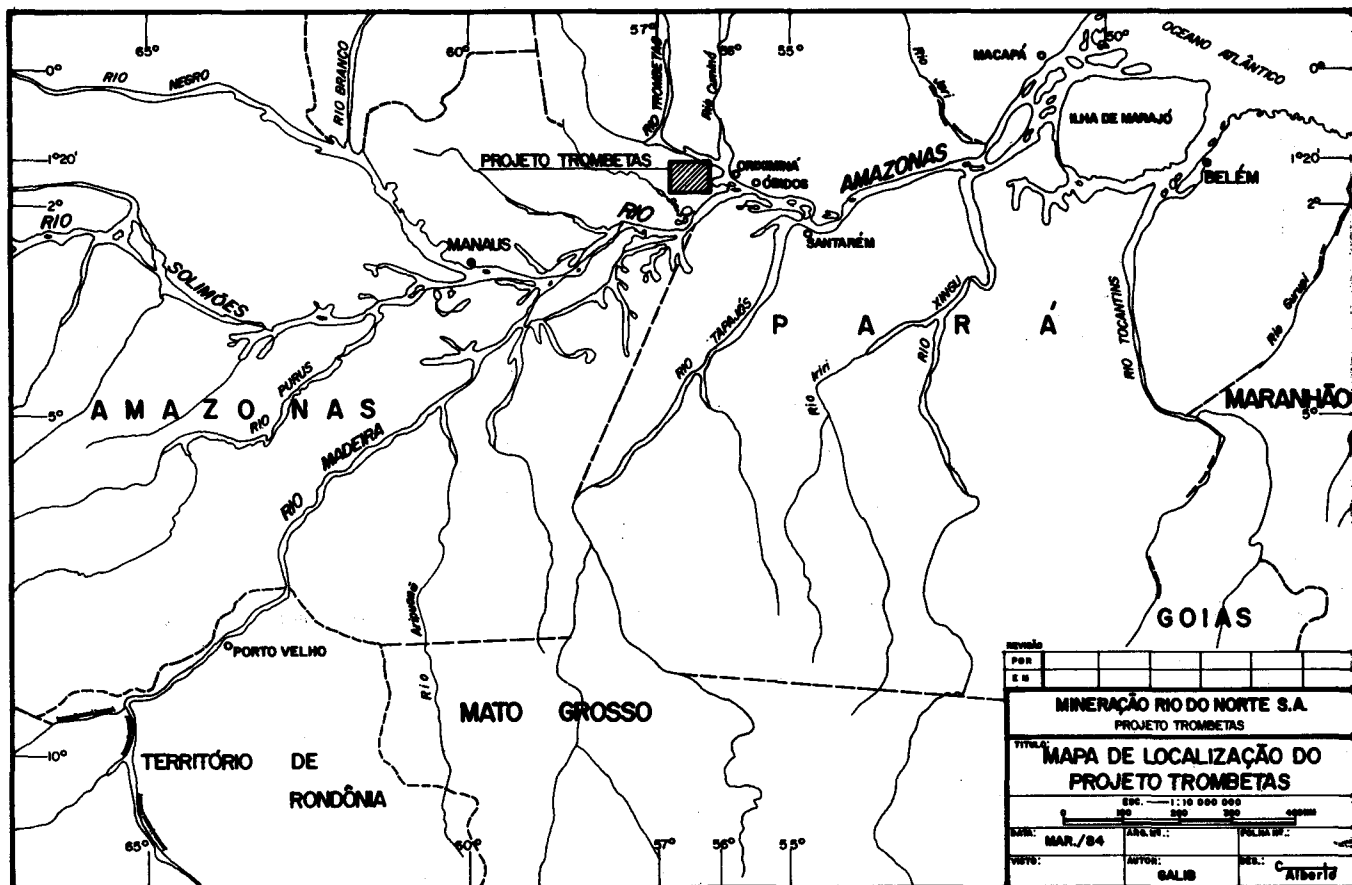
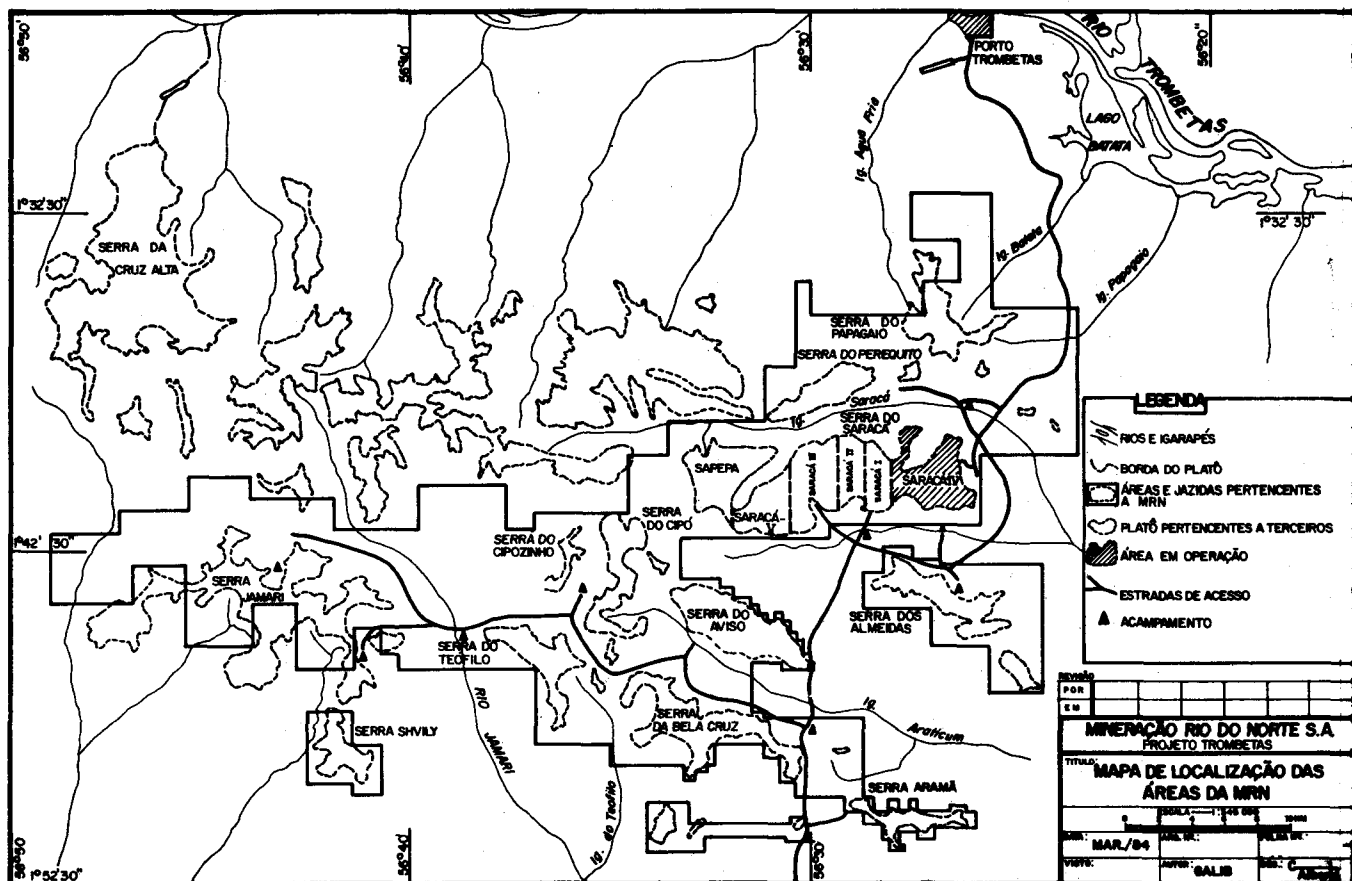


Figura 2 -



## 2. Geologia das áreas mineralizadas

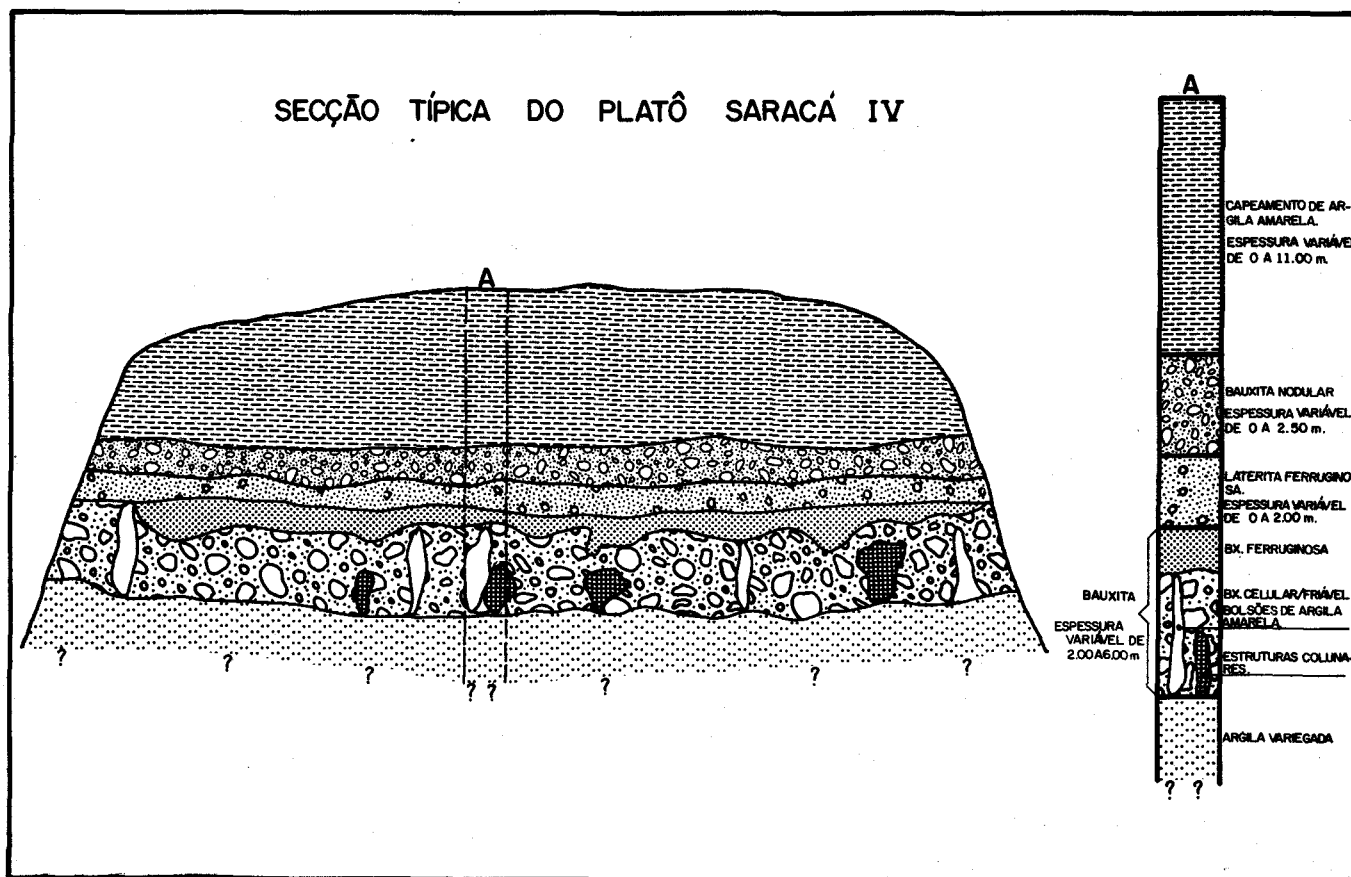
A bauxita da região de Trombetas ocorre em platôs de grande extensão e de altura variando entre 50 a 200m, formando camadas contínuas e sub-horizontais em toda extensão dos mesmos. O perfil típico das áreas mineralizadas mostra uma cobertura densa de mata superpondo-se a uma camada de terra vegetal com espessuras variando de 0 a 0,40m. Abaixo desta terra segue uma camada de 11m, em média, de argila caulinitica amarela e plástica (argila Belterra). Na base desta argila, em camadas variando entre 0 a 2,5m, ocorre a bauxita nodular. Ela é constituída de pisólitos ferruginosos e nódulos de gibbsita que não são aproveitados atualmente por apresentarem um elevado teor de sílica reativa. Abaixo da bauxita nodular ocorre uma camada de laterita ferruginosa com espessura variando de 0 a 2,0m. Finalmente abaixo da laterita segue a bauxita com espessuras entre 2 e 6,0m.

A bauxita de Trombetas é essencialmente gibbsítica (tri-hidratada) com menos de 1,0% de boehmita (mono-hidratada). Os principais constituintes desta bauxita são: Gibbsita, caulinita, hematita e goethita. O topo da camada de bauxita é formado por uma capa dura de bauxita ferruginosa, quartzosa com a 1 a 2,0m de espessura que localmente pode se adentrar de forma vertical ou inclinada, podendo atingir até a argila variegada, situada na base da camada de bauxita.

A parte média e inferior da camada é formada por bauxita de texturas variáveis como por exemplo, granular, friável, porosa, etc. A medida em que se aproxima da argila de base predominam os blocos de bauxita disseminados na própria matriz argilosa, caracterizando um contato de base irregular, porém bem definido. Dentro da própria camada de bauxita ocorrem normalmente bolsões verticais de argila caulinitica que são lavradas em conjunto com o minério.

A figura Nº 3 mostra um perfil típico da jazida.

Figura 3 -



## 3. Operações da mina

As operações da mina são compostas, por ordem, das seguintes etapas:

a) Desmatamento - executado por tratores de esteira Cat D-8 e Komatsu 155. As madeiras de boa qualidade são aproveitadas pela própria companhia. São desmatados anualmente cerca de 70ha.

b) Decapeamento - consiste na remoção das camadas de solo vegetal, argila amarela, bauxita nodular e laterita. Atualmente são empregados dois métodos de remoção de estéril. O 1º utiliza 2 draglines de sapatas (walking draglines) providas de caçambas de 17j<sup>3</sup> e lança de 53m. O 2º método emprega uma frota de 4 motoscrapers de 24j<sup>3</sup> com 1 motor. Este 2º sistema é aplicado somente nos bordos do platô, onde a espessura do capeamento é pequena. Nos

dois métodos é obrigatória a remoção prévia da terra vegetal para ser aplicada nas áreas de reflorestamento. A laterita é aproveitada para pavimentação de ruas e estradas quando necessário.

- c) Perfuração e desmonte - utilizado para quebrar a capa dura da camada de bauxita. A perfuração é feita por duas perfuratrizes do tipo trado montadas em caminhões Mercedes. Quanto aos explosivos a MRN utiliza dois tipos: AN/FO e lama explosiva industrial. AN/FO é aplicado somente em furos sem a presença de água.
- d) Lavra e transporte - A lavra do minério é feita de duas maneiras: na 1ª são empregadas 3 retroescavadeiras de cabo, com caçamba de 6,5j<sup>3</sup> carregando os caminhões que trafegam no topo da camada de bauxita. O 2º sistema emprega carregadeiras com caçambas de 7j<sup>3</sup>, operando na argila de base, carregando os caminhões. A frota de caminhões fora de estradas da MRN é de 14 unidades de 32t cada. Os caminhões carregados transportam o minério até o britador primário dando início ao beneficiamento.

Os teores médios da área Saracá IV onde são feitas as lavras atuais são: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ap. 51,6%; SiO<sub>2</sub> re. 3,29%. Estes dados, coletados durante a pesquisa, se referem a bauxita britada, escrubada e lavada em malha de 20 mesh. Os teores do minério bruto são em média os seguintes: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ap. 42%; SiO<sub>2</sub> re. 7%.

## 4. Objetivos do beneficiamento

Conforme mencionado no item 2, a presença de bolsões de argila caulinitica na camada de bauxita e o contato irregular com a argila de base que dificulta o corte preciso das escavadeiras, são as principais fontes de contaminação do minério. Nos bordos do platô a qualidade da camada de minério é pior devido ao processo erosivo mais acentuado nestes locais. A maior ou menor presença de argila no minério reflete diretamente no teor de sílica reativa e fisicamente, na lavagem do minério (eliminação da argila).

Maior concentração de sílica provoca um acentuado aumento no consumo de NaOH (soda cáustica), que é utilizada para a dissolução da alumina contida na bauxita e que representa em média 20% do custo de produção desta mesma alumina. A sílica reativa reage com a alumina e com a soda formando um complexo silicatado de alumina e sódio que se precipita junto com a lama vermelha que é o rejeito do processo. Parte da soda cáustica é recuperada no tratamento desta lama. Em geral, para a produção de 1t de alumina desidratada, o processo Bayer típico, necessita de 30 a 100kg de soda cáustica para reposição, no tratamento de 2 a 3,0t de bauxita, dependendo do tipo e qualidade do minério.

Os objetivos do beneficiamento de bauxita da MRN são: Redução de tamanho e eliminação da argila presente no minério por classificação mecânica para que com isto diminua o teor de sílica reativa e aumente

o teor de alumina aproveitável do produto exportado.

Os primeiros testes em escala piloto para determinação do fluxograma mais apropriado para a bauxita da Mineração foram feitos na Colorado School of Mines em 1970. Foram executados testes de beneficiamento de bauxita nodular e maciça. Abaixo apresentamos algumas conclusões mencionadas no relatório da CSM:

- a) O minério maciço pode ter efetivamente o seu teor elevado por tratamento em tambor rotativo de escrubagem seguido de lavagem em tromel e peneiras vibratórias. O undersize é deslamado em 200 mesh por peneiras DSM e classificador de espiral em série. A recuperação neste esquema foi de 66,5% com um produto de 4,18% de SiO<sub>2</sub> re. e 51,2% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ap. A recuperação metalúrgica da alumina foi de 81%.
- b) A bauxita nodular pode também ter o seu teor elevado por escrubagem em tambor rotativo seguido de lavagem em tromel e peneira vibratória, sendo rejeitado o material abaixo de 6 mesh. A recuperação em massa foi de 45,2%. A recuperação em alumina foi de 74,9%.
- c) Uma combinação de 82% de bauxita maciça de 18% de nodular (semelhante a razão natural da ocorrência) com deslamagem em 200 mesh deu 66,8% de recuperação em massa, 4,36% SiO<sub>2</sub> re, 50,2 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ap. e 84,1% de recuperação em alumina.
- d) O lavador tipo "log washer", utilizado nos testes, pode ser substituído por um tambor rotativo de escrubagem sem maiores alterações nos resultados.
- e) A adição de um segundo estágio de deslamagem utilizando máquinas de atrição vertical não é benéfica porque a perda de alumina através dos finos é muito acentuada.
- f) A lavagem da bauxita maciça em peneiras vibratórias não é suficiente para remover a argila aderente e os testes indicaram que a escrubagem mecânica é necessária.
- g) A britagem do minério compacto em 3/4" não apresentou nenhuma diferença da britagem em 3" sendo portanto desnecessária.

Outros itens determinados pela CSM na amostra de cabeça de bauxita maciça:

- Umidade da amostra de cabeça (-3"): 10,9%
- Peso específico da amostra de cabeça (-3") solta : 1,20t/m<sup>3</sup>  
levemente compactada : 1,50t/m<sup>3</sup>
- Densidade relativa dos sólidos
 

amostra de cabeça	: 2,38
fração -3+2"	: 2,35
fração -8+14M	: 2,51
fração -48+100M	: 2,48
fração -200+400M	: 2,57
- Bond workindex em 10 pedaços de minério natural no tamanho de -3+2"
 

WI (médio)	: 5,67
WI (máximo)	: 8,71

- Consumo energético na redução da amostra de 8" para 1"

KW/h/t (médio)	: 0,0922
KW/h/t (máximo)	: 0,1416
HP/h/t (médio)	: 0,1235
HP/h/t (máximo)	: 0,1897

- Desgaste em g(aço)/t minério na redução de 8" para 3" em britador cônico

médio	: 0,0167
máximo	: 0,0256

através de todas as informações básicas obtidas nos testes da CSM, a Alcan delineou o projeto básico das instalações existentes. O projeto integral e detalhado foi executado posteriormente, já na 2ª fase da obra, pela Internacional Engenharia S/A - IESA, em conjunto com a própria equipe de engenharia da MRN.

## 5. Instalações de beneficiamento

### 5.1. Britagem e carregamento de vagões

O ROM, transportado por caminhões de 32t com maticos de até 48" é despejado em moega provida de classificador-alimentador de rolos (Wobbler Feeder) com velocidade controlada. O afastamento entre os rolos é de 3 1/2". O minério não passante é transportado pelo próprio alimentador até um britador de martelos em 3 filas a 120° com 5 unidades de 480kg cada. A velocidade de rotação no eixo de fixação dos martelos é de 910rpm. A potência instalada no britador é de 700HP. O sistema de transmissão acoplamento é por embreagem acionada por ar comprimido com pressão de 90 PSI. Tanto o britador como o classificador são fabricados pela Hammermills - EUA.

Cerca de 95% do produto está abaixo de 4". O controle deste tamanho é feito pelo distanciamento da placa de fratura aos martelos. O desgaste dos martelos é da ordem de 0,3379g/t, sendo que a vida útil média do conjunto é de 700.000t, após o que as 15 unidades são substituídas por novas peças e encaminhadas para recuperação.

O minério passante no classificador e o produto caem no mesmo sistema de correias que os transportam até a estação de carregamento de vagões ou para uma pilha de emergência. Faz parte do conjunto de correias transportadoras da mina, uma correia regenerativa. Ela é provida deste sistema devido ao transporte ser de cota superior para inferior. A energia gerada por este sistema é aplicada diretamente na distribuição da mina.

O carregador de vagões é do tipo móvel com passagem automática de um vagão para outro. A composição é movimentada pela própria locomotiva. O minério é transportado de Saracá até o Porto Trombetas, numa distância de 30km, onde será completado o beneficiamento. O transporte ferroviário é feito através de 4 composições com 22

vagões gôndola dual de 78t (coroados) cada. A bitola da linha é de 1,0m. Cada composição é tracionada por locomotivas GM12 de 1300HP. A MRN possui 5 destas máquinas.

O tempo de percurso de Saracá à PTR é de 52' com velocidade média de 30km/h. No sentido inverso o tempo é de 42' com velocidade média de 38km/h. A capacidade nominal do sistema ferroviário é de 20 viagens carregadas por dia (24h) correspondendo a uma produção de 34.000t. Atualmente são necessárias entre 12 e 14 viagens por dia para atender ao programa de produção. Em 1983 as instalações britador e carregador de vagões produziram 5,0 milhões de toneladas de minério bruto com a taxa horária de 1300t/h.

### 5.2. Virador de vagões e sistema de alimentação da planta

Os vagões com minério são descarregados por um virador de vagão com plataforma única de fabricação McDowell - Wellman (EUA). Sua capacidade máxima de descarga é de 38 vagões por hora, correspondendo aproximadamente a 2.770t. O ciclo completo é de 94,7seg. O minério é descarregado diretamente em uma moega provida de um alimentador de placas de velocidade regulável. A largura deste alimentador é de 1,80m e capacidade compatível com o virador. Por sua vez o alimentador descarrega o minério em um sistema de correias transportadoras que alimenta direto a planta de lavagem ou então empilha-o em pátio para posterior retomada com carregadeira tipo Cat 988B.

### 5.3. Planta de lavagem

A taxa de alimentação da lavagem é controlada pela velocidade do alimentador de placas e indicada na balança situada na entrada da planta. No próprio chute de descarga da correia de alimentação é adicionado água para diluir o minério (sai da mina com 12% de umidade) para 60 e 70% de sólidos. A taxa horária média de alimentação é de 1300t/h.

Através de divisores de fluxo a polpa de minério é distribuída em 3 peneiras rotativas. Cada uma destas peneiras tem 11m de comprimento, 3m de diâmetro externo, inclinação de 5° e velocidade de 16rpm. Os primeiros 5m do tambor são fabricados em chapas e não possuem aberturas. Internamente estes 5m são providos de aletas revolventes e direcionais que provocam a atrição do material durante a sua passagem por esta seção. O tempo de residência do minério nesta fase é de 1 minuto.

Após esta escrubagem o material passa por transbordamento para a seção onde serão feitas a classificação e lavagem simultaneamente. Esta parte funciona como um tromel e possui duas malhas. A interna é feita de chapas calandradas, com furos circulares de 1" e a externa de telas com aberturas de 1/4". O minério durante a passagem pela peneira é submetido também à ação de jatos de água de alta pressão (4kg/cm<sup>2</sup>) em forma de leque para facilitar a desagregação da argila do minério. O tempo total de passagem do minério pelas peneiras rotativas é de 1,5 minutos.

Tanto o minério acima de 1/4" como o acima de 1" caem em 3 peneiras vibratórias (1 para cada peneira rotativa) de dois decks sendo o superior de 1" e o inferior de 1/4". As funções destas peneiras são eliminar o excesso de água proveniente das peneiras rotativas e relavar a fração entre 1" e 1/4", já que nas peneiras rotativas esta fração fica "escondida" entre as duas telas.

A polpa de minério abaixo de 1/4", tanto das peneiras rotativas como das desaguadoras é distribuída para três peneiras vibratórias (3 para cada rotativa) de dois decks. O superior de 4,5mm e o inferior de 1,6mm. Todas as peneiras vibratórias são providas de chuveiros de água em forma de leque com pressão de 5kg/cm<sup>2</sup>. Sob o efeito da vibração e da água consegue-se desagregar mais a argila e classificar melhor o minério. O consumo médio de água industrial na planta de lavagem é de 1,3m<sup>3</sup> por tonelada de minério bruto.

As frações acima de 1/4" e 1,6mm caem em um mesmo sistema de correias transportadoras que as levam, como produto único, até os secadores ou até a pilha de estocagem de minério lavado. A polpa do minério abaixo de 1,6mm é dirigida por canaletas até três tanques providos de 3 bombas verticais centrífugas que a transfere até o sistema de recuperação de finos.

Duas modificações fundamentais foram feitas na planta de lavagem, após o "start-up" e que alteraram sensivelmente a qualidade do produto. A primeira foi a troca de todas as telas de aço das peneiras vibratórias por telas rígidas de poliuretano. Com esta modificação foi possível aumentar simultaneamente a frequência e a amplitude de vibração das peneiras facilitando sobremaneira a eficiência de classificação (desaguamento) e consequentemente a qualidade do produto. Além disto a vida útil média das telas de aço eram de 2 semanas no máximo. Temos atualmente telas de poliuretano com até 3 anos de operação.

A segunda modificação foi a instalação das peneiras desaguadoras. A consequência mais importante desta modificação foi a queda do consumo específico de combustível nos secadores. A redução da umidade do produto das peneiras rotativas com a instalação destas desaguadoras foi de 15 para 10%. Além disto, aumentaram a eficiência de classificação e a qualidade da fração -1+1/4".

### 5.3.1. Eficiência da Lavagem

A eficiência da lavagem é medida por duas maneiras. A primeira compara o teor de minério no produto da lavagem com o teor da mesma amostra relavada em laboratório. De uma mesma amostra, 50% é analisado como produto da lavagem e 50% é relavado na malha 14 mesh e analisado. A diferença entre um valor e outro "mede" tanto a eficiência de lavagem como a lavagem do minério. Os valores médios obtidos em 83 foram:

	Prod.Lav.	Prod.Lav.Relav.	Diferença
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ap.	49,8%	50,7%	+ 0,9
SiO <sub>2</sub> re.	3,4%	3,0%	- 0,4

Este controle tem efeito posterior e auxilia a busca de melhores técnicas e/ou equipamentos de operação, além de ser utilizado pelo controle de qualidade para o planejamento de lavra semanal.

A segunda maneira é o controle visual durante a operação. Este controle é feito pelo próprio operador da planta e tem efeito imediato. Neste caso é medida a eficiência da lavagem do minério bruto. Como foi mencionado no capítulo sobre geologia, existe um tipo de minério mais argiloso e friável no qual a remoção da argila torna-se particularmente difícil. Foram feitos testes comprovando que aumento do tempo de escrubagem pouco influi na remoção desta fração argilosa, nas faixas granulométricas dos produtos atuais. Por outro lado uma atrição mais intensa provocaria maior geração de finos acarretando perda de alumina. A consequência imediata da presença deste minério é a sua aderência nas telas das peneiras vibratórias, "cegando-as", e provocando a passagem direta da polpa para as correias transportadoras. A primeira providência tomada pelo operador é reduzir a taxa de alimentação da planta mantendo a mesma vazão de água. Com este minério a produtividade horária da planta diminui de 15 a 20%.

A diferença entre os teores do produto lavado e do produto relavado em laboratório para o minério mais argiloso aumentam até 2% em alumina e 0,6% em sílica, demonstrando a baixa eficiência de classificação. Não é difícil os teores do produto lavado atingirem 48% e 4,0% em alumina e sílica nos casos mais extremos. Os efeitos da presença de minério mais argiloso nas instalações são:

- O aumento da presença de argila eleva a umidade aumentando o consumo específico dos secadores.
- Diminui a recuperação metalúrgica na lavagem, a recuperação em massa dos ciclones e a recuperação final de beneficiamento.
- Provoca uma queda acentuada na qualidade do produto de exportação e como consequência as penalidades sobre o preço de venda.

A planta de lavagem, em 1983, operou nas seguintes condições:

- Recup. massa : 60,2% (base úmida)
- Recup. metal : 72,0% (alumina)
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ap. : 49,80%
- SiO<sub>2</sub> re. : 3,42%
- Taxa Aliment.: 1.300t/h

Estão sendo programados estudos objetivando a instalação de lavadores tipo "log washer" para a relavagem da fração abaixo de 1/4" que é onde se situa a maior concentração de argila.

As distribuições granulométricas e teores médios da alimentação, produto e rejeito da lavagem estão na tabela I em anexo.

## 5.4. Recuperação dos finos

As atuais instalações de recuperação dos finos rejeitados pela planta de lavagem, constam de uma bateria de ciclonagem primária com 6 ciclones de 26", dois ciclones de 26" para ciclonagem secundária e dois filtros planos de 16m<sup>2</sup>. A fração



recuperada nestas instalações está entre 14 e 150 mesh.

A polpa do undersize da lavagem é bombeada para um tanque regularizador de fluxo e daí é retomada e bombeada até a bateria de 6 ciclones. As características desta operação são as seguintes:

Ciclones Krebs : D26B  
 Nº em operação : 05  
 Diâmetro apex (fixo) : 3 1/4"  
 Diâmetro vortex : 8"  
 Pressão entrada : 11PSI  
 Vazão média : 340m<sup>3</sup>/h/ciclones  
 Dens. polpa alim. : 1,16  
 Porc. sol. alim. : 22%  
 Porc. sol. overflow : 16%  
 Porc. sol. underflow : 70%

As análises granulométricas típicas estão na tabela I.

Tabela I -

ALIMENTAÇÃO DA LAVAGEM					
Faixas	% Simples	% Acum.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
+1"	29,6	29,6	50,8	2,7	12,5
- 1 +1/4"	16,9	46,5	50,3	3,3	11,7
-1/4+8M	8,4	54,9	50,2	3,2	12,3
- 8 +14M	4,5	59,4	48,7	3,9	12,3
-14 +150M	14,6	74,0	51,0	2,5	11,8
-150	26,0	100,0	21,1	18,6	19,2

PRODUTO DA LAVAGEM					
Faixas	% Simples	% Acum.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
+1"	51,0	51,0	52,0	1,7	12,6
-1 +1/4"	23,0	74,0	50,7	2,8	11,9
-1/4+14M	23,0	97,0	50,3	3,0	11,9
-14	3,0	100,0	38,0	8,8	15,7

REJEITO DA LAVAGEM					
Faixas	% Simples	% Acum.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
-14 +150M	33,8	33,8	51,3	2,5	11,4
-150+400M	13,2	47,0	50,7	2,5	12,7
-400	53,0	100,0	12,7	23,1	21,2

UNDERFLOW PRIMÁRIO					
Faixas	% Simples	% Acum.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
-14 +150M	85,2	85,2	50,8	2,4	12,1
-150+400M	6,2	91,4	47,3	1,8	17,8
-400	8,6	100,0	13,8	21,2	23,5

OVERFLOW PRIMÁRIO					
Faixas	% Simples	% Acum.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
-14 +150M	6,0	6,0	54,5	2,2	8,2
-150+400M	16,8	22,8	22,8	2,5	11,5
-400	77,2	100,0	12,3	23,2	20,1

UNDERFLOW DOS CICLONES SECUNDÁRIOS					
Faixas	% Simples	% Acum.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
-14 +150M	92,6	92,6	51,1	2,3	11,5
-150+400M	4,6	97,6	45,2	1,7	30,7
-400M	2,8	100,0	17,5	17,5	27,1

O underflow dos ciclones cai direto dentro de um tanque onde é adicionado água para diluí-lo até 30% em peso e facilitar o seu bombeamento até a ciclonação secundária situada a 400m de distância. A polpa é dividida e injetada diretamente nos dois ciclones de 26". O underflow destes ciclones, com 70% de sólidos, cai sobre dois filtros planos (um por ciclone) onde é feito o desagamento final.

Além da função desagadora os ciclones secundários eliminam grande parte da argila que é desagregada durante o bombeamento da polpa. Esta argila muito fina sela a superfície da torta no filtro impedindo a passagem do ar na etapa de secagem provocando umidades de até 18%, quando normalmente se obtém 14 e 15%.

A seguir estão as características operacionais destas instalações:  
 Ciclones secundários Krebs : D26B  
 Número em operação : 2 (1 por filtro)  
 Apex regulável : 4 1/2 a 5"  
 Vortex : 8"  
 Pressão de entrada : 3PSI  
 Vazão média : 180m<sup>3</sup>/h/ciclone  
 Dens. polpa alim. : 1,23  
 Porc. sol. alim. : 30%  
 Porc. sol. overflow : 2%  
 Porc. sol. underflow : 70%

Filtros horizontais Humboldt-Wedag Pl6  
 Área do prato : 16m<sup>2</sup>  
 Velocidade rotação : 1,10rpm (regulável)  
 Espessura torta : 3"  
 Vácuo de trabalho : 5" Hg  
 Vácuo máximo : 17"  
 Malha da tela : 65 mesh (aço inox)  
 Bombas de vácuo Nash CL 4001: 02 unidades em paralelo

A análise granulométrica típica do produto dos ciclones está na tabela I.

Tanto o líquido filtrado como o overflow dos ciclones secundários são bombeados de volta a planta de recuperação primária onde juntos com o overflow dos ciclones primários são bombeados para a bacia de rejeitos. O produto dos filtros é estocado a céu aberto ou misturado com o produto seco vindo dos secadores e estocado em local coberto onde serão retomados para a exportação.

Em 1983 as instalações de recuperação de minério fino tiveram o seguinte desempenho:

Produção : 630.000t  
 Rec. sobre ROM : 12,5%  
 Proporção sobre produto final : 18,4%  
 taxa de recuperação : 124 t/h  
 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ap. : 50,18%  
 SiO<sub>2</sub> re. : 2,58%  
 Umidade : 14%

## 5.5. Secagem, estocagem e exportação

Todo minério classificado acima de 14 mesh, ou seja, a fração grossa produzida pela lavagem, ou alimenta diretamente os secadores ou é estocado em pilha para posterior retomada.

São utilizados dois secadores rotativos para redução da umidade do minério de 12 para 3,5% em média. O combustível utilizado nos queimadores é o óleo tipo "A" (BPF). Cada secador consome em média 3000kg/h deste óleo para produzir 375tph de minério. A temperatura de trabalho na entrada da câmara rotativa é de 1200°C. Trabalha-se atualmente com 120% de excesso de ar na combustão. A temperatura dos gases na saída do secador é de 100°C.



Tabela II -

Ano Instalação	RENDIMENTO (%)				PRODUTIVIDADE (T/H)				CONSUMO ESPECÍFICO (KG/T)			
	80	81	82	83	80	81	82	83	80	81	82	83
Britagem	67	68	71	76	989	1080	1031	1314	-	-	-	-
Lavagem *	71	64	72	82	936	1116	1182	1293	-	-	-	-
Filtragem	73	79	86	91	119	117	132	124	-	-	-	-
Secagem **	74	63	71	89	379	250	228	383	11,12	9,43	8,98	7,14

Números da instalação (3 peneiras rotativas).

\*\* Números de cada secador.

## 7. Novos projetos na MRN

Vários projetos estão sendo implantados pela companhia, perfazendo um investimento total de 22,5 milhões de dolares e que deverão estar prontos até o final de 1985. O primeiro deles será a montagem de mais dois estágios de ciclonagem para a recuperação da fração 100 a 400 mesh, atualmente rejeitada quase que na totalidade.

Todas as polpas consideradas hoje como rejeitos serão cicladas em 3 baterias com 102 ciclones de 4" cada, no primeiro estágio. O underflow produzido neste estágio será diluído e ciclado em mais uma bateria de 108 ciclones de 4" também. O underflow deste 2º estágio será despejado em 3 filtros de tambor onde será feito o desaguamento da polpa.

A recuperação desta fração representará um acréscimo de 70 a 100tph na produção final e um aumento na recuperação em massa de cerca de 7%. Além disto haverá um substancial enriquecimento do produto final, face ao alto teor de alumina e baixo teor de sílica desta fração.

O investimento total deste projeto é da ordem de 3,5 milhões de dolares e está com início de operação previsto para o final deste ano.

O segundo projeto é a substituição das fornalhas dos secadores que hoje utilizam óleo combustível por fornalhas de leito fluidizado que queimarão cavacos de madeira substituindo integralmente o derivado de petróleo. Os trabalhos de instalação da primeira unidade serão iniciadas em julho e a partida do sistema está prevista para dezembro deste ano.

Em paralelo ao projeto cavaco, está sendo montada toda a estrutura de fornecimento das toras de madeira por parte da companhia contratada pela MRN. As fases de derrubada da mata, corte e preparação das toras serão executadas na região de Cachoeira Porteira, situada 80km a montante de Porto Trombetas através do rio. A área onde será retirada a madeira deverá ser futuramente coberta por água, pois fará parte da bacia de inundação

da hidroelétrica de Cachoeira Porteira, conforme projeto da Eletronorte.

As toras serradas em C.P serão transportadas em balsas através do rio. No porto da MRN serão retomadas, estocadas em pátio e retomadas após secagem ao tempo de 3 meses. Um sistema de alimentadores e correias conjugado com tratores irá transportar as toras para dois picadores e daí diretamente para o silo das fornalhas onde serão queimados os cavacos. Cada secador consumirá em média 15t/h de cavaco com 35% de umidade.

O investimento global do projeto de substituição e fornecimento de matéria prima é da ordem de 7,0 milhões de dolares.

O terceiro projeto será a instalação de uma turbina a vapor para gerar 7.500Kw para operar em paralelo com o sistema atual de geração de energia que utiliza óleo combustível tipo "A" misturado com diesel. A caldeira que irá gerar o vapor para acionar a turbina será dotada de uma fornalha que irá queimar cavacos, utilizando a mesma estrutura de fornecimento criada para os cavacos consumidos nos secadores.

O investimento neste projeto, que deverá entrar em operação no fim de 1985 será de 12,0 milhões de dolares.

Além destes projetos de curto e médio prazo, a MRN está desenvolvendo estudos para transferir a planta de lavagem para a mina face a dois objetivos. O primeiro atender a expansão de produção para até 10 milhões de toneladas/ano de produto final.

O segundo, mais complexo, refere-se a deposição do rejeito produzido atualmente na planta de beneficiamento. São despejados hoje cerca de 1.800m<sup>3</sup>/h de polpa com cerca de 13 a 15% de sólidos em uma bacia natural formada por um dos braços e parte do Lago Batata, próximo a Porto Trombetas. A MRN está desenvolvendo um intenso programa de pesquisa em conjunto com a Paulo Abib Engenharia e a Bromwell (EUA) para analisar, como primeiro objetivo, qual a forma mais econômica e ecologicamente menos danosa de depositar este rejeito atual, durante no máximo mais 4 anos até a mudança da planta para a mina.

O segundo objetivo destas pesquisas é analisar o comportamento do rejeito, a longo prazo, para verificar a possibilidade de misturá-lo, após um determinado período de adensamento em pequenas barragens, nas pilhas formadas pelas draglines durante a remoção da cobertura do minério. Sendo viável esta hipótese salvar-se-ia uma enorme área de mata virgem que deveria ser utilizada como bacia de deposição. Sob qualquer ângulo, o rejeito e as suas consequências na ecologia é o item que maior preocupação causa à Mineração Rio do Norte.