

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia de Minas

ESTÁGIO REALIZADO NA IMERYS - RCC

ADRIANA BURIN

Relatório de Estágio Supervisionado
Para obtenção do título de Engenheiro de Minas

Trabalho realizado na empresa Imerys - Rio Capim Caulim, sob a supervisão do Prof. Dr. João Felipe Coimbra Leite Costa do Laboratório de Pesquisa Mineral do Departamento de Engenharia de Minas (Escola de Engenharia da UFRGS), dentro do do Programa de Estágio Supervisionado faz parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro de Minas.

Área de Concentração do Estágio Supervisionado: Lavra e Beneficiamento

Porto Alegre
2000

Esse Trabalho de Estágio Supervisionado foi julgado adequado para a obtenção do título de Engenheiro de Minas e aprovado em sua forma final, pelo Orientador e pela Comissão Examinadora do Curso de Graduação em Engenharia de Minas.

Orientador: Prof. Dr. João Felipe Coimbra Leite Costa

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. João Felipe Coimbra Leite Costa

Prof. Dr. Carlos Petter

Eng. João Francisco

Eng. Milton Carricondi

Eng. Alexandre Grigorieff

que possibilitou diligente e infatigavelmente a elaboração deste trabalho, com João Felipe pelo estímulo, incentivo e esforço pessoal, credíveis e amáveis da FGV, pelas sugestões e contribuições.

Dedico a meu pai.
A minha mãe e aos meus irmãos Rafael e Tarcisio

AGRADECIMENTOS

A todos que colaboram direta ou indiretamente na elaboração deste trabalho, o meu reconhecimento.

Ao professor João Felipe pelo estímulo, dedicação e esforço pessoal proporcionado.

Aos funcionários e amigos da RCC pelas sugestões e contribuições.

I. INTRODUÇÃO

O presente relatório de estágio supervisionado desenvolvido na Imerys RCC, apresenta as etapas de trabalho desenvolvidas na mineração de caulim durante a fase de pesquisa e exploração do minério e pré-beneficiamento na mina, até a fase de beneficiamento na planta, produtos obtidos e mercados a que se destinam.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo a descrição das etapas envolvidas no desenvolvimento dos trabalhos realizados na mina e no beneficiamento do caulim.

De forma mais específica pretende-se: (i) descrever o método de cubagem utilizado, (ii) demonstrar a importância de um bom acompanhamento durante a lavra visando a economia máxima da empresa e (iii) relatar testes de controle de qualidade do material. Na fase de beneficiamento serão descritos os testes visando melhoras no processo de moagem o que induzirá a uma economia geral dos custos, bem como ganhos no produto resultante nesta etapa do processo.

3. LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A jazida de Caulim, fonte de matéria-prima para a unidade de pré-beneficiamento na mina e a planta de beneficiamento na unidade industrial, situa-se na Amazônia Oriental, no Estado do Pará, município de São Domingos do Capim. Geograficamente, a jazida localiza-se à margem esquerda do Rio Capim (afluente do Rio Guamá), a cerca de 130 km em linha reta a sudeste da cidade de Belém (fig. 1).

O acesso a jazida pode ser feito por via rodoviária a partir de Belém, através da rodovia BR-316 até Santa Maria do Pará (102 km), tomando-se a partir daí a BR-010 (Belém-Brasília) até próximo ao marco denominado "km 81", nas proximidades de São Domingos do Capim Novo (115 km), seguindo rumo oeste por estrada de terra até a margem direita do Rio Capim (25 km), perfazendo uma distância total de 242 km.

O acesso por via fluvial a partir de Belém é feito pelos rios Guamá e Capim, tanto por embarcações de pequeno porte (lanchas ou barcos) quanto por balsas. A distância por via fluvial de Belém à jazida é de aproximadamente 260 km.

O acesso a unidade industrial com sede no município de Barcarena é feito por via fluvial a partir da cidade de Belém através da Baía de Guajará com embarcações de pequeno porte (lanchas ou barcos) e por balsas (50 km) até o distrito de Arapari na cidade de Barcarena, seguindo pela rodovia estadual PA483 (40km) até Vila do Conde, perfazendo uma distância total de aproximadamente 90km.

4. HISTÓRICO DA EMPRESA

A pesquisa geológica e o estudo inicial de viabilidade foram realizados na década de 70 pela ENEEL, empresa do Grupo Mendes Junior.

No início da década de 90 o projeto foi retomado, ficando a implantação da primeira etapa, com capacidade de 280 mil toneladas/ano de produto, concluída em julho de 1996, quando a produção foi iniciada.

A Rio Capim Caulim S A (RCC), constituída em 02 de janeiro de 1990, visando a implantação das instalações de mineração e beneficiamento do caulim aproveitável da jazida concedida ao Grupo Mendes Júnior pelo Governo Federal.

Durante o período de implantação, duas empresas estrangeiras se uniram ao projeto – a alemã Amberger Kaolinwerke Eduard Kich GmbH (AKW) e a norte-americana DBK Minerals Inc. (DBK). Posteriormente, a japonesa Sumitomo também uniu-se ao projeto, adquirindo uma participação minoritária.

A construção teve início em 1994. O start-up da planta de beneficiamento ocorreu em julho de 1996 e o primeiro embarque do produto em setembro de 1996.

Em setembro de 1999 a RCC passou a ser controlada pelo grupo francês IMERYS o qual detém 99,34% do seu capital. Este grupo com aquisição da English China Clay no início de 1999, tornou-se o maior produtor mundial de pigmentos brancos (caulim e carbonato de cálcio). O grupo atua nos segmentos de Minerais Industriais, Materiais de Construção, Cerâmica e Refratários, com presença de mais de dez países da Europa, América do Norte, América do Sul, África e Ásia.

Visando atender as novas diretrizes do grupo, em 03 de março de 2000 a Rio Capim Caulim S.A. teve sua razão social mudada para Imerys Rio Capim Caulim S.A.

5. ASPECTOS FISIOGRAFICOS

5.1. Vegetação

A vegetação nos arredores da área minerada constitui-se de diversas espécies nativas que compõem a o exuberante ecossistema natural amazônico, algumas dessas espécies são Andiroba, Angelim Fava, Aparicá, Cedro, Fava Atanã, Frejó, Guaruba Cedro, Ipê Amarelo, Ipê Roxo, Marupa, Morototó, Para Para, Pau Amarelo, Pequiá, Samaúma, Tamburil, Tatajubá, Tenta, etc. É importante salientar que os solo da área, em sua maioria latossolos, apresentam como principal característica a baixa fertilidade natural, e são em geral susceptíveis a erosão.

5.2. Fauna

A Fauna terrestre nos arredores da área da mina apresenta ocorrências de animais característicos de cerrados e outras áreas não florestadas, ao lado de matas com fauna característica da Amazônia.

A Ictofauna estuarina na região de Barcarena segundo Barthen (1985) localiza-se ao sul da ilha de Marajó e recebe descarga do rio Tocantins e de outros afluentes menores, sendo marcada por alterações de salinidade e turbidez da água devido o deslocamento entre a zona de contato entre o rio e mar. Durante os meses de inverno, quando a água possui menor salinidade, há predominância de espécies continentais. No verão, verifica-se o aumento da salinidade e a dominância de espécies marinhas.

5.3. Clima

O Oceano Atlântico tem papel importante na definição do clima regional, atuando como fonte de ar quente e úmido para a região.

Em termos de fonte de vapor d'água deve ser destacado a importância da cobertura vegetal através da recirculação de cerca de 50% das precipitações via transpiração, o que

caracteriza um clima regional com altas temperaturas, alta umidade relativa e intensa nebulosidade.

A instabilidade do tempo e chuvas observadas é consequência dos sistemas de circulação atmosférica atuantes na região. É observado instabilidade do tempo e chuvas em meados da primavera e outono sendo mais freqüentes e regulares no verão. Chuvas torrenciais são observadas entre o inverno e o verão, especialmente no outono. O trimestre mais chuvoso vai de fevereiro a abril.

Quanto a temperatura os valores não variam significativamente ao longo do ano, sendo que a época mais quente vai de novembro a janeiro e a mais fria vai de junho a agosto.

5.4. Geomorfologia

A área da mina está inserida em região que faz parte do Domínio Morfo-Estrutural do Planalto da Bacia do Parnaíba, abrangendo sobretudo o sub-domínio geomorfológico do Planalto rebaixado da Amazônia, e secundariamente, terrenos do Planalto Setentrional Pará-Maranhão e da Superfície dos Lençóis Maranhenses.

5.5. Atividade Antrópica

As transformações ocorridas nas últimas décadas, sobretudo nos anos 70 são decorrentes da política de ocupação e modernização da região amazônica, destacando-se a construção da Belém-Brasília, no início dos anos 60.

A interferência sobre a região Norte acabou por viabilizar processos simultâneos de frentes de migração ligadas à economia de subsistência, incorporação de terras por grandes proprietários, expansão da pecuária, exploração madeireira e especulação fundiária. Com resultado verifica-se um aumento gradual e crescente de ocupação de forma heterogênea e desigual.

No caso particular dos municípios e microregiões que compõem a área de influência da mina houve uma redefinição dos processos espontâneos de ocupação a partir de 1980, redirecionando por sua vez, parcelas significativas da população para os centros urbanos ou

frentes de empregos, que incluem os garimpos abertos, obras e implantação de projetos viários, energéticos e de extração mineral.

Há atualmente uma coexistência entre os núcleos ribeirinhos em sua maioria sem uma infra-estrutura básica, e as vilas e povoados com melhor estrutura econômica, apesar do grau de precariedade em infra-estrutura, saneamento básico, abastecimento de água, saúde e educação.

A localização da jazida conta com uma infra-estrutura mínima, baseada na fixação não permanente do pessoal em alojamentos, bem como no atendimento parcial das necessidades de manutenção e administração.

A região onde localiza-se a unidade industrial trata-se de um distrito industrial pré existente a instalação da mesma, pertencente ao Projeto ALBRÁS/ALUNORTE, onde havia sido construído um núcleo habitacional, beneficiado pela localização privilegiada de Barcarena, em relação a alguns insumos como recursos minerais e hidrelétricos. Destaca-se enquanto estrutura física a presença do Porto e da subestação de Vila do Conde, operados pela Companhia Docas do Pará e ELETRONORTE.

O sistema viário regional integra as microregiões bem como o restante do estado. Em nível urbano, o núcleo é servido por linhas de ônibus que se articulam ao sistema hidroviário local e fazem ligação entre o distrito industrial e as nucleações urbanas vizinhas.

5.5.1. Interferências sobre a vegetação

Na mina o desmatamento efetuado para o desenvolvimento do empreendimento resultou na supressão da cobertura vegetal nativa o que causou impactos na vida animal e aquática da área.

A clareira com intervenções antropicas produzida pelo desmatamento fez com que os animais modificassem a localização dos seus habitats, para o entorno da área minerada, o que é assimilável pelo sistema.

Estas galerias vegetais nas adjacências da mina além de acolherem os animais, tem um papel estabilizador importante, pois impede a erosão do solo e regula o movimento da água da chuva na superfície, além de funcionar como filtro ao aporte de nutrientes, importantes na manutenção da biota aquática.

Na área onde esta localizada a unidade industrial, historicamente a área sofreu varias intervenções antrópicas, descaracterizando seu estado natural.

Em decorrência de atividades agropecuárias e coexistência com distrito industrial pré-existente a implantação da unidade industrial pertencente a RCC, pode-se afirmar que a vegetação da área é fruto de sucessivos processos de intervenção antrópica ao longo dos anos.

5.5.2. Interferência sobre o ar

Na área de influência da mina a emissão de poluentes se resume basicamente a emissão de material particulado (MP) e SO_2 . Apesar da inexistência de dados, as características locais de clima, a ocorrência de cobertura vegetal, e a inexistência de fontes significativas de poluentes atmosféricos, permitem supor que as concentrações de material particulado e de outros poluentes atmosféricos estão abaixo dos padrões internacionais.

O nível de "background" para material particulado é variável de local para local, devido principalmente à influência de poeira levantada do solo pela ação dos ventos, pela movimentação de veículos, etc. Como referência pode ser citado os valores de material particulado (MP) nas áreas rurais que são da ordem de 20 a 30 $\mu g/m^3$.

Na planta de beneficiamento, a empresa estabeleceu um plano de monitoramento da qualidade do ar que consiste na avaliação durante um período pré estabelecido da qualidade do ar na área de intervenção direta, no interior da planta, e na região externa à planta, localizada no quadrante S-W na região da Vila Murucupi.

A localização das estações de monitoramento leva em conta parâmetros como a velocidade e a direção predominante dos ventos da região, as condições climatológicas local e as características das fontes pontuais de emissão de gases e material particulado. Nestas estações são analisados partículas em suspensão, partículas inaláveis e gases: CO, SO_2 , E NO_x (NO e NO_2), produzidos pela combustão de hidrocarbonetos, queima de combustível no secador e na caldeira.

5.5.3. Interferência sobre as águas

A empresa promove despejos industriais em dois cursos d'água localizados em sua área de influência, os Igarapés Curuperê (ao sul da planta) e Igarapé Dendê (a oeste da planta). No Igarapé Curuperê, o despejo de resíduos é oriundo da bacia de rejeitos, enquanto, que no Igarapé Dendê os despejos são oriundos da estação de tratamento de efluentes sanitários e de águas pluviais drenadas.

O arraste de sedimentos de diferentes tamanhos pelas águas pluviais do sistema de drenagem mina-porto aumenta a carga de sólidos em suspensão.

Considerando a influência sobre as águas, a empresa, além da construção de uma barragem de contenção dos sedimentos, estabeleceu um plano de monitoramento que faz avaliações em período preestabelecido, da qualidade das águas superficiais e do nível de potabilidade das águas do lençol freático, tanto na planta de beneficiamento como na mina. O monitoramento na mina é feito no Igarapé Cajuciro, no Rio Capim e em dois poços profundos. Na planta de beneficiamento, o monitoramento é feito no Igarapé Curuperê, no Igarapé Dendê, e nas Estações de Tratamento de água, Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários e Bacia de Rejeitos. Os parâmetros analisados de um modo geral, com algumas variações de uma estação para outra são: pH, turbidez, cor, temperatura, sólidos dissolvidos totais, sólidos totais, óleos, graxas, sulfatos, coliformes totais, coliformes fecais, ferro solúvel, cloro residual, entre outros.

5.5.4. Interferências sonoras

Considerando as características atuais de uso e ocupação do solo na área da mina, representados pela ocorrência de cobertura vegetal nativa do tipo floresta tropical pluvial, bem como a inexistência de fontes geradoras de ruídos, tais como áreas urbanas e indústrias, pode se afirmar que os níveis de ruído atendem a legislação vigente.

Na unidade industrial são identificados dois tipos de ruídos, os contínuos e os intermitentes. Os ruídos contínuos são gerados por equipamentos, tais como, bomba, ventilador, motor, peneiras e elevador de canecas. Os ruídos intermitentes são aqueles provocados pelos batedores do forno de secagem que com as batidas desprende o caulim grudado na sua parede, estas batidas tem um som seco.

6. ASPECTOS GEOLÓGICOS

6.1. Geologia Regional

O quadro geológico da Amazônia do Brasil consiste de extensas exposições do embasamento mais antigo, formadas por complexos gnáissicos com granitóides e supracrustais associadas, cortadas por intrusivas principalmente graníticas encobertas em parte por sequências sedimentares, com ou sem vulcânicas associadas do Proterozóico Médio/Superior. Tais rochas compõem as unidades litológicas dos escudos das Guianas e do Brasil Central; entre esses escudos e também pouco expressivamente sobre eles desenvolveram-se coberturas mais novas, do Paleozóico, Mesozóico e Cenozóico (Almeida et al., 1976).

A interpretação das estruturas de âmbito regional do **Arqueano/Proterozóico Inferior** consiste de um mosaico de grandes blocos crustais justapostos ou páleo-placas (fig. 2).

Complexos gnáissicos de médio grau e supracrustais associados aparecem constituindo os blocos, à exceção de porções cavalgantes das placas superiores, onde ocorrem cinturões granulíticos.

As unidades rochosas por Costa & Hasuy (1996) correspondem basicamente há:

→conjuntos de médio a baixo grau, que incluem complexos gnáissicos de fácies anfíbolito, com variadas composições (graníticas/tonalíticas/dioríticas/monzoníticas), texturas (homogênea, bandada, laminada, oclar, porfiróide) e graus/estruturas de migmatização. Aparecem também faixas de dimensões variadas de supracrustais de grau baixo a médio (quartzitos, xistos, mármore etc.) e corpos básicos/ultrabásicos. Formam os terrenos granito *greenstone*.

→conjuntos de alto grau constituídos de complexos gnáissicos de fácies granulito, semelhantes aos de médio grau em texturas (homogênea, bandada, laminada, oclar, porfiróide) e em composições (charnockíticas/enderbiticas/noriticas/mangeríticas) podendo apresentar migmatização/estruturas variadas. Associam-se-lhes faixas de supracrustais de alto grau (quartzitos, xistos, mármore, formações ferríferas etc) e corpos básicos/ultrabásicos, em faixas de dimensões muito variadas. Formam os terrenos de alto grau.

A constituição e estruturação dos terrenos granito *greenstone* refere-se a vários blocos (fig. 2). Aqui será descrito apenas o Bloco São Luiz cuja assinatura litoestrutural mais recente por

Pastana & Faria (1995) foi discutida em termos de faixas supracrustais do Grupo Gurupi imbricadas com outras de gnaisses diversos migmatizados do Complexo Maracaçumé.

O **Grupo Gurupi** reúne muscovita-biotita xistos, clorita xistos, xistos carbonosos, xistos manganíferos, filitos, quartzitos, metadacitos e metacherts, além de metaltramafitos (tremolita-clorita xistos) e formações ferríferas subordinadamente. Os xistos Aluminosos da formação **Santa Luzia** são estruturalmente semelhantes aos do Grupo Gurupi e não há como separá-los (Costa & Hasuy, 1996).

Mais a Norte, ocorrem rochas supracrustais com assembléias minerais de fácies xisto-verde, reunidas no Grupo Aurizona, isoladas em meio a granitóides da Suíte Tromai. A **Suíte tromai** engloba corpos de composições tonalítica, trondhjemitica, granodiorítica e granítica e é afetada por zonas de cisalhamento transcorrentes discretas com orientação preferencial.

Os terrenos de alto grau aparecem na borda do bloco superior que foi alçada essencialmente por empurrões para níveis crustais mais elevados, inserindo-se no contexto de largas faixas afetadas por cinturões de cisalhamento compressivo e transcorrente. A descrição a respeito da constituição e estruturação dos terrenos de alto grau e cinturões de cisalhamento será restrita ao Cinturão de Cisalhamento Gurupi.

O Cinturão de Cisalhamento Gurupi marca a zona de articulação entre os blocos Belém e São Luis e expõe em um segmento com 85 km de extensão e 50 km de largura no meio de coberturas sedimentares do Fanerozóico, nas regiões nordeste do Pará e noroeste do Maranhão.

O desenvolvimento tectônico do Cinturão Gurupi deu-se em duas etapas. A primeira gerou um sistema imbricado em condições de fácies anfíbolito a xisto verde alta, acompanhada pela colocação de granitóides estratóides; as relações estratigráficas foram fortemente modificadas resultando no empilhamento tectônico das unidades litológicas e espessamento crustal. A segunda formou zonas de cisalhamento transcorrentes em condições de fácies xisto-verde.

No **Paleozóico**, a região Amazônica foi afetada por outro evento extensional, resultando no desenvolvimento das bacias do Solimões, Amazonas, Parnaíba e Alto Xingu (fig.3). Os preenchimentos dessas bacias são genericamente caracterizados por seqüências decorrentes de ciclos de ciclos tansgressivo-regressivos alternados com períodos de continentalização, alguns dos quais envolvendo glaciação e desertificação.

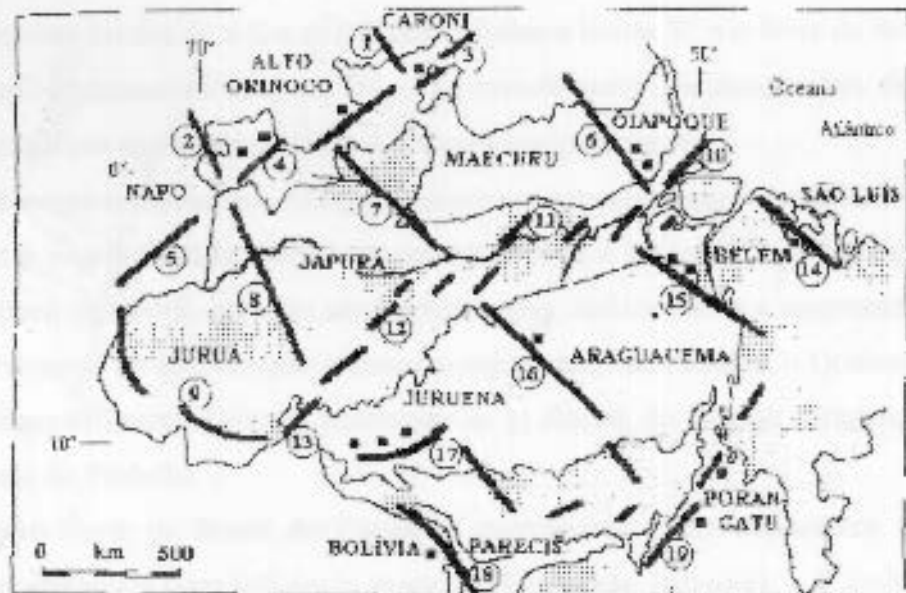


Fig 2: Blocos crustais da região amazônica

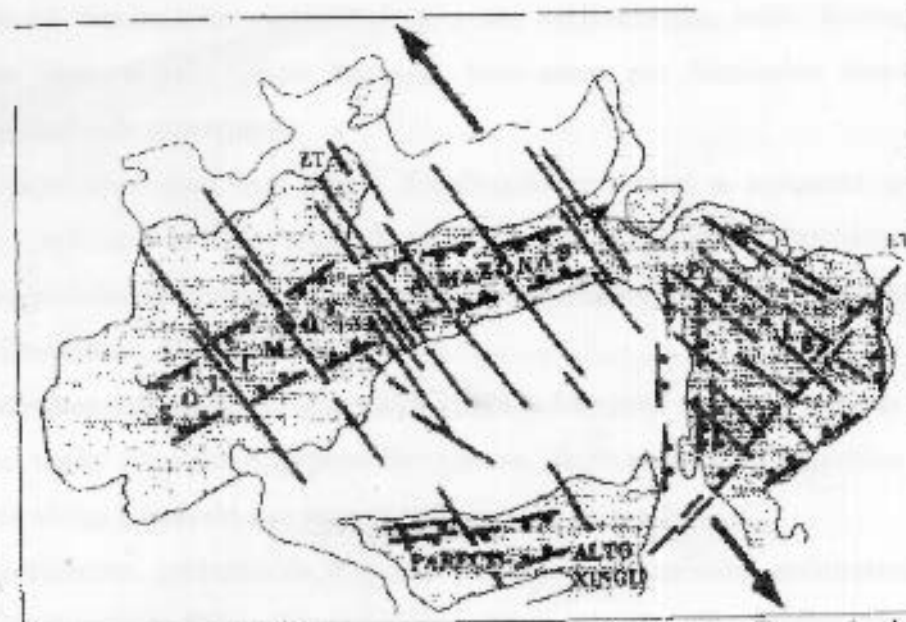


Fig 3: Quadro tectônico do Paleozóico

Na **Bacia do Parnaíba**, há grande diversidade de estruturas extensionais, distinguindo-se as falhas normais oblíquas e frontais que compõem dois segmentos triangulares principais, separados pelo feixe de falhas do Lineamento Transbrasiliano. As falhas normais oblíquas concentram-se nas bordas W e E e as frontais definem a borda SE e o feixe de descontinuidades do lineamento. Destacam-se também falhas de transferência/compartimentais de direção NW-SE, numerosas e que segmentam a bacia em vários compartimentos.

O **Mesozóico/Paleogeno**, relaciona-se com os processos que culminaram com a abertura do Atlântico e separação dos continentes sul-americano e africano. Tais processos impuseram desnivelamentos de blocos, gerando altos e depressões, sedimentação e magmatismo, resultando no desenvolvimento de dois compartimentos cinematicamente distintos, o Ocidental e o Oriental (fig.4). No compartimento Oriental encontram-se as Bacias do Marajó, Bragança-Vizeu e São Luís, e a Bacia do Parnaíba.

A parte Norte da **Bacia do Parnaíba** corresponde a um depocentro preenchido por seqüências continentais com influência marinha (**Formação Ipixuna**), e é limitado a nordeste pelas falhas mestras da Bacia de São Luís, a oeste por falhas normais submeridianas, e a sudeste por um feixe de falhas transcorrentes. Trata-se da **Bacia do Capim**, definida por Borges et al. (1997).

As unidades lito-estratigráficas do intervalo **Neogeno-Quaternário** guardam íntima relação com os movimentos neotectônicos e são representadas pelas formações Solimões, Pirabas, Boa Vista, e pelo Grupo Barreiras, bem como por formações lateríticas, além de diversas seqüências do quaternário.

O **Grupo Barreiras** tem ampla distribuição no litoral e apresenta grande variação faciológica, dominando as fácies argilosa, argilo-arenosa e arenosa, de ambiente de planície de maré/estuário/plataforma interna, com importantes oscilações do nível do mar em um contexto regressivo (Costa et al., 1993b).

Os **lateritos** mais antigos, designados lateritos Maduros, constituem perfis bem evoluídos e profundos, tendo no topo horizonte ferruginoso, ferro-aluminoso, bauxítico ou bauxítico-fosfático, que abriga a maioria dos depósitos de bauxita da região.

As seqüências quaternárias incluem em essência depósitos sedimentares pelíticos e psamíticos, e em parte rudíticos, ligados à evolução de encostas, dos sistemas de drenagem e do litoral. Os **depósitos fluviais** são aqueles de terraços, canais e de planícies de inundação. No

litoral, aparecem depósitos vinculados a pântanos e mangues, terraços marinhos, barras litorâneas, campos de dunas, praias e cordões litorâneos.

O quadro tectônico do **Terciário Superior** é formado segundo Costa & Hasuy, (1996), por um compartimento transpressivo e outro transtensivo:

→o compartimento transpressivo ocupa a área entre Marabá e Paragominas, estende-se para o oeste do Maranhão e tem a forma de um romboedro. Seus limites Norte e Sul correspondem a feixes de falhas transcorrentes dextrais que afetam principalmente as seqüências sedimentares da Formação Ipixuna, bem como o perfil laterítico maduro, bauxítico-fosfático.

→o compartimento transtensivo abarca a ilha de Marajó e o extremo nordeste do Pará, entre Ipixuna e o Litoral, e refere-se à bacia que acolheu os sedimentos da Formação Pirabas e do Grupo Barreiras. O desenvolvimento da bacia deu-se em duas etapas principais: a primeira de individualização de falhas normais que propiciaram a ingressão do mar em uma extensa área, resultando na deposição da seqüência carbonática Pirabas, e a segunda, de progressão da movimentação ao longo das falhas normais que responde pela deposição da seqüência siliclástica do Barreiras.

O quadro de estruturas do **Quaternário** compreende vários feixes de falhas transcorrentes dextrais que se interligam através de falhas normais, definindo várias estruturas romboédricas transtensivas (bacias de afastamento) de dimensões variadas. Estas estruturas afetam as seqüências sedimentares do Terciário Inferior (Formação Ipixuna), do Terciário Superior (Formação Pirabas e Grupo Barreiras) e o perfil laterítico imaturo.

A estruturação do Quaternário refere-se a uma bacia de tipo de afastamento com as bordas Norte e Sul marcadas por falhas transcorrentes dextrais e as nordeste e sudoeste, marcadas por falhas normais.

As falhas transcorrentes do limite Sul compõem um feixe que se prolonga para o nordeste do Pará com extensão superior a 300 km, apresentam estruturas romboédricas transtensivas ao longo de suas direções e impõem traçados paralelos na rede de drenagem. Dentre as formas de relevo desta região destacam-se as mesas que formam interflúvios tabulares, bordas escarpadas e topos chatos, e são sustentadas pela crosta laterítica desenvolvidas sobre sedimentos da Formação Itapecuru. As unidades geológicas (litoestratigráficas) que constituem a região são representadas no Mapa Geológico Regional (fig. 5).

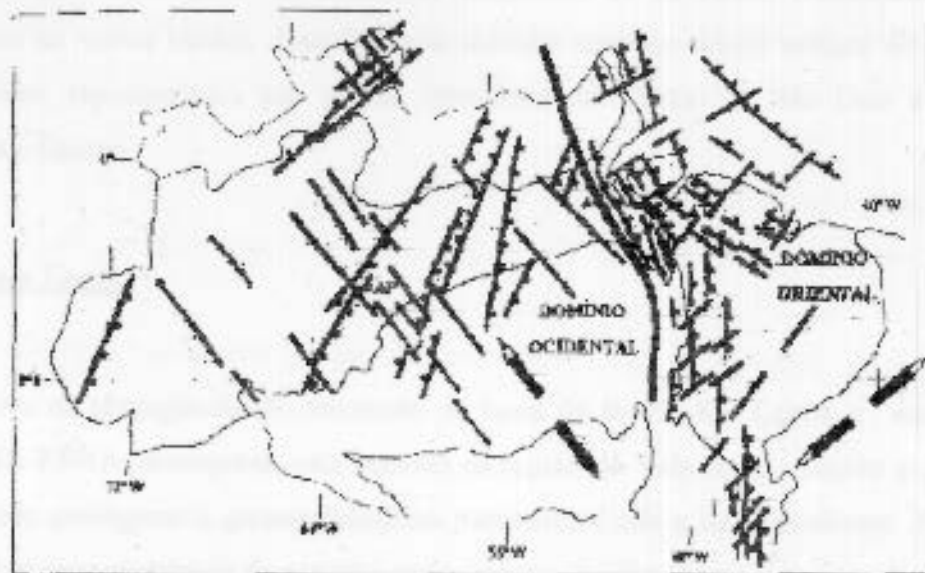


Fig. 4. Quadro tectônico do mesosóico

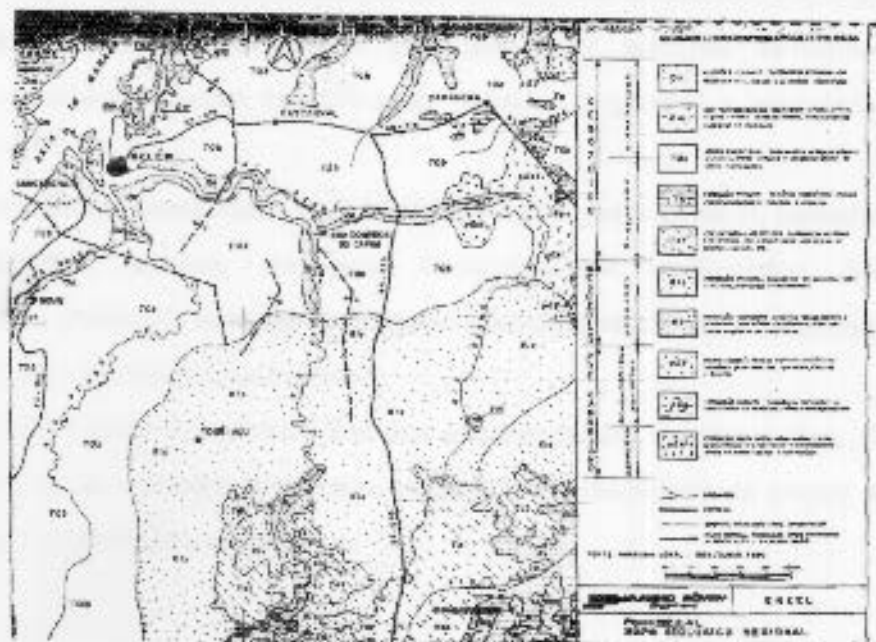


Fig. 5. Mapa estratigráfico

A região de abrangência da caracterização geológica regional descrita acima encontra-se inserida, na sua maior parte na Província Estrutural do Parnaíba, constituída de terrenos sedimentares de várias idades, destacando-se também terrenos muito antigos do embasamento pré-cambriano, representados por rochas cristalinas do Cráton de São Luiz e da Faixa de Dobramentos Gurupí.

6.2. Geologia Local

A área de abrangência da concessão de lavra da Imeris Rio Capim e suas imediações, segundo EIA-RIMA da empresa, esta inserida na região do Vale do Rio Capim a qual apresenta características geológicas e geomorfológicas particulares que a individualizam. Apresentam-se recobertas por uma seqüência de estratos sedimentares, predominantemente argilosos e arenosos, que constituem um agrupamento de baixos platôs de morfologia suave e uniformemente ondulada.

O conjunto de sedimentos referidos acima compreendem o "Distrito Caulínico do Rio Capim" e estão associados à formação Ipixuna.

A Formação Ipixuna constitui-se predominantemente de arenitos finos, friáveis, cremes e esbranquiçados (avermelhados quando percolados por soluções ferruginosas oxidantes), caulínicos, normalmente com estratificação cruzada, tangencial e acanalada de pequeno a médio porte.

Ocorrem ainda, intercalados ou interdigitados com estes arenitos, camadas e/ ou lentes de siltitos e argilitos brancos, em geral completamente caulinizados. São encontradas, localizadamente, lentes de arenitos grosseiros e conglomeráticos, com grânulos e pequenos seixos de quartzo e feldspatos caulinizados.

Ao longo do Rio Capim e nos vales dos rios e igarapés que drenam a área, são identificados depósitos restritos de sedimentos recentes, no estado inconsolidado de caráter aluvionar, sendo constituídos por siltes, areias e cascalhos.

6.2.1. Estratigrafia da jazida

Na área dos depósitos de caulim do Rio Capim, as camadas da Formação Ipixuna apresentam-se sub-horizontalizadas, podendo-se individualizar dois níveis distintos:

Unidade Superior: composta por sedimentos arenosos e/ou argilosos que formam o capeamento da jazida;

Unidade Inferior: formada pelas camadas de caulim que em direção à base da sequência se intercalam com camadas arenosas. Encerram os principais níveis de minérios propriamente dito.

Por sua vez, no interior destas unidades que compõem a jazida, foram identificados diferentes camadas que se distribuem lateralmente de forma descontínua, acarretando que e em alguns locais uma ou mais destas camadas podem apresentar espessuras reduzidas ou mesmo ficarem ausentes. Estas camadas são caracterizadas a seguir, segundo descrição de Sá Pereira, Geólogo da Mina em fevereiro de 2000. A disposição das mesmas é feita do topo para a base e mostrada no perfil da camada (fig.6).

A unidade superior corresponde a um capeamento de 28 m de sedimentos areno-argilosos horizontais coloridos de marrom, vermelho e amarelo e camada de Caulim duro, estéril de baixa qualidade. A estratificação cruzada é comum nas areias.

Na unidade inferior a espessura que corresponde ao minério, possui entre 5 a 8 m, e é formada por quatro unidades, descritas do topo para base:

Unidade A - Caulim de cinza claro a escuro com faixas horizontais róseas, vermelhas e púrpuras. Possui de 0,5 a 2,0 m de espessura. O percentual de areia de quartzo é baixo. Partícula de minerais escuros finamente divididos estão dispersos ou dispostos em finas camadas horizontais.

Unidade B - Caulim branco macio, untuoso ao tato, com minerais escuros e raras manchas róseas que na verdade são faixas horizontais, indícios das flutuações do nível d'água na camada. A alvura crua média é em torno de 82,50% ISSO aumentando com a profundidade.

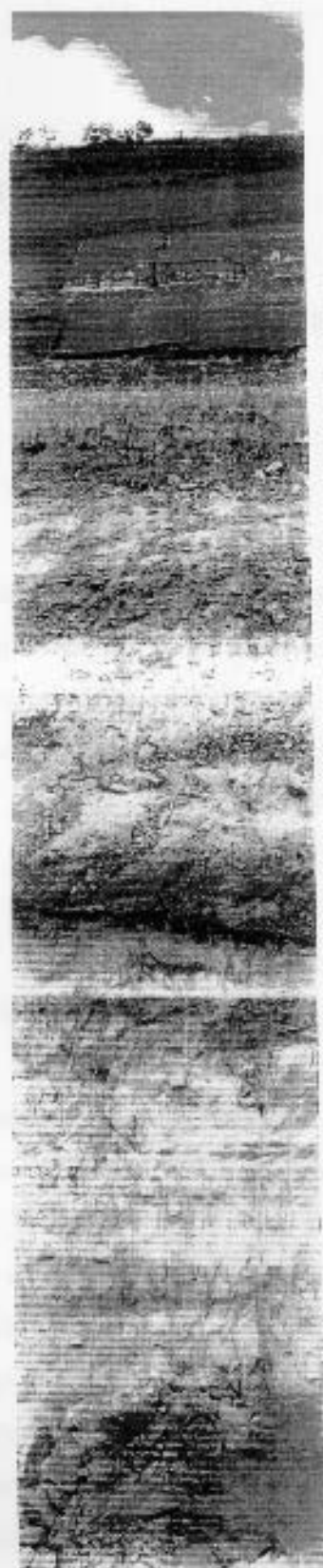
Unidade C - Caulim cinza, duro, compacto, pesado, homogêneo, pouquíssima areia e poucos minerais escuros. É encontrado em uma ou duas camadas em furos de sondagem descritos e pode ser visto claramente na frente de lavra. Não possui boa alvura; entretanto, há ausência de areia.

Unidade D - Caulim branco com areia em variadas proporções representa a unidade. Minerais escuros são observados e a alvura é alta. Tudo indica ser variação da Unidade B arenosa, depositada em ambiente de maior energia no início da sedimentação.

Areias – Uma, eventualmente duas camadas compõem o pacote. Podem ser diferenciadas do caulim pela cor, textura ou coesão das partículas. A areia e o caulim muito arenoso são estéreis. Também são estéreis parte do caulim da Unidade A e camadas finas de caulim fortemente colorido de marrom, vermelho ou amarelo de qualquer unidade.

Argilas – É como identificamos caulins fortemente coloridos presentes entre as unidades. Podem ser arenosas ou não. A baixa alvura é regra sem exceção.

PERFIL DA CAMADA CAULINITICA



CAPACIDADE
NÓDULO LATERALIZADO
E ÁREA ANARCA

LINEAS DE
ESTRATIFICACAO
LA-2000

ARCO

PRÉLIA

CAULIN BURE

CONTECO

UNIDADE 2'

UNIDADE 3'

UNIDADE 4'

UNIDADE 5'

ARREST

NÍVEL FUNDADO



Fig.6: Perfil estratigráfico.

7. OPERAÇÃO DA MINA

7.1. Definição de Reservas Geológicas

Segundo memorial descritivo da empresa a concessão de lavra abrange uma área de 10 000 hectares.

Em sua fase de pesquisa geológica foram identificados nesta área diversos corpos mineralizados (fig.7). A caracterização destes corpos levou a determinação de um reserva geológica de 121×10^6 t de caulim de alta qualidade, com alvura superior a 80% e residuo máximo de 10% e espessura média das camadas de minério de cinco metros. O maior detalhamento dos dados de pesquisa levou a definição das reservas em:

Inferida, 75×10^6 t

Indicada, 31×10^6 t

Medida, 25×10^6 t

Atualmente as atividades de lavra concentram-se sobre o corpo D, tendo as mesmas iniciado em 1995.

Os procedimentos e cálculos envolvidos na determinação de uma reserva geológica são descritos detalhadamente. Para isto utilizou-se como base dados de furos de sondagem da empresa e a adotou-se de um limite imaginário de concessão de lavra.

De posse dos dados de furos de sondagem, com base no método do polígonos, calcula-se a área de influência de cada furo. O método dos polígonos para estimativa das reservas medida, indicada e inferida deve levar em conta a definição destas reservas contante no Regulamento Código de Mineração, art. 26 – parágrafo único, apresentada a seguir:

Reserva medida: a tonelagem de minério computado pelas dimensões reveladas em afloramentos, trincheiras, galerias, trabalhos subterrâneos e sondagens, e na qual o teor é determinado pelos resultados de amostragem pormenorizada, devendo os pontos de inspeção, amostragem e medida estar tão proximamente espaçados e o caráter geológico tão bem definido que as dimensões, a forma e o teor da substância mineral possam ser perfeitamente estabelecidos. A tonelagem e o teor computados devem ser rigorosamente determinados dentro dos limites estabelecidos, os quais não devem apresentar variação superior, ou inferior a 20% da quantidade verdadeira;

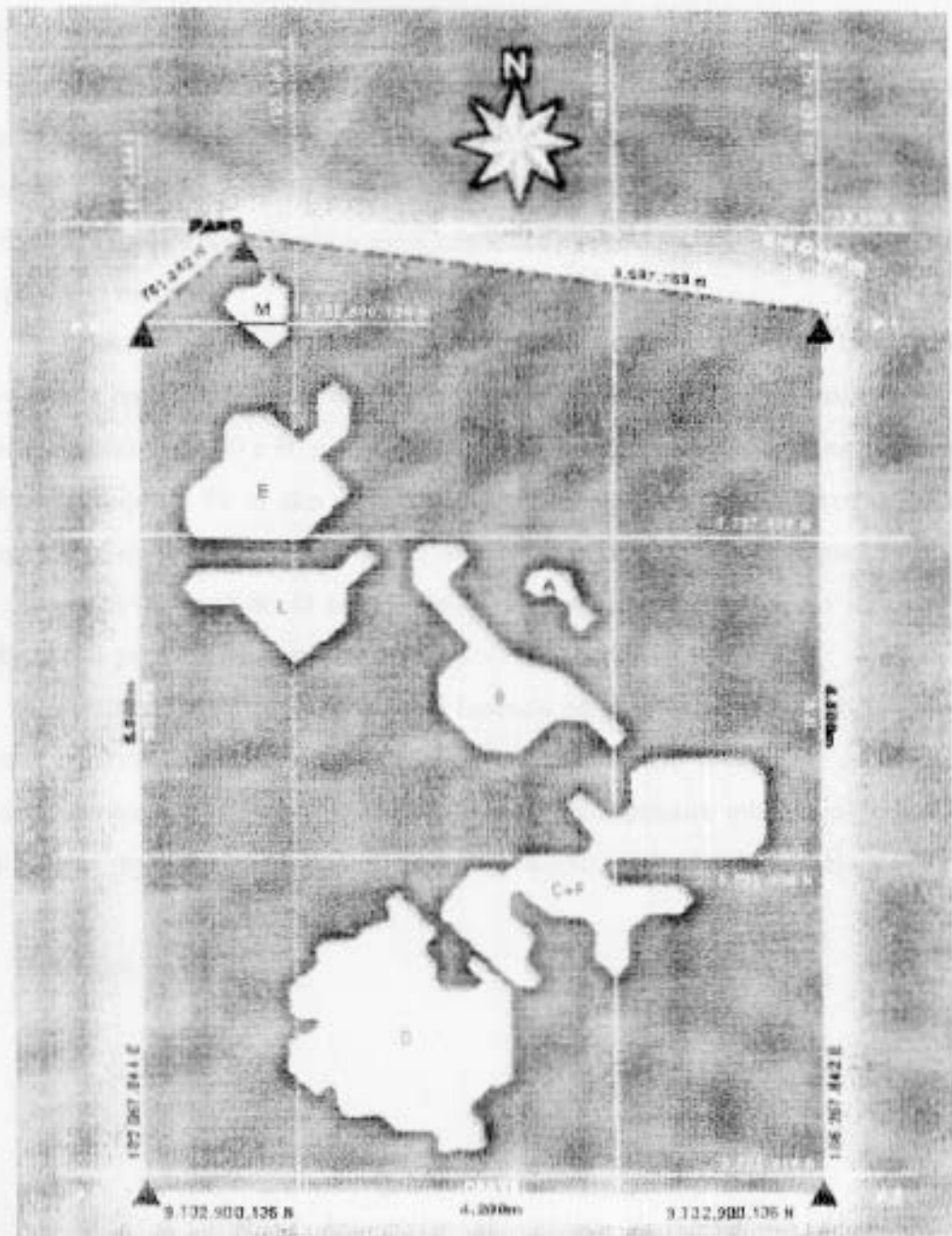


Fig. 7. Corpos mineralizados identificados na concessão de lavra . Atividades de lavra atualmente sobre o corpo D.

Reserva indicada: a tonelagem e o teor do minério computados parcialmente de medidas e amostras específicas ou de dados da produção, e parcialmente por extrapolação até distância razoável com base em evidências geológicas;

Reserva inferida: estimativa feita com base no conhecimento dos caracteres geológicos do depósito mineral, havendo pouco ou nenhum trabalho de pesquisa.

A definição técnica do método dos polígonos utilizado na determinação das reservas na fase de reconhecimento segundo Annelis (1997) é a seguinte: aqueles polígonos em que existe claramente o corpo de minério e que contém furos positivos a menos de 100 m de distância, terão fronteiras recíprocas. Onde o espaçamento é maior do que isto, não serão classificados como provável minério.

Este método; portanto, limita as dimensões do polígono. As áreas deste polígono cujos lados estão a menos de 50 m dos furos incluídos são classificadas como reserva indicada, enquanto aquelas entre 50 e 80 m dos furos são classificadas como reservas prováveis. Qualquer área fora o limite de 80 m são definidas como reservas possíveis. Furos externos toleram o prolongamento de seus polígonos de 15 m para reserva indicada, 30 m para reserva provável e 50 m para reserva possível. O último destes limites define o limite do minério baseado nas densidades das perfurações existentes (fig.8).

A classificação de cada polígono é baseada na tonelagem. As reservas de minério são a soma das reservas indicadas e prováveis, calculadas usando o fator de corte. A diluição das reservas mineráveis é expressa como percentagem da espessura minério para jazidas tabulares. A diluição das reservas utilizando um fator de diluição variável é dado abaixo:

Espessura minério	% diluição
< 3m	30
3-5m	20
> 5m	10

Na RCC, o método dos polígonos consiste na utilização de polígonos traçados manualmente em papel milimetrado com escala apropriada (fig.9), as dimensões dos polígonos são governadas pela classificação de reservas minerais dadas pelo DNPM, definidas acima.

Reservas em planejamento de reserva média tem o objetivo de mostrar as partes das

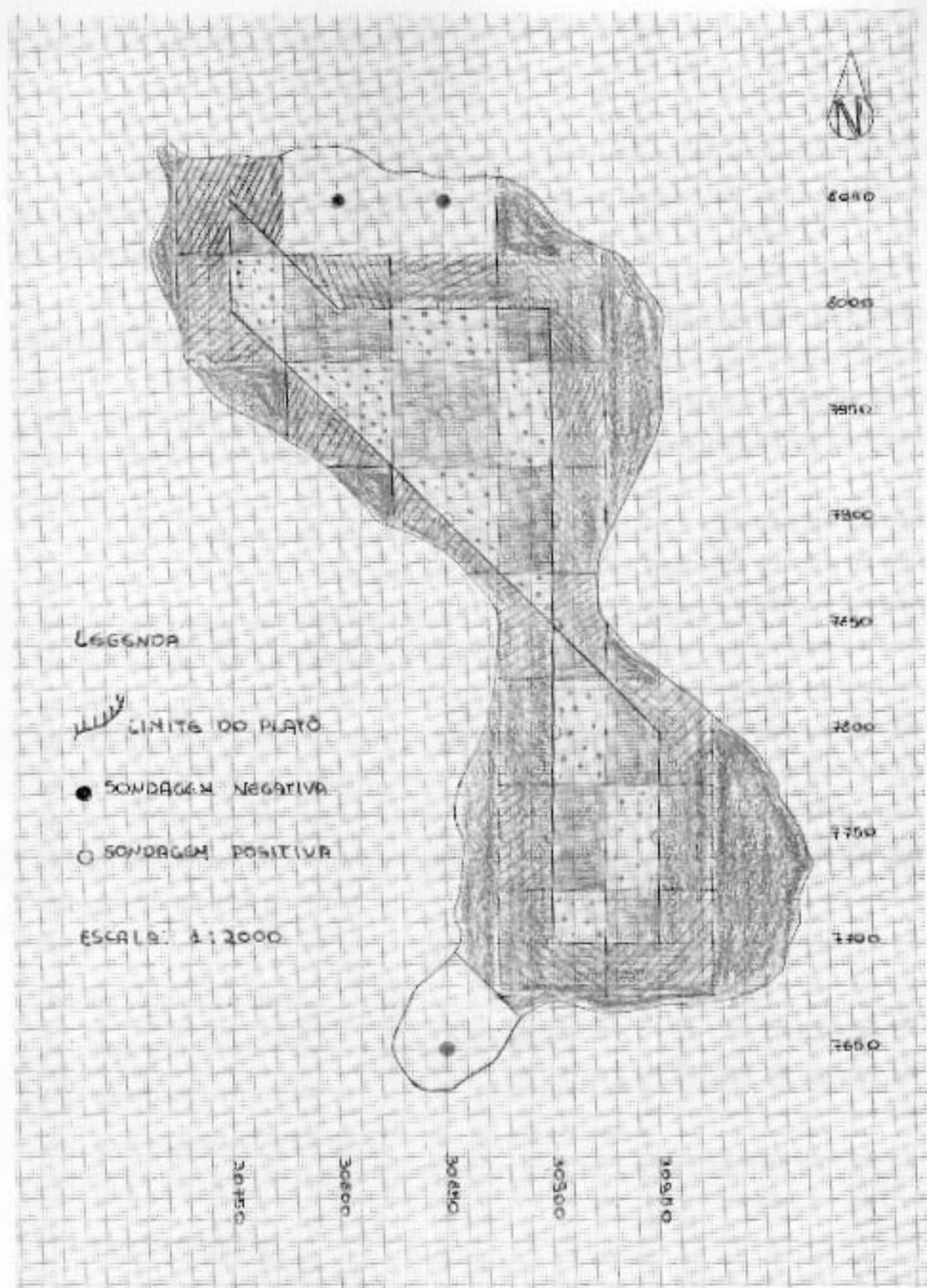


Fig.9: Reservas → medida em cor amarela, indicada em cor verde, inferida em cor azul. A diferença no preenchimento da reserva medida tem o objetivo de mostrar os limites dos polígonos traçados.

Os furos de sondagem em questão encontram-se em uma malha de sondagem 50x50 (que corresponde a fase de detalhamento). Os furos positivos a menos de 50 m de distância terão fronteiras recíprocas (fig. 10).

As áreas destes polígonos cujos lados estão a menos de 25 m dos furos incluídos e não extrapolam os furos externos são classificadas como reserva medida, enquanto aquelas entre a fronteira e à uma distância de 25 m da mesma são classificadas como reserva indicada, o prolongamento a partir destes 25 m e entre os limites da concessão de lavra e além do alcance do raio de 25 m só que na região em direção ao centro da jazida será classificado como reserva inferida.

De posse da descrição dos furos de sondagem, define-se a espessura correspondente a cada camada e área de influência pelo método dos polígonos, para fins de cubagem define-se cada furo com suas respectivas espessuras e limitado pelo polígono de influência formando um bloco. Em cada bloco será feita a classificação do que é estéril e o que é minério dentro da qualidade exigida pela mina (fig. 11). O cálculo das reservas é apresentado no anexo 1, onde será definido como estéril todo material que tiver alvura inferior a 76% ou presença de resíduos acima 50% (cor preta nas tabelas do anexo 1). O minério em consequência é tudo que tem alvura superior a 76% e resíduo inferior a 50% (cores verde, azul escuro e azul claro no anexo 1), o minério conforme alvura e resíduo é dividido em quatro tipos que após lavrado irá para pilhas de estoque específicas ou para balsa.

Tabela 1: Tipos de minério

M ₁ – apresenta alvura $\geq 83\%$	e resíduo $< 15\%$	(azul escuro)
M ₂ – apresenta alvura $\geq 83\%$	e resíduo $\geq 15\%$ e $\leq 50\%$	(azul claro)
M ₃ – apresenta alvura $\geq 76\%$ e $< 83\%$	e resíduo $< 15\%$	(verde)

7.2. Fase Operacional

O sistema produtivo da mina é composto de:

- Pesquisa

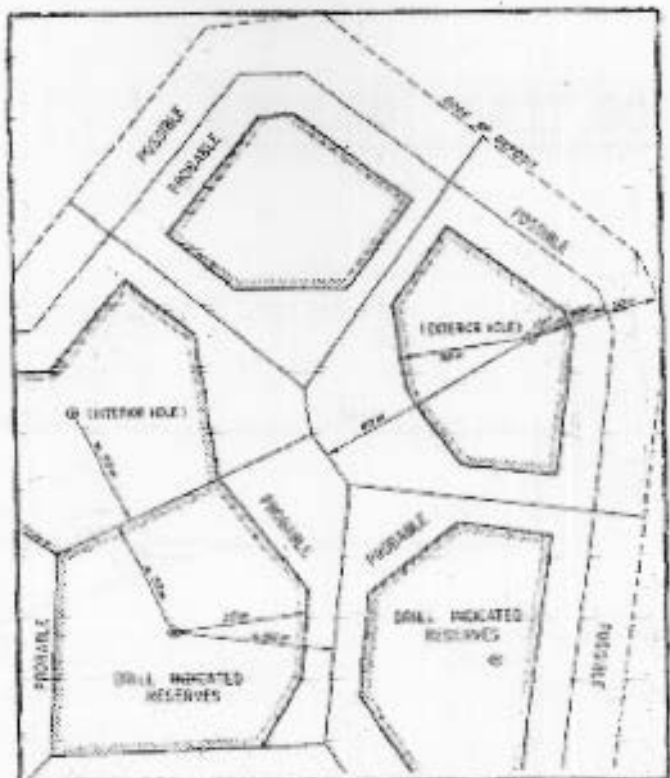


Fig 8: Polígonos de influência (Anells)

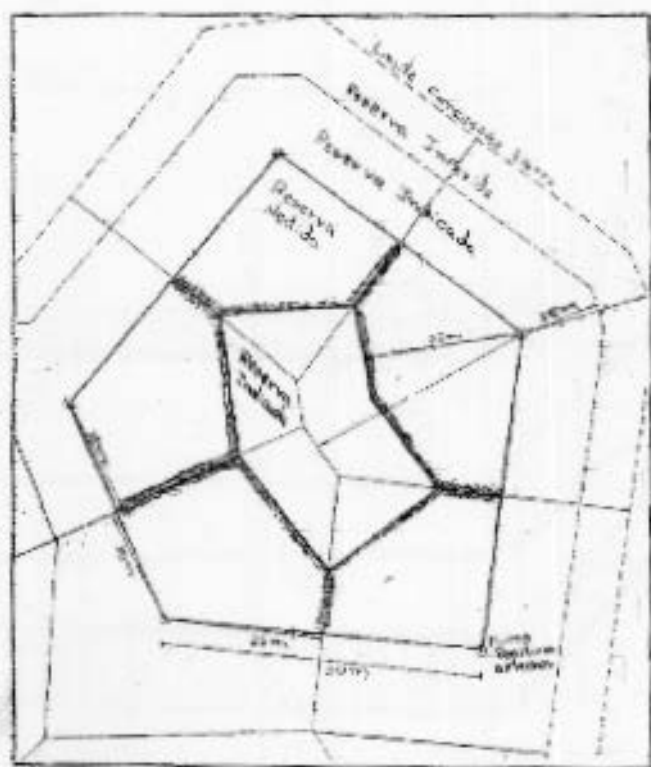


Fig. 10: Polígonos de Influência (RCC)

8362,50 | 5437,50

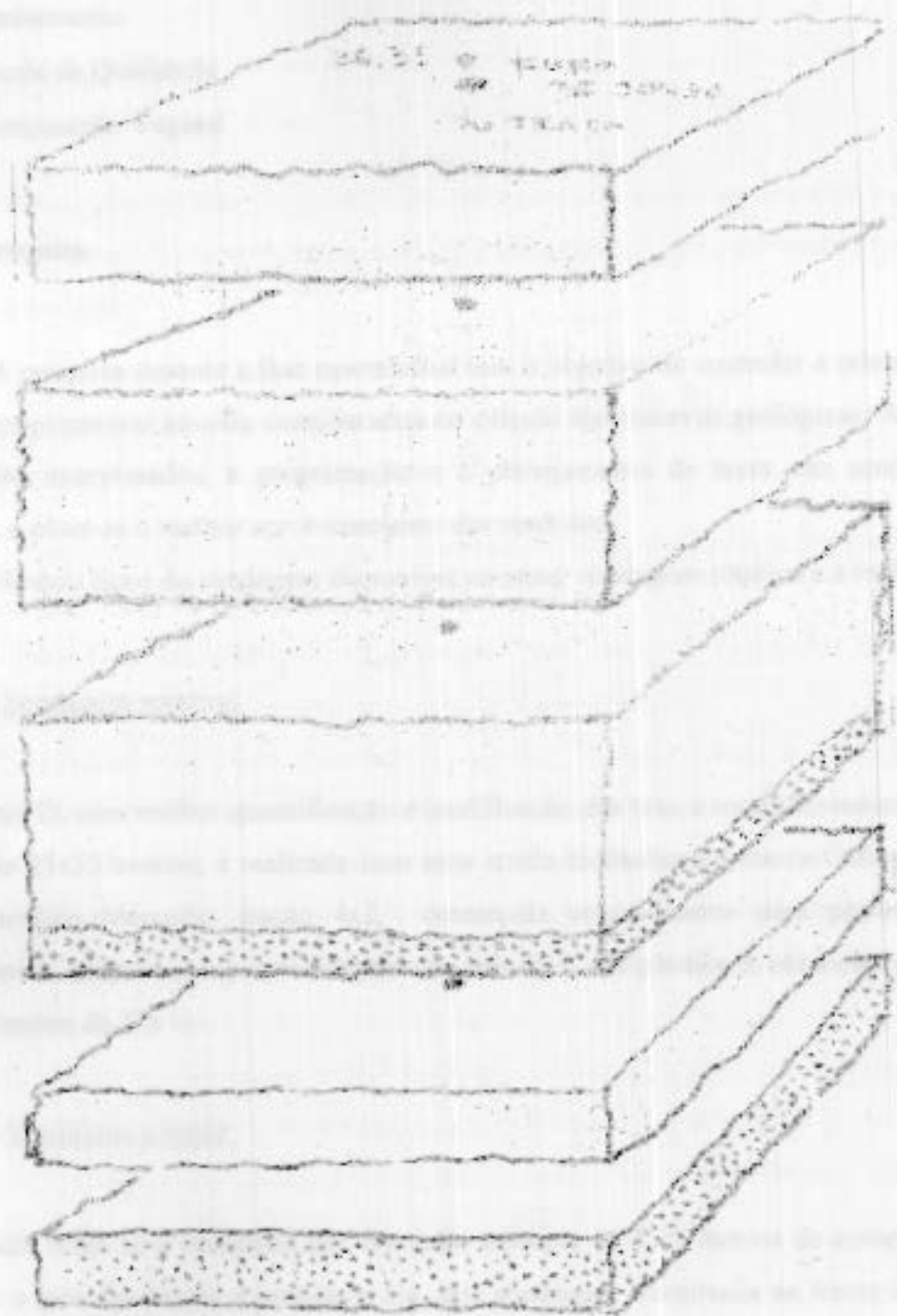


Fig 11: Modelo de bloco padrão

- Operações de lavra
- Transporte
- Estocagem
- Processamento
- Controle de Qualidade
- Recomposição Vegetal

As operações desenvolvidas na frente de lavra, consistem basicamente no desapeamento,

7.2.1. Pesquisa

A pesquisa durante a fase operacional tem o objetivo de controlar e orientar a lavra, bem como complementar aquelas considerados no cálculo das reservas geológicas. A medida que os dados são interpretados, a programação e o planejamento de lavra vão sendo ajustados de maneira a obter-se o melhor aproveitamento das reservas.

Há dois tipos de sondagem disponível na mina, sondagem rotativa e a trado.

7.2.2.1. Sondagem rotativa:

O desapeamento propriamente dito deve ser realizado e desativado e Visa (foto 1), uma melhor quantificação e qualificação das tiras a serem lavradas através em uma malha de 25x25 metros, é realizada com uma sonda hidráulica da marca Gefco, montada sobre um caminhão Mercedes tração 4x2, construída originalmente para perfuração de poços artesianos e adaptada para amostragem das camadas, ela permite a obtenção de testemunhos com diâmetro de 2" e 1/2.

7.2.2.2. Sondagem a trado:

É manual, (foto 2) e composta por um cabo e hastes de 1,22 metros de comprimento, o cabo permite o giro das hastes acopladas a ele, esta sondagem é realizada na frente de lavra em uma malha alternada de 6,25 metros e visa a melhor quantificação e qualificação do material que será enviado para pilha de estoque, as amostras são coletadas a cada 0,50 metros e os furos tem profundidade total de 11 metros homogeneizadas com as de mesma descrição litológica. No

período chuvoso a sondagem com este tipo de equipamento apresenta problemas por não conseguir ultrapassar a barreira do nível estático e o trado não consegue vencer o caulim duro que capeia o minério.

7.2.2. Operações de Lavra

As operações desenvolvidas na frente de lavra, consistem basicamente no decapeamento, remoção da camada de minério e recomposição topográfica. Como atividade auxiliar realiza-se a drenagem de água.

7.2.1.1. Decapeamento

Esta etapa consiste na remoção da camada de estéril, sedimentos areno-argilosos e caulim duro, com espessura variável, podendo chegar a 28 m.

Anterior ao decapeamento propriamente dito deve ser realizados o desmatamento e remoção da camada de solo vegetal, aproximadamente 40 cm.

O desmatamento é feito com trator de esteiras D-6 com cabine de proteção. A madeira de lei retirada é reaproveitada em obras e reformas de casas ou doada as comunidades ribeirinhas. A remoção do solo orgânico superficial também é feita com trator D-6, e consiste na raspagem e estocagem deste material para posterior reutilização na recomposição vegetal.

Na fase de decapeamento propriamente dita utilizam-se tanto motoscreipers e tratores D-10 com escarificador como escavadeira hidráulica e caminhões basculante. Esta operação é feita preferencialmente no período de menor incidência de chuva para facilitar a operação.

O estéril removido é simultaneamente depositado sobre as tiras já lavradas, visando a recomposição vegetal ou utilizada no desenvolvimento de taludes interno nas adjacências do local onde esta sendo removido minério de caulim.

7.2.1.2. Remoção da Camada de Minério

O método de lavra adotado é o *strip mining*- lavras em tiras o que permite a deposição do estéril em áreas já lavradas concomitantemente ao avanço do estéril em áreas já lavradas. As tiras têm dimensões de 70 m de largura (Leste-Oeste) e seu comprimento (Norte-Sul) varia conforme os limites do corpo. O avanço da lavra é no sentido Sul-Norte

A lavra é feita em 3 bancadas de 2,5 a 3,0 metros de altura correspondentes aos tipos básicos de minério e tem de largura e comprimento respectivamente 70 e 25 m, formando blocos (ver esquema das bancada). Os equipamentos utilizados na remoção do minério consistem de escavadeira hidráulica e caminhões.

A lavra dos blocos de minério é feita de modo suficiente para manter a produção de minério para as balsas e manutenção da pilha. O tempo restante é destinado ao decapeamento, drenagem e acessos.

Considerações importantes durante a fase de remoção do minério:

- a altura das bancadas deve levar em conta o alcance da lança da escavadeira para garantir o bom funcionamento e agilidade do equipamento na remoção do material, bem como no carregamento dos caminhões.
- a construção de muros de contenção de água sobre as bancadas que já foram mineradas evita que o acúmulo de água pluvial atrapalhe o desenvolvimento dos trabalhos na bancada posterior (foto 3). A construção de canaletas (com leve inclinação) no pé dos taludes permite a drenagem de toda a água da mina, que nos caso das bancadas inferiores é auxiliada por bombeamento (foto 4).
- o taludamento interno nas adjacências da tira que esta sendo lavrada deve ser feito com o material estéril mais duro (foto 5), pois este tipo de material é menos susceptível a erosão do que o material estéril mais fino constante na parte superior do capeamento. Evita-se assim, possíveis escorregamentos de material e a conseqüente contaminação do minério que esta sendo lavrado em níveis inferiores.
- nos acessos internas as bancadas para remoção do minério pode ocorrer a presença de material arenoso conferindo uma maior plasticidade ao terreno ocasionando atolamento e deslize dos equipamentos. Este tipo de problema pode ser resolvido com a disposição de piçarra (argila belterra) sobre este material (foto 6). Uma outra alternativa para que os equipamentos não afundem é deixar uma camada de aproximadamente 50 cm de caulim sobre o material arenoso.

• o mal dimensionamento do boca-fora (taludes internos), como no caso de não haver uma bancada mínima no limite da lavra, pode a medida que for sendo removido o material imediatamente abaixo do talude, provocar escorregamento de material de cobertura sobre o caulim.

A remoção e transporte tanto de minério como estéril, bem como fornecimento de equipamentos para as atividades de recomposição topográfica é feita por uma empresa contratada à U&M.

A relação dos equipamentos utilizados pela U&M, bem como algumas características destes equipamentos são dadas abaixo:

Tabela 2 : Equipamentos

Equipamento	Capacidade em Volume Caçamba/toncha (m ³)	Capacidade em peso Caçamba/toncha (t)	Peso médio do caminhão vazio Tara (t)
Caminhão CB - Volvo	13	23,50	40,57
Caminhão CA - Mercedes Benz	20	30,55	15,52
Caminhão 723 - CR (Estrada)	30	52,88	-
Escavadeira hidráulica Caterpillar 320	1,5	20,72	-
Escavadeira hidráulica Caterpillar	1,0	20,72	-
Escavadeira hidráulica Liebherr	4,3	60,20	-

O Peso médio da carga para diferentes cargas de materiais nos caminhões, bem como densidade do material solto fornecidos pela U&M são listados abaixo:

Tabela 3: Peso médio carga e densidade do material solto

Material	Peso médio da carga Caminhões CB/CR (t)	Densidade do material solto (g/cm ³)
Areia	62,72	1,27
Argila	66,91	1,21
Minério	72,16	1,49
Caulim duro	61,48	1,29

Considerando que a empresa não possui dados da densidade material *in situ* foram realizadas coletas de material em campo, mais especificamente nas frentes de lavra,

acompanhando o perfil estratigráfico da jazida. Nas amostras coletadas, foi feita a descrição das amostras e a determinação da densidade.

Para o cálculo das densidades (ρ), utilizou-se a fórmula $\rho = m/V$, onde a densidade é a relação entre massa e volume. O cálculo da densidade *in situ* foi realizado após coleta de duas amostras de material em cada bancada (no talude).

Procedimentos:

- coletar as amostras em sacos plásticos para impedir a absorção de água pela amostra, o peso destes sacos que foi de 0,21 g e deve ser previamente descontado, antes dos dados serem passados para planilha,
- pesar a amostra em balança semi analítica no laboratório e anotar em uma planilha o valor,
- Colocar amostra em becker com 2 l de capacidade, contendo água até o limite de 1 l. Anotar o deslocamento de água observado após a colocação da amostra; O volume deslocado corresponde ao volume da amostra que deve estar tal qual foi removida no campo.

A aplicação deste método é uma adaptação do método utilizado na COPELMI Mineração Ltda (RS) onde após a pesagem a amostra, esta é colocada sobre uma caixa metálica com orifício onde é feita a coleta da água deslocada pela amostra. O recipiente no qual a água é coletada, que pode ser um becker, é pesado. Tem-se assim a massa de água e assim obtêm-se o volume que a amostra ocupa no espaço. Na adaptação feita, a diferença é que o deslocamento de água pela amostra é obtido diretamente por visualização no becker, o que pode inferir em erro devido a imprecisão na escala do mesmo, foi possível verificar um erro constante de 0,3, o que indica ser este um método impreciso para medida da densidade.

Tabela 4: dados obtidos com a amostragem

Amostras	Peso amostras (g)		Vol. deslocado (cm ³)		Densidades ($\rho = m/v$)		ρ média	ρ corrigida
	Am. 1	Am. 2	Am. 1	Am. 2	Am. 1	Am. 2		
I	323,00	236,60	230	170	1,4	1,39	1,40	1,7
II	500,19	288,70	390	220	1,28	1,31	1,30	1,6
III	370,19	433,40	260	280	1,42	1,55	1,49	1,79
IV	476,55	316,87	400	250	1,19	1,27	1,23	1,53

V	311,47	363,21	200	230	1,56	1,58	1,57	1,87
VI	819,09	813,59	510	500	1,61	1,63	1,62	1,92
VII	581,29	685,09	360	420	1,61	1,63	1,62	1,92
VIII	529,19	874,29	330	540	1,60	1,62	1,61	1,91
IX	724,19	579,09	520	420	1,39	1,38	1,40	1,7

Onde:

I – **Argila** marron amarelada(piçarra)

II – **Areia** fina silto-argilosa vermelha, mal consolidada

III – **Areia** argilosa, parcialmente caulinizada, cor vermelho amarronzado a amarelado

IV – **Areia** média a fina/argilosa com camadas de argila marron avermelhada

V – **Caulim duro** róseo púrpura, poroso devido a presença de microorganismos e raízes, com listas horizontais (que marcam níveis de água)

VI – **Caulim** amarelo a arroxado com pouquíssima areia.

VII – **Caulim** branco rosado pouquíssimo arenoso, com minerais escuros dispersos e manchas rosas

VIII – **Caulim** macio, homogêneo com minerais escuros finamente divididos e dispostos horizontalmente

IX – **Caulim** branco arenoso, com presença de minerais escuros horizontalizados

O cálculo das densidades *in situ* e sua relação com as densidades do material solto visa a determinação de importante característica dos solos, a expansão volumétrica que estes sofrem quando escavados, pois assume um volume solto maior do que no seu estado natural.

A relação entre a densidade aparente (material solto) e a densidade *in situ* (natural) é chamada fator de empolamento, representado por $\alpha = \rho_{\text{solto}}/\rho_{\text{in situ}}$. O percentual de empolamento de um solo calcula-se através da fórmula:

$$F(\%) = \left(\frac{1}{\alpha} - 1 \right) \cdot 100 \quad (1)$$

Chega-se então aos seguintes valores de empolamento para os materiais analisados, que se aproximam dos valores teóricos para este tipo de material.

Tabela 5: Empolamento do material

Material	$\rho_{\text{hólo}} \text{ (g/cm}^3\text{)}$	$\rho_{\text{solo}} \text{ (g/cm}^3\text{)}$	Fator de empolamento α	Empolamento % Calculado por (1)
Areia	1,27	1,53	0,83	20,5
Argila	1,21	1,70	0,71	40,8
Caulim	1,49	1,92	0,77	29,8
Caulim Duro	1,29	1,87	0,69	44,9

Tabela 6: Valores Teóricos de Empolamento

De posse dos dados do fator de empolamento pode verificar-se que estes valores aproximam-se dos valores teóricos para estes materiais (tabela 6) que em conjunto com avaliação do tempo de ciclo e turnos de trabalho, permitem estimar o rendimento e produção do equipamentos.

Tabela 6: Valores Teóricos de Empolamento

	Fator de empolamento α	Empolamento %
Solos argilosos	0,71	40
Terra comum seca (solos argilo-siltosos com areia)	0,80	25
Terra comum úmida	0,80	25
Solo arenoso seco	0,89	15

O tempo de ciclo é a repetição de forma cíclica num certo período de tempo das operações desenvolvidas na lavra por exemplo, tem-se o tempo dos caminhões, da escavadeira, etc.

A fixação do início da tomada do tempo é arbitrária, ou seja, pode ser feita em qualquer fase do ciclo. Neste relatório, ficou estabelecido que o início do tempo de ciclo dos caminhões se dá no momento que ele se posiciona embaixo da concha da escavadeira e após a operação de carregamento e transporte até o bota-fora, retorna a esta posição inicial. O início do ciclo da escavadeira durante o carregamento é a partir do momento que esta descarrega a primeira concha sobre o caminhão e termina quando descarrega a última, considerando-se ter um ciclo médio de

quinze conchas quando do carregamento do caminhão LK e doze conchas quando do caminhão CB.

Informações obtidas durante o desenvolvimento dos ciclos observados:

Material: *caulim*

Trajetória percorrida: da frente de lavra até a balsa (ida e volta = 13,6 km),

Ângulo da lança da escavadeira durante o carregamento: 90° em todos com exceção dos marcados com *.

Posição da escavadeira: sobre a bancada que está sendo lavrada,

Posição do caminhão: sobre a bancada que está sendo lavrada,

Nº de caminhões no ciclo: 6

Velocidade média: 50 km/h

Equipamento de apoio: moto-niveladora

Tabela 7: Tempo de Ida, Volta e carregamento

Caminhões	Pos. Esc. min	Nº conchas	Saida min	Retorno min	Enchimento min	Ciclo cam. min	Ciclo escav. min
LK 11	15,75	15	20,96	41,6	5,21	20,64	0,35
LK 12	59,73	15	4,02	21,97	4,29	17,95	0,29
LK 13	53,00	15	58,05	18,85	5,05	20,8	0,34
CB 11	5,35	12	9,88	30,03	4,53	20,15	0,38
CB 13	10,53	12	15,00	35,00	4,47	20,0	0,37
CB 14	22,73	11	26,32	46,93	3,59	20,61n	0,33
Escavadeira Caterpillar 320 B							

Caminhões	Pos. Esc. min	Nº conchas	Saida min	Retorno min	Enchimento min	Ciclo cam. min	Ciclo escav. min
LK 11	47,96	13	53,18	14,16	5,22	10,98	0,40
LK 12 *	32,83	13	37,55	56,55	4,72	8,17	0,36
LK 13 *	27,70	13	32,13	Caminhão foi abastecer			
CB 11	38,47	11	42,43	2,72	3,96	20,29	0,36
Escavadeira Caterpillar 320 B							

Tabela 8: Tempo de basculamento

Caminhões	Chegada min	Início basc. min	Fim basc. min	Tempo man. min	Tempo basc. min
LK 11	59,00	0,61	1,33	1,61	0,72
LK 12	55,00	57,86	58,60	2,86	0,74
LK 13	15,70	17,15	18,38	1,45	1,23
CB 11	1,58	3,52	4,82	1,94	1,3
CB 13	6,02	6,92	7,92	0,90	1,00
CB 14	10,83	12,15	13,50	1,32	1,35

Figura 11: Cronograma caminhão LK e 13 caminhões no caminhão CB.

O volume de material transportado por caminhão LK considerando que a capacidade de

Caminhões	Chegada min	Início basc. min	Fim basc. min	Tempo man. min	Tempo basc. min
LK 11	59,00	0,62	1,33	1,62	0,71
LK 12	55,0	57,87	58,60	2,87	0,73
LK 13	15,70	17,15	18,38	1,45	1,23
CB 11	1,58	3,52	4,82	1,94	1,30
CB 13	6,02	6,92	7,92	0,90	1,00
CB 14	10,83	12,15	13,50	1,32	1,35

A produção de um caminhão CB considerando o fator de aproveitamento de:

Considerando que a remoção e transporte do minério (caulim) é paga por número de viagens realizadas é de fundamental importância conhecer a eficiência dos equipamentos, bem como a utilização da capacidade máxima destes equipamentos. Como no caso do tempo de ciclo analisado, uma redução do número de conchas durante o ciclo, pode resultar em sub avaliação dos volumes transportados, que será estimado após o cálculo da produção dos equipamentos.

Figura 12: Cronograma com caminhões LK e CB.

Temas:

A produção da retroescavadeira, dados:

Capacidade: $1,5 \text{ m}^3$ (C)

Tempo de ciclo: Tempo de ciclo médio de 0,31 min (tc)

Fator de carga da caçamba: 0,85 para escavadeira hidráulica com carregamento de caulim, considerado aqui como argila compacta (f)

Fator de empolamento do caulim: 0,77 (α)

A produção da escavadeira (Q) é dada pela expressão: $Q = C \cdot f \cdot \alpha \cdot E \cdot \frac{1}{t_c}$

$$Q = 1,5 \text{ m}^3 \cdot 0,85 \cdot 0,77 \cdot \frac{60 \text{ min/h}}{0,31} = 190,02 \text{ m}^3/\text{h} \text{ considerando } 100\% \text{ de eficiência } E = 1$$

O volume transportado pelos caminhão considerando um tempo de ciclo mínimo de 20,06 minutos, 15 conchadas no caminhão LK e 12 conchadas no caminhão CB.

O volume de material transportado pelo caminhão LK considerando que o número de caçambadas médio é 15 e o volume da concha é de $1,5 \text{ m}^3$ $V = 15 \times 1,5 \text{ m}^3 = 22,5 \text{ m}^3$. No caminhão CB o volume de material transportado $V = 12 \times 1,5 \text{ m}^3 = 18 \text{ m}^3$

A produção de um caminhão LK considerando o fator de empolamento do material é de:

$$Q = 22,5 \text{ m}^3 \cdot 0,77 \cdot \frac{60 \text{ min/h}}{4,90 \text{ min}} = 212,14 \text{ m}^3/\text{h}$$

E a produção de um caminhão CB considerando o fator de empolamento é:

$$Q = 18 \text{ m}^3 \cdot 0,77 \cdot \frac{60 \text{ min/h}}{4,14 \text{ min}} = 200,87 \text{ m}^3/\text{h}$$

Considerando os mesmos valores, com o número de conchadas reduzidas, para 13 e 11 conchadas, respectivamente nos caminhões LK e CB.

Tem-se:

$$V_{LK} = 13 \cdot 1,5 \text{ m}^3 = 19,5 \text{ m}^3$$

$$V_{CB} = 11 \cdot 1,5 \text{ m}^3 = 16,5 \text{ m}^3$$

A produção considerando o fator de empolamento é:

$$Q_{LK} = 19,5 \text{ m}^3 \cdot 0,77 \cdot \frac{60 \text{ min/h}}{4,90 \text{ min}} = 183,86 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{CB} = 16,5 \text{ m}^3 \cdot 0,77 \cdot \frac{60 \text{ min/h}}{4,90 \text{ min}} = 155,57 \text{ m}^3/\text{h}$$

A diferença entre o número de conchadas irá resultar em uma diferença de volume de $28,28 \text{ m}^3/\text{h}$ para o LK e $45,17 \text{ m}^3/\text{h}$ para o CB, o que durante um período de tempo maior pode significar grandes perdas em volume resultando em prejuízo para a empresa, daí a importância de haver um fiscal da empresa contratante fiscalizando o trabalho realizado.

Material: *argila helterra (piçarra)*

Trajeto percorrido: da frente de lavra até a recomposição do perfil ida e volta = 800 m

Ângulo da lança da escavadeira durante o carregamento: 45° em média por vezes atingindo 60° .

Posição da escavadeira: sobre a bancada que esta sendo lavrada.

Posição do caminhão: sobre a bancada que esta sendo lavrada.

Nº de caminhões no ciclo: 2

Velocidade média: 35 a 40 km/h baixando para 10 km/h quando na subida das rampas de acesso a recomposição do perfil.

Equipamento de apoio: moto-niveladora

Obs1: o fim da amostragem corresponde a mudança de bancada

Obs2: o operador do CR 11 bascula com o caminhão em movimento.

Tabela 9: Tempo de ida e volta e carregamento

Caminhões	Pos. Esc.	Nº conchas	Saida	Retorno	Enchimento	Ciclo cam.	Ciclo esc.
	min	min	min	min	min	min	min

CR 10	3,43	12	7,36	11,42	3,93	4,05	0,34
CR 11	8,02	12	12,13	16,00	4,12	3,87	0,32
Escavadeira Liebherr 41							

Caminhões	Pos.Esc. min	Nºconchas min	Saída min	Retorno min	Enchimento min	Ciclo cam. min	Ciclo esc. min
CR 10	12,83	12	16,08	20,60	3,92	4,52	0,38
CR 11	16,60	12	20,13	24,33	3,53	4,20	0,35
Escavadeira Liebherr 41							

Caminhões	Pos.Esc. min	Nºconchas min	Saída min	Retorno min	Enchimento Min	Ciclo cam. min	Ciclo esc. Min
CR 10	20,97	12	24,60	28,88	3,63	4,28	0,36
CR 11	25,20	12	29,43	34,13	4,23	4,70	0,39
Escavadeira Liebherr 41							

Caminhões	Pos.Esc. min	Nºconchas min	Saída min	Retorno min	Enchimento min	Ciclo cam. min	Ciclo esc. Min
CR 10	34,35	12	39,07	42,80	5,38	3,73	0,31
CR 11	30,02	12	34,10	38,27	4,08	4,17	0,35
Escavadeira Liebherr 41							

Tabela 10: Tempo de basculamento

Caminhões	Chegada min	Início basc. min	Fim basc. min	Tempo man. min	Tempo basc. min
CR 10	57,83	58,25	58,75	0,42	0,50
CR 11	1,10	1,48	1,83	0,38	0,35

Caminhões	Chegada min	Início basc. min	Fim basc. min	Tempo man. min	Tempo basc. min
CR 10	12,03	12,35	12,83	0,32	0,48
CR 11	15,63	16,00	16,25	0,37	0,25

Caminhões	Chegada min	Início base. min	Fim base. min	Tempo man. min	Tempo base. min
CR 10	57,83	58,25	58,75	0,42	0,50
CR 11	1,10	1,48	1,83	0,38	0,35

Caminhões	Chegada min	Início base. min	Fim base. min	Tempo man. min	Tempo base. min
CR 10	5,10	5,47	5,93	0,37	0,47
CR 11	8,48	8,78	9,08	0,30	0,30

Caminhões	Chegada min	Início base. min	Fim base. min	Tempo man. min	Tempo base. min
CR 10	12,03	12,35	12,81	0,32	0,48
CR 11	15,63	16,00	16,25	0,37	0,25

De acordo com os dados obtidos nas tabelas para o carregamento de material de cobertura (piçarra), chega-se a um tempo de ciclo efetivo médio para os caminhões de 4,19 minutos, onde tempo de ciclo efetivo por definição corresponde ao tempo realmente gasto pelo equipamento para executar o ciclo de operação, e o tempo de ciclo para escavadeira é de 4,10 minutos.

O rendimento da operação é afetado diretamente pelos tempos de parada, e um incremento na produção será possível com a redução destes, onde os tempos de parada neste caso correspondem a uma perda de 20 minutos durante o reabastecimento dos caminhões, e as esperas entre o carregamento de um caminhão e outro que é em média de 0,81 minutos.

De posse dos dados de tempo de ciclo da escavadeira e o volume de material solto na caçamba posso estimar a produção dos equipamentos. A expressão que permite estimar a produção da escavadeira é dada abaixo:

A produção da retroescavadeira, dados:

Capacidade: $4,3 \text{ m}^3$ (C)

Tempo de ciclo: 0,35 min. (tc)

Fator de carga da caçamba: 0,95 para escavadeira hidráulica com carregamento de argila (f)

Fator de empolamento da argila: 0,71 (α)

A produção da escavadeira (Q) é dada pela expressão: $Q = C \cdot f \cdot \alpha \cdot E \cdot J$

tc

$$Q = 4,3 \text{ m}^3 \cdot 0,95 \cdot 0,71 \cdot \frac{60 \text{ min/h}}{0,35 \text{ min}} = 497,2 \text{ m}^3/\text{h} \text{ considerando } 100\% \text{ de eficiência } E = 1$$

O volume transportado pelo caminhão considerando o nº de 12 conchadas e o tempo de ciclo mínimo de cada caminhão é 4,19min. para uma distância percorrida de 800 metros.

O volume de material transportado pelo caminhão considerando que o número de caçambadas médio é 12 e o volume da concha é de $4,3\text{m}^3$ $V = 12 \times 4,3\text{m}^3 = 51,6 \text{ m}^3$.

A produção de um caminhão considerando o fator de empolamento do material é de:

$$Q = 51,6 \text{ m}^3 \cdot 0,71 \cdot \frac{60 \text{ min/h}}{4,19 \text{ min}} = 524,6 \text{ m}^3/\text{h} \text{ o que corresponde há } 36,6 \text{ m}^3 \text{ no tempo}$$

de 4,19min.

O interesse da empresa contratante em conhecer a capacidade de produção do equipamento da empresa contratada só é relevante na fase de planejamento, pois assim pode ser estimado em quanto tempo será realizado o decapeamento, em questões econômicas nesta fase considerando ser o pagamento ser feito por volume de material removido *in situ*, volume no corte, não é importante conhecer o volume removido a não ser por questões de controle em comparação com os dados de topografia.

7.2.1.3. Recomposição Topográfica

A disposição do capeamento e estério é feita de modo a reconstituir a topografia original visando posteriormente a recomposição vegetal. A disposição do material de baixo para cima consiste de material fino areno-argiloso sobreposto pelo material do capeamento (argila belterra) comum nos platôs amazônicos (foto 7). O lançamento deste material é feito em locais pré-determinados, e é disposto de forma que as bermas e taludes, apresentem um ângulo de repouso de 35° a 40°. Este material deve, assim como o solo vegetal colocado posteriormente sobre ele, ser compactado visando diminuir a erosão e permitir a melhor fixação das raízes na fase de recomposição vegetal.

7.3. Transporte

O minério que sai da frente de lavra é transportado por caminhões basculantes pertencentes a empresa contratada U&M pode seguir dois destinos:

- ser transportado por 6 km até as margens do rio Capim (foto 8) onde é basculado diretamente sobre o convés das balsas (foto 9) que faz o transporte via fluvial até Barcarena.
- seguir 600 metros até as pilhas de estocagem para posterior processamento do minério que será posteriormente transportado em forma de polpa, nas balsas até Barcarena.

As pilhas de estocagem contam com um trator D6G como equipamento de apoio para facilitar o acesso dos caminhões ao blanger, e evitar o atolamento dos mesmos que em períodos de chuva apresentam grande dificuldade nas manobras. São realizadas em média 140 a 160 viagens/dia de minério para as pilhas, o que corresponde à 30,5 ton./dia. A velocidade máxima admitida nos acessos da mina é de 60 km/h.

Os acessos contam com um auxílio de um caminhão pipa para aspersão de água sobre o terreno nos períodos de pequena precipitação.

A polpa de material processado é bombeada com uma vazão de polpa de 700 ton/h e tempo de carregamento é realizado em 3 horas e 30 minutos, por tubulações de PAD com diâmetro de 10 polegadas, até um tanque de estocagem (foto 10) e a partir daí por gravidade (desnível de 40m) até balsas tipo tanque, onde o embarque é feito através de um mangote flexível com diâmetro de 8 polegadas acoplado a balsa, que fica posicionado em uma plataforma constituída de estrutura metálica com correias que permite que o mesmo seja movimentado conforme a balsa vai afundando com o peso da carga.

O transporte via fluvial é realizado em balsas em comboios de duas balsas com capacidade de 700 toneladas ou com uma balsa apenas de capacidade para 2.000 toneladas.

O transporte de reagentes químicos, utilizados no processo de dispersão na mina, é feito opcionalmente através das balsas vazias que retornam da Planta de Beneficiamento, pois as vias de acesso pavimentadas até a mina, não apresentam bom estado de conservação, e este tipo de operação necessita de um maior nível de segurança.

7.4. Estocagem

A pilha de estocagem do material a granel é constituída de três tipos diferentes de material, com a seguinte disposição: o material mais nobre, com alvura > 83.0 e resíduo < 15% no centro da pilha (foto 11) que é referido como pilha 1, o material mais arenoso, com alvura > 83.0 e resíduo superior a 15% no lado direito da pilha que é referida como pilha 2 e o material com muito pouco resíduo, mas alvura < 83.0, disposto a esquerda da pilha e referido como pilha 3.

A estocagem do material em forma de polpa (líquido) é feita em dois tanques com capacidade de 1.500 m³/1350 ou 2500/cálcular toneladas, o que corresponde a capacidade da balsa (foto 12).

7.5. Processamento na mina

Esta fase consiste na dispersão do minério proveniente da pilha de estocagem, a 70 à 73% de sólidos, desareamento do minério em caixas de areia de 80% da areia presente.

7.5.1. Dispersão

A dispersão é um processo que consiste na desagregação dos nódulos de minério bruto pela ação mecânica, em um misturador tipo blunger, com presença de agentes químicos dispersantes(reagentes) e água formando uma polpa dispersa com densidade e pH controlado.

A adição de material das diferentes pilhas, no blanger (foto 11), é feita por identificação visual e realizada por uma escavadeira hidráulica de modo a atender a qualidade requisitada pela planta. A proporção ideal de material das pilhas é a seguinte:

Alvura ideal: 4 conchas da pilha 1

1 concha da pilha 2

1 concha da pilha 3

Alvura maior: 4 conchas da pilha 1

2 conchas da pilha 2

1 concha da pilha 3

O caulim que entra no blunger, quando a dispersão for eficiente, apresenta em média 15% de areia na alimentação e gera um produto com 5 à 6% de areia. É importante salientar que o material arenoso quando em maior proporção, diminui a produção.

Para garantir uma boa operacionalidade do equipamento bem como o controle do produto disperso deve ser controlado o número de toneladas por hora de caulim alimentado ao blunger pela escavadeira, a vazão de água, a vazão de reagentes e o PH necessário a uma boa dispersão. Este controle é feito via supervisorio (terminal computadorizado) onde é possível verificar o nível do tanques de solução dispersante, e do tanque de água, bem como leituras do totalizador de produto e de reagentes(solução dispersante).

A alimentação média de material da pilha ao blunger é de 90t/h. Os reagentes utilizados nesta fase são poliacrilato e barrilha, correspondendo respectivamente em percentual na solução adicionada ao blunger à 60% de barrilha e 40% de poliacrilato. O poliacrilato tem função dispersante e a barrilha tem função de regular o PH. A taxa de alimentação da solução de reagente é de 10 à 15 l/min. A faixa ótima de PH para uma boa dispersão é 7,5 e depende do tipo de minério alimentado. A adição de água deve ser feita de modo a manter a densidade na faixa padrão de 1,720g/cm³.

O cálculo da faixa de alimentação adequada ao blunger de caulim e/ou reagentes é descrito a seguir. Primeiramente é feita leitura do totalizador do produto e do totalizador da solução dispersante via terminal de computador, em um tempo padrão de uma em uma hora, e registro dos valores observados. Posteriormente através das fórmulas obtém-se o valor da alimentação.

$$\text{Alim(t/h)} = \frac{((\text{totalizador final} - \text{inicial}) \times (D_s - 1)) \times 1.6173}{\text{Tempo}}$$

Onde os valores do totalizador inicial e final do produto, podem ser lidos tanto no terminal quanto no em instrumentos de leitura próximos aos tanques; D_s é a densidade do

produto medida em (g/cm^3) e cujo procedimento de cálculo é apresentado na descrição do controle de qualidade; Tempo, corresponde ao intervalo de tempo utilizado para totalização

$$\text{Disp}(\text{l/min}) = \frac{((\text{totalizador final} - \text{inicial}) \times 1000)}{\text{Tempo}} \text{ ou } \frac{(\text{Altura inicial} - \text{final}) * 7069}{\text{Tempo}}$$

Os valores de totalizador inicial e final de dispersante seguem o descrito acima para o caso do produto; A altura inicial e final do dispersante é feita via terminal ou no instrumento de leitura junto ao tanque. Tempo, a mesma definição dada anteriormente para o caso do produto.

Um exemplo prático dos cálculos descritos é apresentado a seguir:

Quanto de material deve ser alimentado ao blanger e quanto de dispersante devo colocar visando manter o equilíbrio do sistema de dispersão?

1. Após duas leituras em um intervalo de tempo de 1 hora obteve-se os seguintes valores

Tabela 11: leituras

hora	Totalizador	ton/h	ρ (densidade)	reagente	L/min	PH
14:00	92026.3	85.3	1,711	353594	10,8	7,7
15:00	92109.2	98.0	1,731	354291	11,6	7,6

2. Aplicando os valores obtidos na fórmula, tem-se:

$$\text{Alim}_{(t/h)} = \frac{((92109.2 - 92026.3) * (1,731 - 1)) * 1,6173}{1} = 98 \text{ t/h em base seca}$$

1

$$\text{Disp}_{(l/min)} = \frac{354291 - 353594}{1} = 11,6 \text{ l/min}$$

É importante salientar que picos de energia ocorrem com frequência desligando o disjuntor, então atenção máxima durante a operação de alimentação do blanger é necessária, pois o excesso de material exige uma potência maior do equipamento. Qualquer sobrecarga pode ser verificada através um sinalizador com luz vermelha e verde instalado ao lado do motor de com leitura de amperagem e visível ao operador da escavadeira. A luz vermelha é acionada quando a carga do motor estiver acima do normal, quando estiver baixa, a luz verde é acionada. Outro cuidado nos casos de picos de energia é tomar o cuidado de religar as bombas que transferem água para os selos ou gaxetas das bombas de transferência de polpa, antes de religar estas e o blanger, reblanger...bem como religar a água para as caixas de areia antes de ligar as caixas, pois se isto não for feito os tubos entopem e tem se perda de material por transbordo.

7.5.2. Desareamento

É um processo de classificação granulométrica por diferença de densidade utilizada para remoção das partículas grosseiras da polpa obtida no processo de dispersão. O processo consiste basicamente na retirada da parte grosseira através da sedimentação em caixas de areia. A parte fina sai do sistema por transbordo (overflow) e a grosseira é retirada através de arraste(foto 13).

A alimentação as caixas de areia com o material do Blunger, para garantir um ambiente que permita uma boa sedimentação deve ter 67% de sólidos. Cabe salientar que a partir de 72% de sólidos torna-se inviável o uso deste tipo de processo.

O rejeito das caixas de areia é reprocessado no reblanger para melhorar a recuperação do caulim não disperso e então alimentado a caixa de areia secundária no nível inferior.

A polpa desareada é estocada num tanque onde é feita a floculação com ácido sulfúrico, que tem o efeito de aumentar a viscosidade e possibilitar a floculação do caulim, ou seja evitar a sedimentação. É importante salientar que o excesso de ácido sulfúrico pode gerar uma pasta impedindo o bombeamento, portanto deve ser feito o controle da adição de ácido para manter o PH na faixa ideal de 5,5. O material previamente floculado é posteriormente bombeado para tanques de estocagem que alimentam as balsas por gravidade.

7.6. Controle de Qualidade

O controle é feito através de amostragem do minério ROM, caulim bruto e produtos finais, proveniente das pilhas, furos de sondagem e polpa dispersa/polpa desareada.

A coleta de material para amostragem nas pilhas é feita de quatro em quatro viagens realizadas pelo caminhão. As amostras recolhidas com o auxílio de uma caneca e armazenadas em baldes são despejadas sobre uma lona e então homogeneizadas e quarteadas até restar dez quilos que compõem uma amostra diária. O mesmo procedimento é realizado para as amostragem do material a granel nas balsas.

Amostras dos furos de sondagem rotativa e a trado são identificadas por intervalo bloco (localização furo), data e bancada. Nas amostras da sondagem a trado o material correspondente a um determinado intervalo é separado visualmente e pelo tato, cada intervalo passa por quarteamento prévio e após acondicionado em saco plástico segue para teste em laboratório.

Amostras dos furos realizadas pela sonda rotativa, seguem em caixas de madeira para o laboratório, e após descrição dos intervalos amostrados, pelo geólogo, utilizando uma descrição padrão de 2,5 em 2,5 metros, as amostras são preparadas para análise.

A amostragem de polpa é feita em pontos fixos de 4 em 4 horas. O material disperso na saída do blanger sofre uma análise prévia ao laboratório, de pH e densidade da polpa, com o objetivo de verificar se os valores estão dentro da especificação de controle, esta análise é posteriormente comparada a análise em laboratório do material disperso coletado no tanque de armazenamento de material disperso que será submetido a desareamento. Esta comparação é necessária pois as bombas utilizadas para o bombeamento da polpa introduz no sistema água de selagem o que provoca diluição da polpa.

A análise do material amostrado, seja ROM, caulim bruto ou produto final, visa determinar o pH (potencial de hidrogênio) das amostras, densidade, percentual de resíduo retido em peneiras, alvura do material, viscosidade, umidade, CPS (distribuição do tamanho das partículas).

O pH é o grau de acidez ou basicidade de uma solução, densidade, este termo expressa a relação entre massa e volume do material, expresso em g/cm^3 ; resíduo é o percentual de partículas retidas na peneira à 325# após dispersão padronizada; alvura é a reflectância do material, medida em luz monocromática de comprimento de onda 457 nanômetros, em relação a uma amostra padrão com valor de alvura conhecida de 85.30; viscosidade é a resistência que todo o fluido oferece ao movimento relativo de qualquer de suas partes (atrito interno de um

fluido); umidade é a quantidade de água contida em um produto, expressa em porcentagem, CPS é a comparação do tamanho do material sedimentado em diferentes tempos de centrifugação.

A descrição das análises em laboratório de acordo com o material amostrado é apresentada detalhadamente abaixo, e após seguem alguns exemplos práticos:

Na amostra de sondagem rotativa, posterior a descrição do geólogo, são retirados fatias correspondes à $\frac{1}{4}$ da amostra total.

- As fatias com a devida identificação e registro em planilha do intervalo à que elas pertencem são colocadas em bandejas e enviadas para estufa até secagem completa.
- Após secagem o material é colocado sobre uma lona plástica e triturado com auxílio de uma espátula de madeira e peneirado até a obtenção de uma granulometria inferior à 1 centímetro e então homogeneizado e quarteado (divisão da mostra em quatro partes iguais).
- Deste material retira-se uma amostra de 100 gramas, a qual será submetida a dispersão.
- A dispersão é realizada em um liquidificador de metal, onde as 100 gramas são diluídas em 400 miligramas de água e 6 miligramas de TSPP (tetra pirofosfato de sódio-dispersante) com uma rotação de 70 rpm (rotações por minuto) durante 3 minutos.

No material disperso é feita análise de residuo, alvura e CPS.

- O material disperso passa por uma peneira a 325 #, o material retido segue para estufa visando remover a umidade e então é posteriormente pesado obtendo-se assim o residuo em massa, devo pesar o recipiente antes de colocar a amostra, e após a secagem desta na estufa, pesar juntamente com o recipiente, a diferença entre os pesos corresponde ao peso da amostra
- Na polpa passante será realizada teste de alvura, CPS e pH. Após agitação da polpa mede-se a densidade para verificar o teor de sólidos na polpa que deve ser inferior a 30%, caso não, devo fazer a diluição; o cálculo da quantidade de água necessária para a diluição e obtenção de uma densidade entre 1.026 e 1.300 g/cm³ é o seguinte:

$$\text{Vol. água} = [((\rho_{\text{Real}} - 1) / (\rho_{\text{desejada}} - 1)) * VP] - VP$$
, onde o ρ desejada corresponde a 30% de sólidos e é igual a 1.228 g/cm³.

- A determinação da densidade que é a relação entre massa e volume é feita utilizando um densímetro ou balão volumétrico. Quando for utilizado balão (500 ou 1000ml) o mesmo deve ser colocado sobre uma balança e tarado, posteriormente com o auxílio de um funil devo encher o balão até o menisco e então anotar o peso e dividir pelo volume do balão. Quando for utilizado

densímetro, devo despejar a polpa sobre uma proveta de 250 ml e medir com o densímetro apropriado, que é colocado de forma a ficar boiando dentro da proveta.

Para determinação da alvura os passos são definidos na sequência:

- Flocular a polpa com H_2SO_4 (ácido sulfúrico-floculante) a 10% de concentração.
- Filtrar a polpa floculada em funil de vácuo com filtro de papel até que a polpa torne-se visivelmente opaca.
- A torta formada no funil, é colocada no microondas à temperatura média ou em estufa convencional à 90° C, até secar, deve ter-se o cuidado para não secar excessivamente, para evitar perda da alvura.
- Após a secagem, pesa-se 10 gramas da amostra e pulveriza-se por 30 segundos em um pulverizador tipo ICA.
- A amostra pulverizada é despejada em um cilindro de alumínio, colocado sobre uma placa de vidro, até preencher $\frac{3}{4}$ da capacidade deste. Este material é levemente pressionado por uma prensa, tipo Wayne Wetzel, até atingir 30kg de pressão na balança sobre a qual esta sendo pressionada.
- Após remoção com cuidado da pastilha formada, que permanece no cilindro, ela segue para leitura no equipamento ELREPHO modelo 85322 da CARL ZEISS, no qual a tecla scan faz a leitura dos filtros X, Y, Z e F, e a tecla PRINT imprime os valores de alvura, L, a, b (anexo 2) onde "L" é a reflectância no intervalo de comprimento de onda na faixa da sensibilidade do olho humano; "a" é a medida da coloração vermelho-verde (+a = vermelho, -a = verde) e " b" é a medida da coloração azul-amarela (+b = amarelo, -b = azul).

Na comparação do tamanho das partículas (CPS), mede-se a densidade da polpa para definir o volume de polpa necessário para obtenção de 4 gramas de caulim seco. Após colocar este volume em uma proveta, adiciono 3 ml de TSPP à 5% + feniltaleína à 1% + volume de água necessário para completar 100 ml, então centrifugo em um tubo cônico graduado com separação de 0,1 ml entre cada traço e faço a leitura após 1 e 9 min. de rotação. Obs: a análise de CPS na planta é feita com SediGraph.

A determinação do pH é feita com um pH-metro, equipamento composto de uma sonda compensadora de temperatura e um eletrodo, a sonda compensadora mantém uma temperatura padrão de 25° C para leitura do pH.

Nas amostras de sondagem a trado, que também são descritas pelo geólogo, estas já vem com os devidos intervalos identificados em sacos plásticos, portanto o procedimento consiste em transferir estas informações para as bandejas de secagem do material que será enviado para estufa, os outros procedimentos após a secagem correspondem aos já descritos para amostras da sonda rotativa.

As amostras da pilha e da balsa também já vem com a devida identificação do tipo de material a que correspondem, são então transferidas as informações, os procedimentos são os mesmos, em geral nestas amostras é também calculada adicionalmente a umidade da amostra, que corresponde a diferença entre o peso seco e o peso úmido, o peso úmido é obtido com a pesagem da amostra antes de ir para estufa, e o seco após a secagem total, deve pesar o recipiente onde será colocada a amostra para depois descontar dos pesos totais bandeja mais amostra, obtidos tanto no caso do material seco como do úmido.

As Polpas do processo ou redispersas sofrem ajuste de densidade com água destilada para que sua densidade fique entre 1.026 e 1.300 g/cm³. Os testes realizados são o mesmos.

Cabe salientar a importância da análise de resíduos da polpa proveniente das caixas de areia primária, pois tem o objetivo de verificar a eficiência do reblanger que alimenta as caixas de areia secundária.

Deve ser feita análise da viscosidade que tem o objetivo de determinar o ponto ótimo de dispersão das polpas, só que por motivo de problemas com o equipamento não esta sendo realizada no laboratório da mina, mas será descrita com detalhe na análise de polpas na planta.

A seguir são descritas algumas análises realizadas de acordo com os procedimentos descritos acima e respectivos valores obtidos:

Furo de sonda rotativa

Identificação: Furo 8750/5400

Amostra de sonda rotativa

Intervalos analisados: 1/2/3

Procedimentos

- secagem
- trituração e peneiramento dos grãos a um tamanho menor que 1 cm

- homogeneização e quartamento
- pesagem de 100 gramas
- dispersão a 400 ml de água e 6 ml de TSPP, à 70 rpm durante 3 min.
- Peneiramento em peneira de 325#
- Análise de resíduo(retido)
- Medida da densidade da polpa(passante)
- Diluir se necessário
- Alvura: flocular com H₂SO₄/filtrar/secar/pulverizar/prensar/ler
- CPS: adição de 3 ml de TSPP, 20 gotas de fenalfalcina, água até completar 100 ml/centrifugar/ler

Tabela 12: Parâmetros analisados

	Resíduo	Densidade g/cm ³	% sólidos	Vol.polpa(CPS) ml	Alvura	CPS ml (min)
Intervalo 1	4,63 g	1,090	13,4	27,5	81,87	9 (1) 28 (9)
Intervalo 2	6,83 g	1,092	13,6	20,7	87,15	10 (1) 30 (9)
Intervalo 3	7,77 g	1,120	17,1	20,7	88,15	16 (1) 31 (9)

Ver anexo 3 tabela de densidade relacionada ao % de sólidos

Os cálculos envolvidos nos valores que podem ser obtidos na tabela, são os seguintes:

$$\rho = \frac{mp}{vp}$$

$$\%sol. = \frac{ms}{mp}$$

O percentual de sólidos é determinado pela seguinte fórmula:

$$\%sol. = \frac{(\rho - 1) * 1,62}{\rho}$$

Por exemplo no caso do intervalo 1, foi medida a densidade, com balão volumétrico, conforme procedimento descrito anteriormente, que é de $1,090\text{g/cm}^3$, então o % sólidos correspondente é:

$$\% \text{sol} = \frac{(1,090 - 1) * 1,62}{1,090} = 0,134 * 100 = 13,4$$

Para determinar o volume de polpa necessário para obter 4 gramas de caulim necessário para o teste de CPS, primeiro cálculo a massa de polpa:

$$m_p = m_s = \frac{4 \text{ g}}{0,134} = 29,8 \text{ g}$$

E então obtenho o volume de polpa:

$$V_p = m_p = \frac{29,8 \text{ g}}{\rho} = 27,4 \text{ cm}^3$$

$\rho \quad 1,090\text{g/cm}^3$

Amostra de material floculado a ser bombeado para o Porto

Procedimentos:

- Medida da densidade da polpa
- Diluir se necessário
- Peneiramento em peneira de 325#
- Análise de residuo(retido)
- Alvura: flocular com H_2SO_4 /filtrar/secar/pulverizar/prensar/ler
- CPS: adição de 3 ml de TSPP, 20 gotas de fenolftaleína, água até completar 100ml/centrifugar/ler
- PH

Medida da densidade no balão volumétrico:

Massa balão = 810,6 g

Volume balão = 500 ml

$\rho = \frac{810,6}{500} = 1,621 \text{ g/ml}$

500

Para análise de resíduo:

separo aproximadamente 100 gramas em base seca, que corresponde a 161,13 gramas em base úmida:

$\% \text{ sólidos} = \left[\left(\frac{1,621 - 1}{1,621} \right) \right] * 1,62 = 62,06\%$

$\% \text{ sol} = \text{ms/mp} \rightarrow 100 / 0,6206 = 161,13 \text{ g em base úmida}$

Peneirar à 325# / secar na estufa / pesar as amostra seca

Peso (Becker + resíduo) - Peso Becker = Peso resíduo

$79,09 \text{ g} - 74,52 \text{ g} = 4,57 \text{ g}$

Como a densidade corresponde a um percentual de sólidos superior a 30%, devo diluir a polpa

Separo 100 ml de polpa para análise de alvura e CPS, e vejo quanto de volume de água é necessário para diluir a polpa, necessário neste caso

$V_{H_2O} = \left[\left(\frac{1,621 - 1}{1,228 - 1} \right) * 100 \right] - 100 = 127,37 \text{ ml}$

Peneirar a 325# / flocular com H_2SO_4 / filtrar / secar / pulverizar / prensar / ler

Alvura (lida no Tecknibrite) = 85,61 ISO

Faltou análise de CPS e pH

7.7. Recomposição vegetal

A fase de recomposição vegetal inicia na coleta e armazenamento de mudas em viveiro, bem como preparação para plantio no campo. O viveiro (foto 14) conta atualmente, com seis mil mudas de trinta diferentes espécies nativas e quinze espécies de árvores frutíferas.

A malha de reflorestamento utilizada é de 4x4 metros de lado, ou seja está é a disposição das mudas, e em alguns locais é plantada uma muda no centro das outras quatro (anexo 4).

A quantidade de argila belterra a ser colocada sobre o rejeito é de aproximadamente 3 metro de espessura, como já salientado na remoção do capeamento, o solo da região amazônica é

pobre tem só 40cm e por vezes pode ser necessário a compra deste material, como o solo não é espesso as raízes se espalham e não afundam.

Nos taludes inclinados são plantadas gramíneas do tipo brachiária e os resultados obtidos são bons (foto 15).

O trabalho de recuperação da empresa já realizou o plantio de aproximadamente mudas de 34 espécies diferentes de árvores nativas (Andiroba, Angelim Fava, Aparicá, Cedro, Fava Ataná, Frejó, Guaruba Cedro, Ipê Roxo, Marupa, Morototó, Para Para, pau Amarelo, Pequiá, Samaúma, tamburil, Tatajubá e Tenta), e além destas foram introduzidas mudas de Pau Brasil, Jabuticaba, Pinheiros, Eucalipto e Teka.

O beneficiamento do caulim é dividido em diversos estágios de processamento que se agrupam em torno do processo principal que é a separação. Como todos os processos de beneficiamento, também o tratamento de caulim começa com a liberação das partes úteis e estéreis, para separá-las em seguida. O caulim geralmente não é moído, porém o seu estado natural permite uma desintegração em seus componentes naturais por dispersão em água e agentes químicos de dispersão. Em seguida o caulim é submetido a um processo de desareamento, pré-moagem, separação magnética, delaminação, centrifugação, alvejamento, filtração, redispersão e secagem. O desenvolvimento destes estágios na RCC é dividido em áreas de processo, cujas atividades desenvolvidas em cada uma destas áreas são descritas na sequência.

8.1. Área conjugada 1

Nesta área o minério (rom) proveniente da pilha de estocagem ou polpa oriunda dos tanques de estocagem de polpa concentrada proveniente da mina são submetidos as etapas para remoção das partículas grosseiras e obtenção do produto disperso.

8.1.1. Dispersão

A dispersão como já descrito na fase de processamento na mina consiste na desagregação dos nódulos de minério bruto pela ação mecânica no misturador tipo blunger em presença da combinação de agentes químicos denominados dispersantes (poliacrilato de sódio e barrilha) e água formando uma polpa dispersa com densidade e pH controlado, onde as partículas de arcia e caulim estão em suspensão.

8.1.2. Desareamento

O desareamento também já descrito consiste no processo de classificação granulométrica por diferença de densidade utilizada para remoção das partículas grosseiras (mica e outras impurezas) da polpa obtida no processo de dispersão. O processo consiste basicamente na retirada da parte grosseira através da sedimentação em equipamentos denominados caixa de areia. A parte fina sai do sistema por transbordo (overflow) e a grosseira é retirada através de arraste. A areia removida da polpa faz parte do rejeito final da planta e é bombeada para bacia de rejeitos.

8.2. Área conjugada 2

Na área 2 a polpa dispersa é submetida as etapas descritas na sequência visando a melhoria das características físicas (alvura e granulometria) e obtenção dos produtos Capim DG e Capim NP que serão descritos posteriormente na caracterização dos produtos.

8.2.1. Separação Magnética

Processo que utiliza um campo magnético e uma matrix (palha de aço) para remoção das partículas coloridas magnética, tais como: ferro, titânio e alguns tipos de mica, essa responsável pela diminuição da alvura. A matrix fica dentro do canister, o qual é submetido a um forte campo magnético gerado por uma bobina imersa num banho de hélio líquido a 270° C negativos com densidade fluxo de 50000 Gaus (5 Tesla). A polpa de caulim é bombeada para dentro do canister (foto 16) passando através da matrix que age como um filtro. As partículas magnéticas são capturadas e removidas depois de um determinado tempo, quando o canister é retirado do campo magnético e lavado. As partículas magnéticas removidas da polpa fazem parte do rejeito final da planta e são bombeadas para bacia de rejeitos em conjunto com a areia proveniente do desareamento.

8.2.2. Pré-moagem

Processo utilizado para melhorar a granulometria original do caulim através de atrição moderada em moinhos de areia denominados delaminadores. A polpa de caulim dispersa proveniente do desareamento é bombeada para dentro dos moinhos (foto 17), percorrendo o sistema composto por duas células, entrando em contato com areia em movimento provocado pelos impelidores. A intensidade de corte é determinada pelo maior ou menor tempo de contato, ou seja maior ou menor tempo de residência no sistema.

Nesta etapa foram realizadas simulações e posteriormente testes comparativos entre a carga moedora utilizada e a nova carga moedora mais aproximada da definida pelas simulações. As simulações e testes objetivam a melhoria da faixa granulométrica da areia (carga moedora) nos delaminadores, melhorando o ponto de atrição e a eficiência de corte, promovendo ganhos na produção de material mais fino. Os resultados das simulações são apresentados no anexo 5. Conclui-se pelos gráficos resultantes das simulações que a melhor proporção de areia grossa em relação a fina na mistura (carga moedora) é 2:1, pois apresenta uma menor variação da faixa granulométrica e um diâmetro médio melhor definido possibilitando menos perda da carga moedora. Os resultados dos testes comparativos entre a areia ANO615GB (anexo 6) e ANO614GB (anexo 7) permitiram concluir que obteve-se ganho na recuperação de caulim, %partículas < 2 µm (tabela 13), conclui-se que este ganho é provavelmente pelo aumento da superfície de contato entre as partículas de areia (carga moedora) e as partículas de caulim (fig. 13).

Tabela 13: Avaliação comparativa de carga moedora - Acompanhamento

Turno	Data	Moinho DBK 3240-22-DL-01		Moinho DBK 3240-22-DL-04	
		Vazão (l/min)	% Part. < 2 µm	Vazão (l/min)	% Part. < 2 µm
1º	21.08.00	90	62.9	93	66.7
2º	21.08.00	90	61.8	92	67.1
3º	22.08.00	90	62.3	93	67.0
1º	22.08.00	99	60.7	100	65.4
2º	22.08.00	100	60.4	100	64.6
3º	23.08.00	88	60.7	88	66.3
1º	23.08.00	88	63.2	88	67.2

2º	23.08.00	89	62.9	90	67.6
3º	24.08.00	105	61.6	103	65.9
1º	24.08.00	103	60.2	103	66.8
2º	24.08.00	89	63.8	95	67.2
3º	25.08.00	92	62.7	95	66.8
		3000 kg		2170 kg	

Para realizar a análise comparativa os moinhos devem estar ajustados na mesma faixa de alimentação o que deve ser mantido durante a coleta de material para amostragem. As amostras coletadas devem ser identificadas antes de enviadas para o laboratório para análise num equipamento denominado SediGraph que mede por raio X o percentual de partículas na amostra que correspondem a um determinado diâmetro, um exemplo deste tipo de medida encontra-se no anexo 8.

8.2.3. Delaminação

Processo que consiste na retirada de folhas sem quebra do pacote caulinitico através da atrição intensa em moinhos de areia denominado delaminadores, objetivando melhoria da granulometria dos grossos gerados na centrifugação. A fração grossa após blendagem com material não magnético é bombeado para dentro dos delaminadores, percorrendo sistema composto por duas células, entrando em contato com areia em movimento provocado pelos impelidores. A intensidade de corte é determinada pelo maior ou menor tempo de contato, ou seja maior ou menor tempo de residência no sistema. O produto é conduzido para as centrifugas para receber o acabamento granulométrico.

8.2.4. Centrifugação

Processo de classificação granulométrica da polpa de caulim através de força centrífuga, que pode ser até duas mil vezes maior do que a gravidade e é gerada pelo movimento de rotação de um tambor (foto 18). A velocidade do tambor é calculada para promover a classificação

dentro de uma faixa estabelecida. A polpa dispersa proveniente da separação magnética e delaminação é submetida a diferente força centrífuga objetivando melhorar a distribuição das partículas dentro de uma determinada faixa granulométrica.

8.3. Área conjugada 3

Na área conjugada 3 o produto centrifugado ou blendado é submetido às etapas descritas abaixo, visando melhorar suas propriedades óticas (alvura) e para retirada do excesso de água adicionada durante as etapas de beneficiamento de acordo com as especificações de controle definidos no plano qualidade.

8.3.1. Alveamento Químico

Processo que consiste na remoção dos compostos de ferro e titânio através da lixiviação química com um forte agente redutor (branqueador) denominado ditonito de sódio (fórmula $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) em meio ácido. Durante este processo a polpa também recebe adição de ácido sulfúrico para redução do pH e sulfato de alumínio como floculante. Os compostos de ferro e titânio são responsáveis pela coloração na caulinita que geralmente vai do rósea ao castanho avermelhado, diminuindo assim suas propriedades óticas ou seja, sua alvura. O produto alvejado é armazenado em tanques.

8.3.2. Filtragem

Consiste na operação de separação sólido-liquido das polpas dos diferentes produtos já alvejadas em equipamento denominados filtros (fotos 19 e 20). As partículas sólidas ficam retidas formando uma torta e a água flui através da superfície filtrante (pano de filtro ou manta), carregando consigo em solução os elementos contaminantes solubilizados no branqueamento. O produto dos filtros consiste de uma torta de caulim com cerca de 60-65% de sólidos. A água removida na filtragem é bombeada para a bacia de rejeitos.

8.3.3. Redispersão

Processo que consiste na desagregação das tortas de caulim formada na etapa de filtragem colocando as partículas de caulim em suspensão pela ação mecânica em misturador tipo reblunger ou repolpador. A torta novamente transformada em polpa tem de 35-40% de água e a presença de agentes químicos denominados dispersantes (poliacrilato de sódio e barrilha), formando uma suspensão com densidade e pH controlados.

8.4. Área conjugada 4

Na área conjugada 4 o(s) produto(s) proveniente da filtragem e redispersão, são submetido às etapas descritas abaixo, para remoção da água remanescente da filtragem e obtenção de produto.

8.4.1. Secagem

Processo que consiste na evaporação da água de uma mistura sólido-liquido em equipamento denominado Spray Dryer (secador). A polpa evaporada é atomizada na forma de micro partículas dentro de uma corrente de ar quente na câmara de secagem a pressão reduzida. Nesta fase ocorre uma transferência de calor por condução para a partícula e uma evaporação instantânea da água, resultando um produto em forma de pó com umidade média de 4%. A medida que vai ocorrendo a evaporação o ar vai ficando mais frio e saturado. O pó fino gerado é coletado em uma bateria de ciclones e depois disso junta-se ao fluxo principal de produto do secador.

8.4.2. Evaporação

Processo que consiste na retirada da água de uma mistura sólido-líquido em equipamento denominado Evaporador de recompressão térmica. A polpa redispersa é aquecida e recirculada dentro do vaso de expansão à pressão reduzida. Nesta fase ocorre uma transferência de calor por condução para a partícula e uma evaporação instantânea. Esta etapa promove um ganho de produção no processo de secagem, através da elevação da concentração de sólidos (de 60 a 65% para 70%) na polpa redispersa, previamente ao processo de secagem.

8.4.3. Repolpamento a alto sólidos

Processo que consiste na concentração da polpa redispersa pela adição de pó em circuito fechado. A polpa + pó é submetida a alto cisalhamento pela ação mecânica em misturador tipo (High Shear Mix) formando uma suspensão com teor de sólidos controlado.

8. PRODUTO

9.1. Acondicionamento

O produto destinado ao mercado consumidor é dividido em *Big Bags* (produto seco) ou polpa de produto acabado:

Big bags são sacos de uma tonelada ensacados na área de secagem através de um silo de intermediário de cem toneladas. Há um outro silo com a mesma capacidade que realiza o carregamento de caminhões graneleiros que fazem o transporte do material seco até o porto para ser incorporado a polpa.

Polpa, é o produto proveniente da redispersão que não foi para secagem, é enviada para estação de preparação de polpa na área portuária, através de mineroduto (2.650 m de comprimento e 8" de diâmetro). Nessa fase a polpa diluída a 70% de sólidos recebe adição de produto seco para atingir um percentual máximo de 71% de sólidos. O pó proveniente dos silos é incorporado a polpa com auxílio de um redispersor dotado de agitador especial e motor de alta potência. Na preparação da polpa é adicionada uma pequena quantidade de dispersante (poliacrilato), peróxido de hidrogênio e de biocida, que fazem a prevenção do aparecimento de bactérias durante o período em que o produto fica armazenado nos porões dos navios, até seu destino, no mercado exterior.

9.2. Tipos

São produzidos na RCC dois produtos, que diferem pela granulometria, Capim DG (Delta Gloss) e Capim NP (Naturalmente delaminado).

O nome Capim deve-se a da localização da mina. O Capim DG é um pigmento de alta alvura e estreita faixa de distribuição granulométrica desenvolvido para produzir papéis com ótima alvura e alta opacidade reduzindo a adição de outros pigmentos. O Capim NP com granulometria entre 77% e 83% < 2 µm usado no revestimento de papéis. Este material reologicamente apresenta um elevado grau de cristalização e forma lamelar, os macro cristais de caulinita, conferem a este produto ótima performance em aplicações de revestimento de alta velocidade, onde-se deseja boa cobertura das fibras em papéis de baixas gramaturas

9.3. Características

As características mais importantes do produto que é destinado a industrial do papel são:

- granulometria
- alvura
- viscosidade

A granulometria é medida como o percentual de partículas $< 2\mu\text{m}$ de diâmetro. Esta característica afeta a qualidade final do papel em termos de alvura, opacidade, adesão, maciez e printabilidade. A definição de $2\mu\text{m}$ é porque foi comprovado que abaixo desta granulometria o caulim se apresenta como cristais individuais e acima como *stacks* (amontoados) não liberados. Como o recobrimento do papel é um fenômeno superficial, a variação no tamanho das partículas afeta as propriedades do papel recoberto.

A distribuição granulométrica do produto é um importante fator na definição da sua utilização como *filler* ou *coating*.

- *filler* (carga ou enchimento) - as fibras de celulose que formam a matriz do papel resultam, em geral, num aspecto translúcido, além de apresentar propriedades absorventes, não sendo adequado para receber a tinta de impressão, pois a tinta pode se infiltrar no papel, como se fosse um mata-borrão. Durante o processo de fabricação do papel as partículas de caulim *filler* são incorporadas na massa de fibras. Embora as partículas de caulim tenham índice de refração semelhante ao da fibra de celulose, obtém-se um aumento na opacidade do papel conferida pela reflexão da luz na superfície das partículas de caulim.
- *Coating* (revestimento) - o revestimento consiste na aplicação sobre a superfície do papel de uma tinta aquosa e pigmentada, obtendo-se um papel com uma superfície lisa e brilhante, com boa opacidade e alvura e boa qualidade para recepção de tinta, adequando-o à produção do papel altamente polido e de ótima qualidade de impressão. O revestimento evita que a tinta se infiltre pelas fibras de papel, borrando a impressão, e permite a aplicação de uma camada mais fina de tinta, obtendo-se cores mais nitidas e vivas, além da definição de tons e meio-tons.

A alvura é a reflectância do material medida em luz monocromática de comprimento de onda de 457 nm, em relação a uma amostra padrão. É uma das características mais importantes que definem a aplicação específica de um caulim beneficiado. Normalmente os caulins "in natura" não conseguem atingir as especificações para "coating", sendo necessário um processamento para aumentar sua alvura.

Quanto mais alvo o caulim melhor serão as características finais do papel em relação ao brilho.

A viscosidade é uma das propriedades mais importantes do produto, devido ao fato de que as máquinas de revestimento de papel atualmente empregadas, tendem a trabalhar com altas velocidades tornando-se dependentes cada vez mais da fluidez da suspensão de caulim.

9. CONCLUSÃO

A realização do estágio além de contribuir permitir a fixação de conceitos vistos durante o curso, permitiu avaliar a importância da presença de profissionais de nível técnico ou superior: na lavra - um bom planejamento e acompanhamento diário do desenvolvimento das atividades, em conjunto estes dois fatores permitem estabelecer previsões a respeito da qualidade e quantidade do material a ser lavrado, avaliação da produtividade e eficiência dos equipamentos e habilidade na resolução de problemas que surgem no decorrer da lavra, como problemas com taludes, chuvas, solo sem resistência, etc.

no beneficiamento - considerando serem as atividades repetitivas e os equipamentos que constituem a planta fixos, a maior preocupação consiste no acompanhamento da performance dos equipamentos e dos produtos obtidos, bem como a relação direta entre eles. A performance deve ser melhorada sempre que possível, de forma a permitir ganhos ou reduzir perdas no processo, isto geralmente é feito através de testes comparativos como o descrito para o moinho, entre outros com parâmetros comparativos específicos como no processo de filtragem, o tipo de tecido utilizado, no processo de desareamento o tempo de residência, etc.

10. BIBLIOGRAFIA

J.B.S. COSTA & Y. HASUI. 1996. **Evolução Geológica da Amazônia**. IN: V SIMPOSIO DE GEOLOGIA DA AMAZONIA, 15., Belém do Pará (Brasil), 1996, FINEP/SBG.

SENNETT P. 1997. **Kaolin Clays**. IN: HAGEMMEYER R.W. , **Pigments for Paper**, Atlanta (USA), Tappi Press Publ., p-55-86.

RICARDO H.S. & CATALANI G. **Manual Prático de Escavação**, 2ª edição., PINI.

MEMORIAL DESCRITIVO DA OPERAÇÃO DA RCC, 1999. Rio Capim Caulim.

ANNELS A.E. 1991. **Mineral Deposit Evaluation**, London, Chapman & Hall, pág 361.

12. SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	2
3. Localização e Acessos.....	3
4. Histórico da empresa.....	4
5. Aspectos Fisiográficos.....	5
5.1. Vegetação.....	5
5.2. Fauna.....	5
5.3. Clima.....	5
5.4. Geomorfologia.....	6
5.5. Atividade Antrópica.....	6
5.5.1. Interferências sobre a vegetação.....	7
5.5.2. Interferência sobre o ar.....	8
5.5.3. Interferência sobre as águas.....	8
5.5.4. Interferências sonoras.....	9
6. Aspectos geológicos.....	11
6.1. Geologia Regional.....	11
6.2. Geologia Local.....	15
6.2.1. Estratigrafia da jazida.....	15
7. Operação da mina.....	18
7.1. Definição de Reservas Geológicas.....	18
7.2. Fase Operacional.....	20
7.2.1. Pesquisa.....	21
7.2.2. Operações de Lavra.....	22
7.3. Transporte.....	34
7.4. Estocagem.....	35
7.5. Processamento na mina.....	36
7.6. Controle de Qualidade.....	39
7.7. Recomposição vegetal.....	46
8. OPERAÇÃO DA PLANTA.....	48
8.1. Área conjugada 1.....	48
8.1.1. Dispersão.....	48
8.1.2. Desareamento.....	48
8.2. Área conjugada 2.....	49
8.2.1. Separação Magnética.....	49
8.2.2. Pré-moagem.....	49
8.2.3. Delaminação.....	51
8.2.4. Centrifugação.....	51
8.3. Área conjugada 3.....	52
8.3.1. Alvejamento Químico.....	52
8.3.2. Filtragem.....	52
8.3.3. Redispersão.....	53
8.4. Área conjugada 4.....	53
8.4.1. Secagem.....	53
8.4.2. Evaporação.....	53
8.4.3. Repolpamento a alto sólidos.....	54
9. Produto.....	55
9.1. Acondicionamento.....	55
9.2. Tipos.....	55

9.3	Características.....	56
10.	Conclusão.....	58
11.	Bibliografia.....	59
12.	Sumário.....	60



FOTOGRAFIA

FOTOS





FOTO 1: SONDAGEM ROTATIVA



FOTO 2. SONDAGEM A TRADO

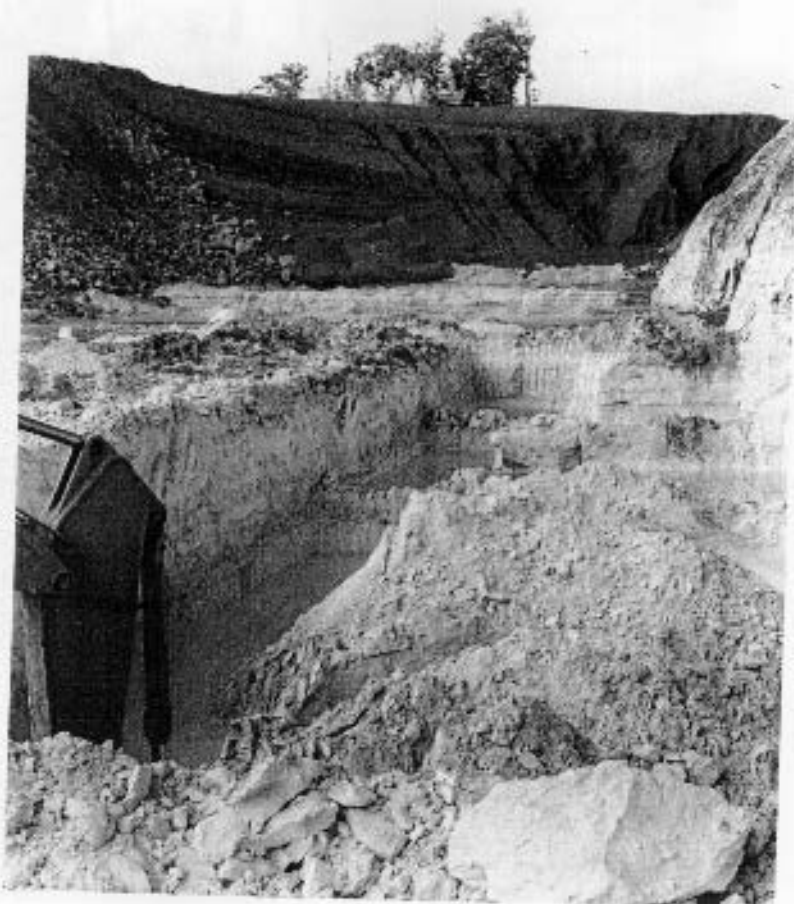


FOTO 3: BARRAGENS DE CONTENÇÃO



FOTO 4: BOMBEAMENTO



FOTO 5. TALUDAMENTO INTERNO



FOTO 6. PIÇARRA



FOTO 7: RECOMPOSIÇÃO TOPOGRÁFICA

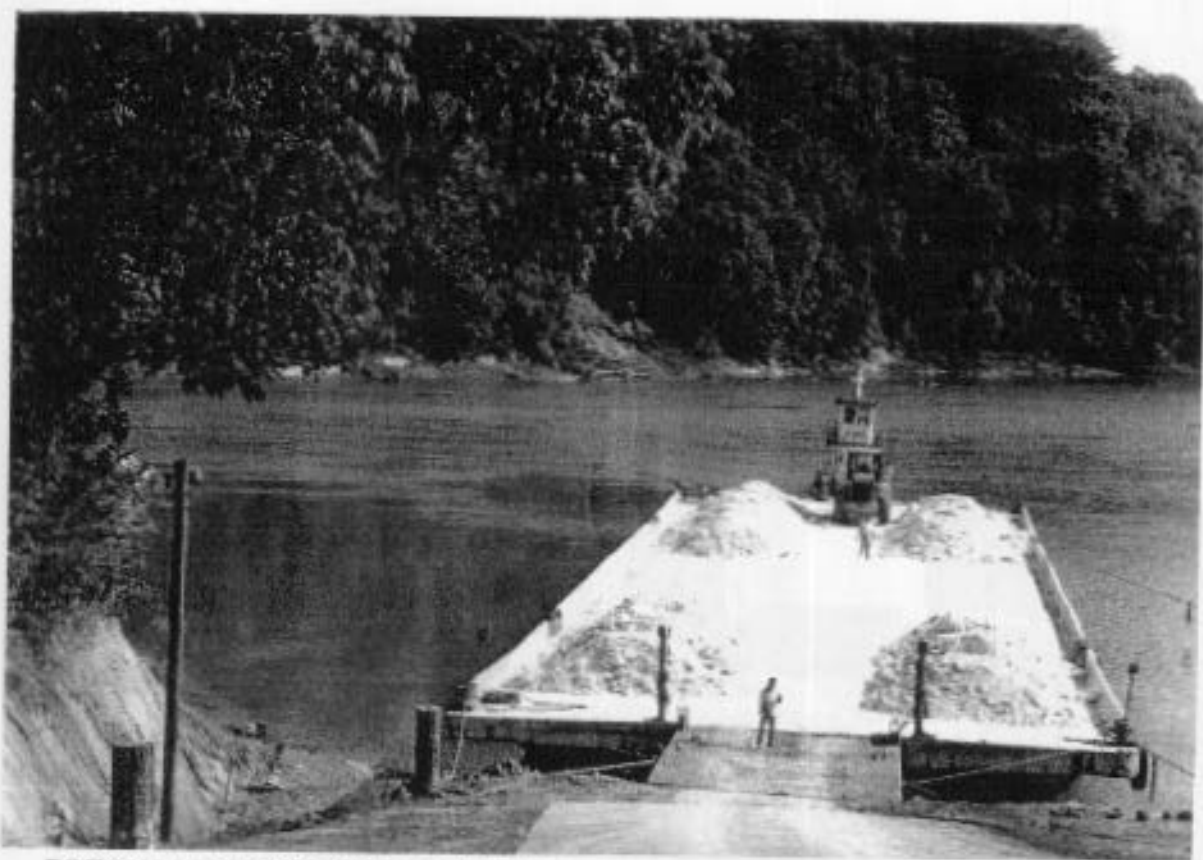


FOTO 8: DESCARGA DE MATERIAL



FOTO 9. TRANSPORTE EM BALSAS

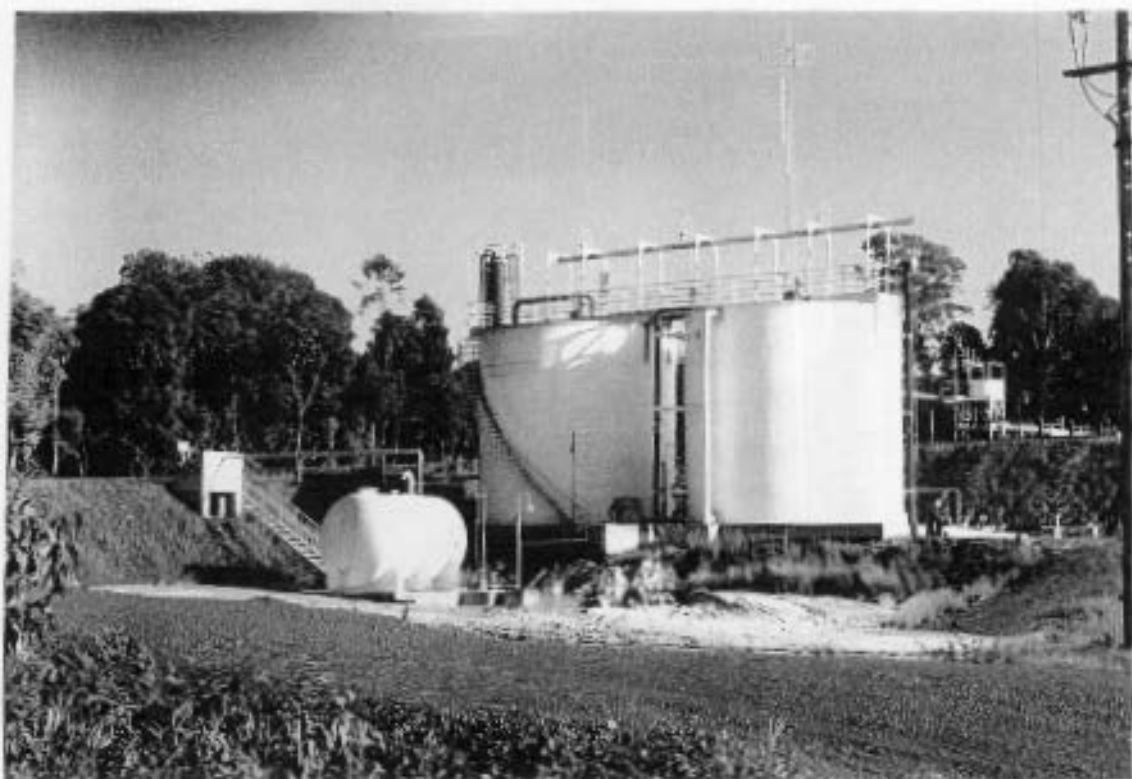


FOTO 10. TANQUE DE MATERIAL DISPERSO



FOTO 12. TANQUES DE ESTOCAGEM DE PRODUTO NA MINA

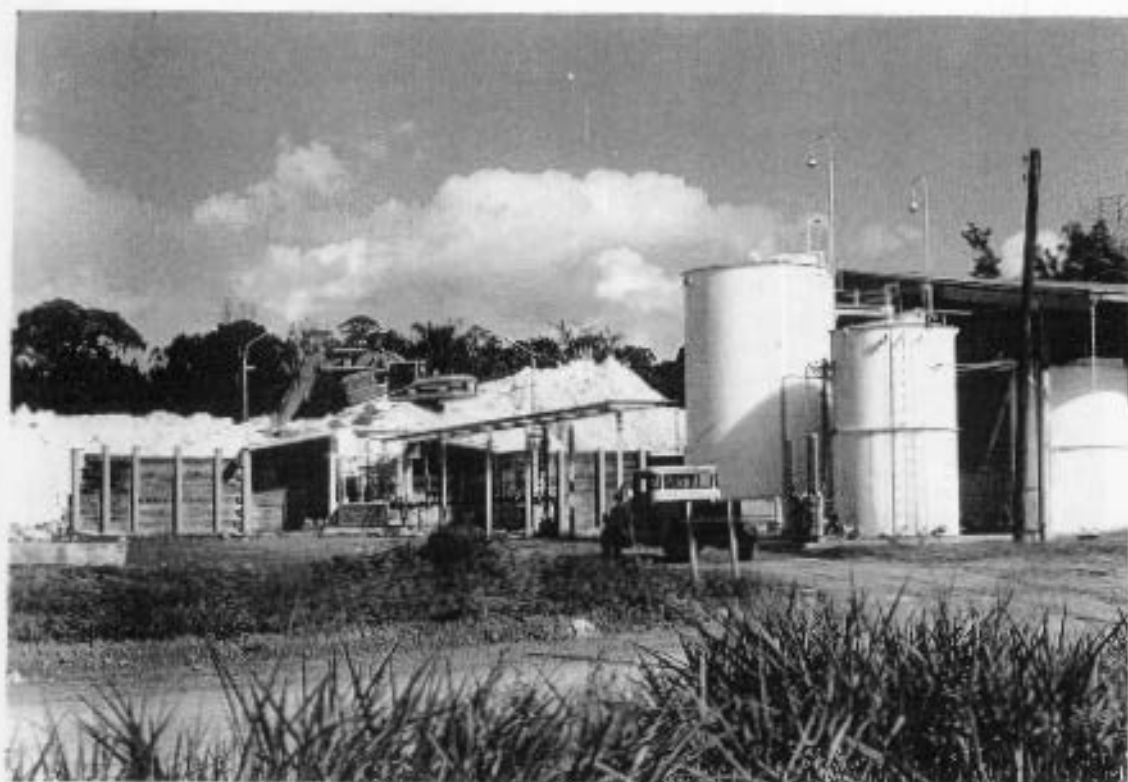


FOTO 13. BLANGER E PILHAS DE ESTOCAGEM DE ROM



FOTO 13: CAIXAS DE AREIA



FOTO 14: VIVEIRO DE MUDAS



FOTO 15: RECOMPOSIÇÃO VEGETAL

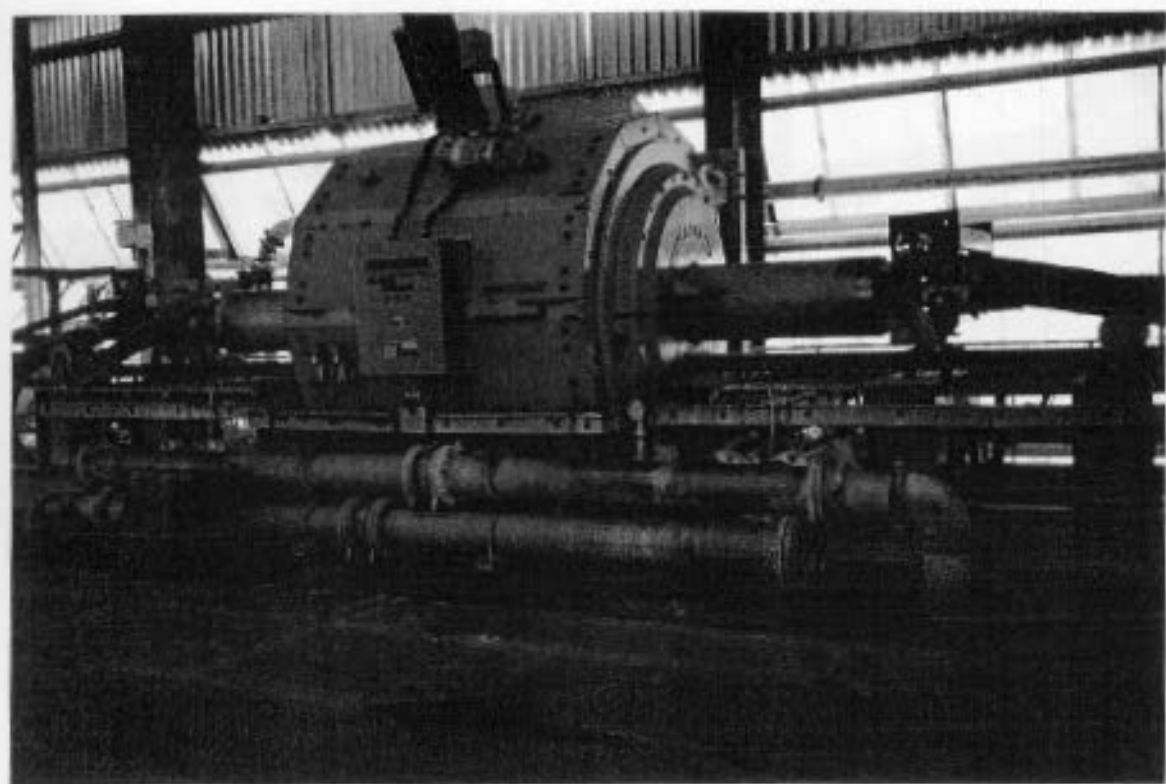


FOTO 16: SEPARADOR MAGNÉTICO

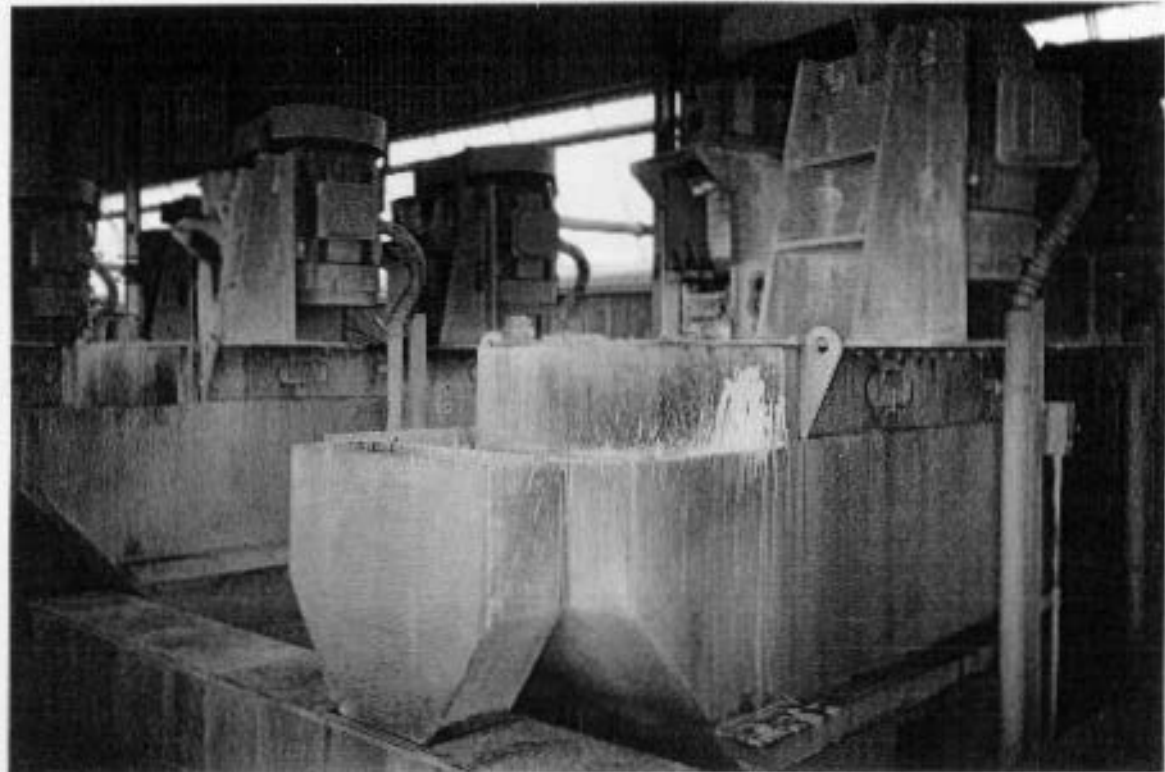


FOTO 17. MOINHOS

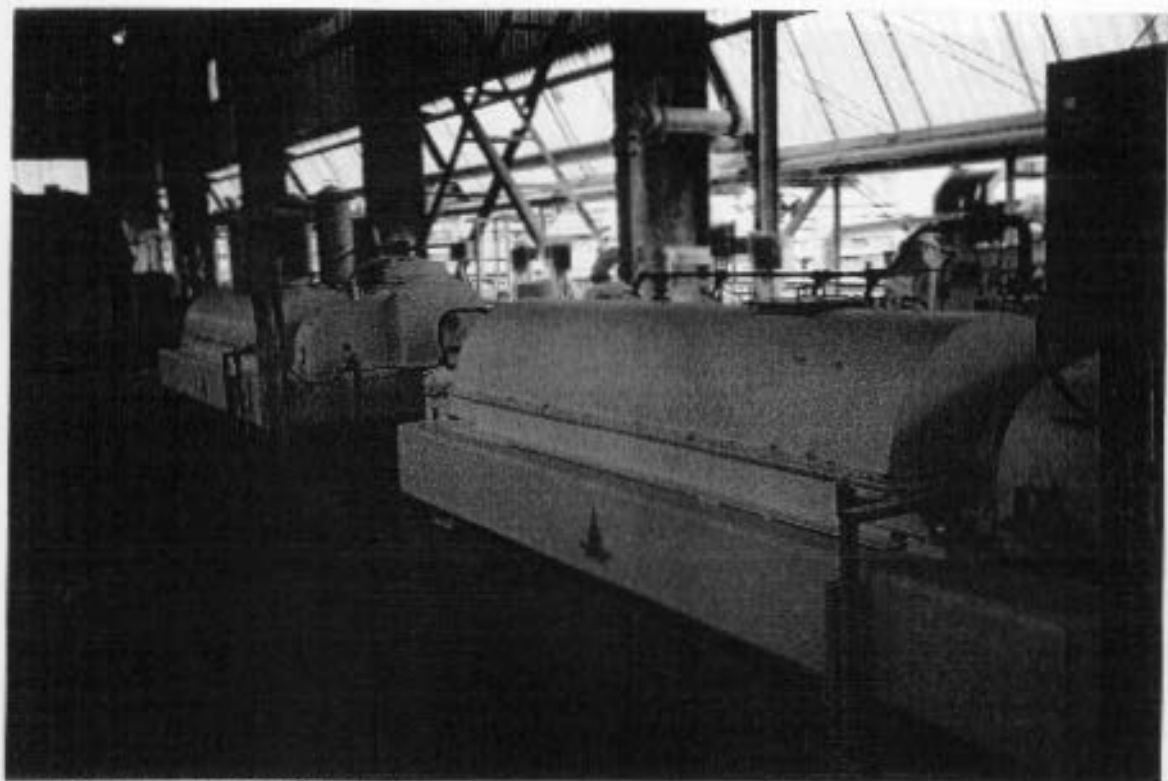


FOTO 18. CENTRÍFUGAS

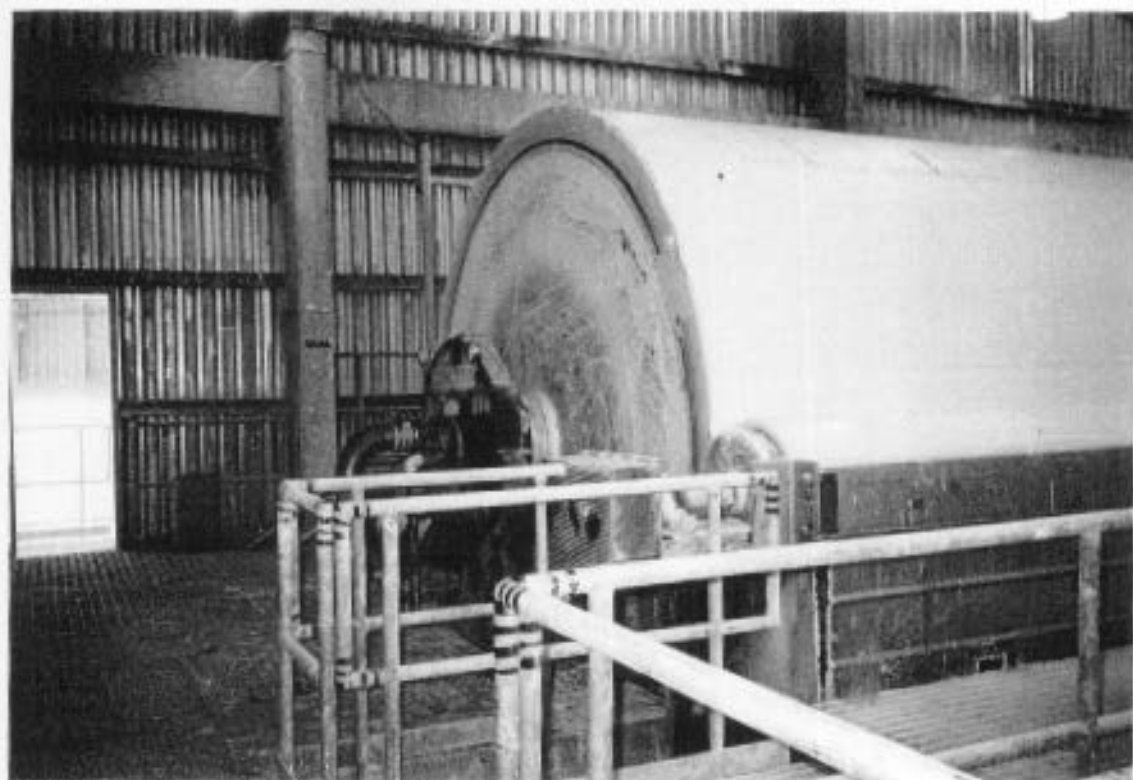
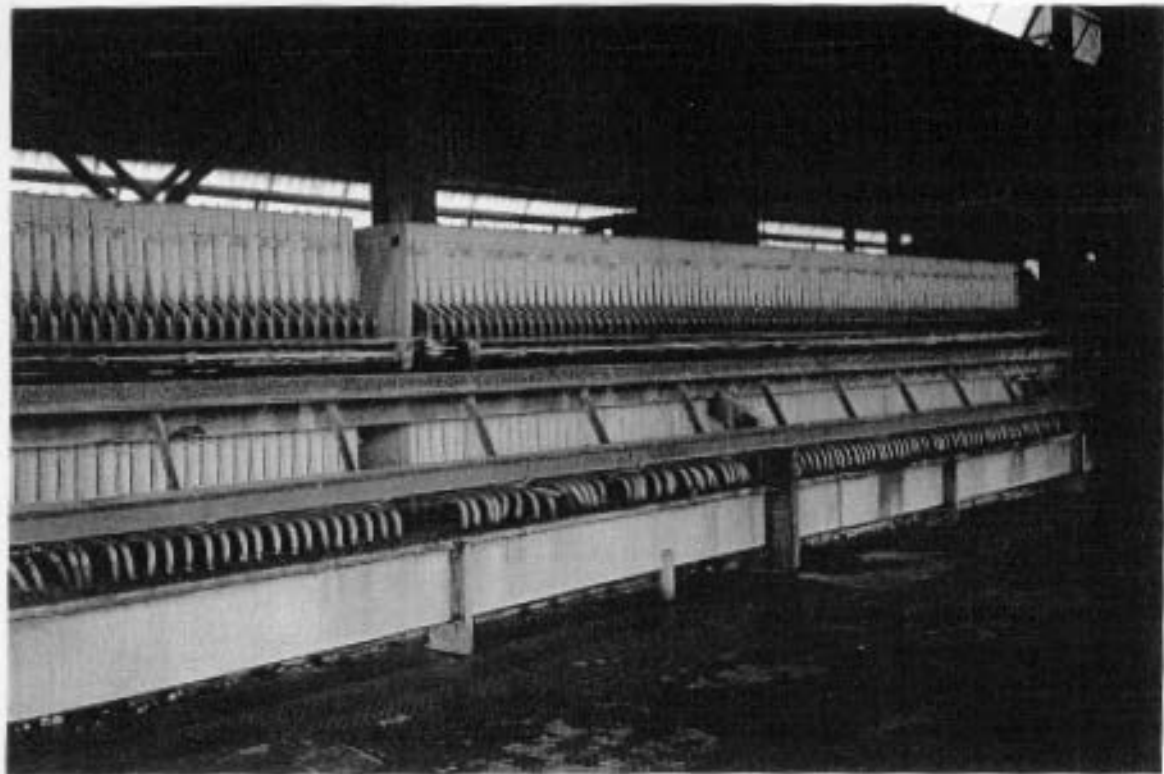


FOTO 20: FILTRO TAMBOR

ANEXOS

RESERVA MEDIDA

	área (m ²)	capeamento (m ³)	estério (t.)	minério (t.)
8050/30.750	312.50	7943.75		2734.38
8000/30.900	625.00	10125.00	4812.50	10687.50
8000/30.850	1250.00	21375.00	3750.00	16875.00
8000/30.800	1562.50	321328.13		20156.25
8000/30.750	937.50	20531.25	1312.50	13453.13
7950/30.900	1250.00	27625.00	3500.00	18875.00
7950/30.850	2500.00	45250.00	26250.00	35500.00
7950/30.800	1250.00	18250.00	1875.00	20625.00
7900/30.900	1250.00	21875.00	750.00	18000.00
7900/30.850	1250.00	23062.50	7000.00	25437.50
7850/30.900	625.00	10375.00		6250.00
7800/30.950	937.50	15750.00		19500.00
7800/30.900	1250	20750.00		18250.00
7750//30.950	1250.00	3937.50		14375.00
7700//30.950	625.00	2000.00	3000.00	7812.50
7700//30.900	625.00	2062.50		9062.50
7750/30.900	1250.00	25375.00	6625.00	22750.00
	16750.00	597515.63	58875.00	280343.76

RESERVA INDICADA

	área (m ²)	capeamento (m ³)	estério (t.)	minério (t.)
8050/30.750	1837.50	46121.25		18078.13
8000/30.900	1875.00	30375.00	14437.50	32062.50
8000/30.850	1250.00	21375.00	3750.00	16875.00
8000/30.800	937.50	18796.88		12093.75
8000/30.750	1562.50	34218.75	2187.50	22421.88
7950/30.900	1250.00	27625.00	3500.00	18875.00
7950/30.850	0.00	0.00	0.00	0.00
7950/30.800	1167.50	17045.50	1751.25	19263.75
7900/30.900	1250.00	21875.00	750.00	18000.00
7900/30.850	797.00	14704.65		13309.90
7850/30.900	1875.00	31125.00		11250.00
7800/30.950	1250.00	21000.00		26000.00
7800/30.900	1250	20750.00		18250.00
7750//30.950	1250.00	3937.50	5250.00	9125.00
7700//30.950	1875.00	6000.00	9000.00	20437.50
7700//30.900	1875.00	6187.50		27187.50
7750/30.900	1250.00	25375.00	6625.00	22750.00
	22552.00	346512.03	47251.25	303979.91

RESERVA INFERIDA

	área (m ²)	capeamento (m ³)	estêrio (t.)	minério (t.)
8050/30.750	200.50	5032.55		1303.25
8000/30.900	1458.00	23587.50	5605.60	24897.60
8000/30.850	0.00	0.00	0.00	0.00
8000/30.800	0.00	0.00	0.00	0.00
8000/30.750	764.50	16742.55		9632.70
7950/30.900	1175.00	25967.50	3290.00	17742.50
7950/30.850	0.00	0.00	0.00	0.00
7950/30.800	696.00	10147.00	1042.50	11467.50
7900/30.900	262.50	4593.75	157.50	3780.00
7900/30.850	258.00	4760.10	2657.40	4037.70
7850/30.900	223.00	3701.80		2230.00
7800/30.950	419.00	7039.20		8715.20
7800/30.900	337.5	5602.50		4927.50
7750//30.950	1505.00	5688.90	7585.20	13183.80
7700//30.950	1687.50	6040.00	13778.75	18875.00
7700//30.900	1029.50	3397.35	3191.45	19251.65
7750/30.900	931.00	18899.30	4934.30	16944.20
	11445.00	141200.00	42242.70	156988.60

8000/30.900	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap.(m³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=20m3)			
Capcamiento	41.96	16.20	16.20	N.A.	N.A.	1456.00	23567.20		23567.20		
A	25.76	16.40	2.20	84.88	17.91	1456.00	3203.20	6406.40			6406.40
B	23.56	30.60	2.20	85.78	18.24	1456.00	3203.20	6406.40			6406.40
Área	21.36	21.90	1.30	N.A.	N.A.	1456.00	1892.80	3785.60		1892.80	
D	20.00	23.65	1.75	88.91	25.46	1456.00	2546.00	5096.00			5096.00
Área	18.31	26.05	2.40	N.A.		1456.00	3494.40	6988.80		3494.40	
D	15.91	27.35	1.30	86.38	29.74	1456.00	1892.80	3785.60			3785.60
Área	14.61	27.50	0.15	N.A.	N.A.	1456.00	218.40	436.80		218.40	
D	14.46	26.60	1.10	86.13	21.52	1456.00	1601.60	3203.20			3203.20
Área	13.36	30.20	1.60	N.A.	N.A.	1456.00	2329.60	4659.20			
Cota final	11.76								23567.20	5606.60	24897.60

7950/30.900	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap.(m³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=20m3)			
Capcamiento	47.39	20.75	20.75	N.A.	N.A.	1175.00	24381.25		24381.25		
A	26.64	22.10	1.35	75.47	4.65	1175.00	1586.25	3172.50	1586.25		
B	25.20	23.00	1.70	80.27	4.39	1175.00	1997.50	3995.00			3995.00
B	23.59	25.80	2.00	84.81	4.28	1175.00	2350.00	4700.00			4700.00
B	21.59	27.55	1.75	88.40	6.20	1175.00	2056.25	4112.50			4112.50
Área	19.84	28.95	1.40	N.A.	N.A.	1175.00	1645.00	3290.00		3290.00	
D	18.44	31.05	2.10	85.28	24.69	1175.00	2467.50	4935.00			4935.00
D	16.34	32.75	1.70	87.86	51.91	1175.00	1987.50	3995.00			
Cota Final	14.64								25987.50	3290.00	17742.50

7950/30.850	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap.(m³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=20m3)			
Capcamiento	46.12	18.10	18.10	N.A.	N.A.	0.00	0.00	0.00			
A	26.02	19.40	1.30	84.19	17.78	0.00	0.00	0.00			
A	26.72	20.80	1.40	86.13	10.86	0.00	0.00	0.00			
B	25.32	23.50	2.70	87.36	10.14	0.00	0.00	0.00			
D	22.62	25.65	2.35	89.94	55.45	0.00	0.00	0.00			
D	20.27	28.10	2.25	85.81	52.34	0.00	0.00	0.00			
Área	18.02	28.75	0.65	N.A.	N.A.	0.00	0.00	0.00			
D	17.37	30.45	1.70	83.60	28.11	0.00	0.00	0.00			
Área	15.67	31.20	0.75	N.A.		0.00	0.00	0.00			
D	14.92	32.20	1.00	84.70	66.55	0.00	0.00	0.00			
Área	13.92	34.60	2.60	N.A.	N.A.	0.00	0.00	0.00			
D	11.32	35.20	0.40	79.60	39.33	0.00	0.00	0.00			
Cota Final	10.92										

7950/30.800	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap.(m³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=20m3)			
Capcamiento	41.73	14.60	14.60	N.A.	N.A.	695.00	10147.00		10147.00		
A	27.13	16.75	2.15	82.74	8.88	695.00	1494.25	2988.50			2988.50
C	24.98	18.35	1.60	82.96	5.70	695.00	1112.00	2224.00			2224.00
B	23.38	20.85	2.50	85.96	9.62	695.00	1737.50	3475.00			3475.00
D	20.88	21.60	0.75	85.60	58.04	695.00	521.25	1042.50		1042.50	
D	20.13	23.60	2.00	84.38	24.32	695.00	1390.00	2780.00			2780.00
D	18.13	26.20	2.60	87.34	63.81	695.00	1807.00	3614.00			
Área	15.53	26.60	0.40	N.A.	N.A.	695.00	278.00	556.00			
Cota Final	15.13								10147.00	1042.50	11467.50

7900/30.900	cota	prof.	espes.	altura	resíduos	área	vol.	tonelada	Cap (m³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2t/m3)			
Capoteamento	45.42	17.05	17.05	N.A.	N.A.	262.50	4475.63		4475.63		
Argila	28.37	17.50	0.45	N.A.	N.A.	262.50	118.13	236.25	118.13		
A	27.92	19.50	2.00	83.85	8.91	262.50	525.00	1050.00			1050.00
B	25.92	22.00	2.50	88.62	10.96	262.50	656.25	1312.50			1312.50
D	23.42	24.00	2.00	88.55	28.75	262.50	525.00	1050.00			1050.00
Areia	21.42	24.30	0.30	N.A.	N.A.	262.50	78.75	157.50		157.50	
D	21.12	25.00	0.70	88.52	38.87	262.50	183.75	367.50			367.50
Areia	20.42	26.50	0.50	N.A.	N.A.	262.50	131.25	262.50			
D	19.92	27.15	1.65	84.98	58.19	262.50	433.13	866.25			
D	18.27	28.15	2.00	N.A.	N.A.	262.50	525.00	1050.00			
Cota Final	16.27								4593.75	157.50	3780.00

7900/30.850	cota	prof.	espes.	altura	resíduos	área	vol.	tonelada	Cap (m³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2t/m3)			
Capoteamento	44.98	18.00	18.00	N.A.	N.A.	258.00	4644.00		4644.00		
Argila	26.68	18.45	0.45	N.A.	N.A.	258.00	118.10	232.20	118.10		
A	26.53	20.00	1.55	78.87	5.81	258.00	398.90	798.80			398.90
B	24.98	21.70	1.70	85.83	5.89	258.00	438.60	877.20			877.20
B	23.28	23.70	2.00	89.32	4.77	258.00	516.00	1032.00			1032.00
B	21.28	25.00	2.30	87.38	28.59	258.00	593.40	1186.80			1186.80
D	18.98	26.35	2.35	83.90	45.74	258.00	606.30	1212.60		1212.60	
C	16.53	26.95	0.60	76.88	5.99	258.00	154.80	309.60		309.60	
Areia	16.03	29.85	0.80	N.A.	N.A.	258.00	232.20	464.40		464.40	
D	15.13	31.15	1.30	N.A.	N.A.	258.00	335.40	670.80		670.80	
D	13.83	32.20	1.05	82.10	24.64	258.00	270.90	541.80			541.80
Cota Final	12.78								4765.10	2657.40	4037.70

7850/30.900	cota	prof.	espes.	altura	resíduos	área	vol.	tonelada	Cap (m³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2t/m3)			
Capoteamento	43.39	16.10	16.10	N.A.	N.A.	223.00	3590.30		3590.30		
Areia	27.29	16.60	0.50	N.A.	N.A.	223.00	111.50	223.00	111.50		
A	26.79	17.60	1.00	79.53	8.24	223.00	223.00	446.00			223.00
B	25.79	19.60	2.00	87.84	11.68	223.00	446.00	892.00			892.00
B	23.79	22.10	2.50	87.70	16.77	223.00	557.50	1115.00			1115.00
D	21.29	24.10	2.00	83.40	N.A.	223.00	446.00	892.00			
D	19.29	26.60	2.50	87.48	N.A.	223.00	557.50	1115.00			
Areia	18.79	29.60	3.00	N.A.	N.A.	223.00	669.00	1338.00			
Cota Final	13.79								3701.80		2230.00

7800/30.950	cota	prof.	espes.	altura	resíduos	área	vol.	tonelada	Cap (m³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2t/m3)			
Capoteamento	37.37	16.00	16.00	N.A.	N.A.	419.00	7039.20		7039.20		
A	20.57	18.30	1.50	80.28	6.29	419.00	628.50	1257.00			1257.00
A	19.07	19.30	1.00	85.89	4.56	419.00	419.00	838.00			838.00
B	18.07	21.80	2.50	88.63	6.36	419.00	1047.50	2095.00			2095.00
D	15.57	23.60	1.80	88.28	35.85	419.00	754.20	1508.40			1508.40
Capoteamento	13.77	25.15	1.55	81.64	8.69	419.00	649.45	1298.90			1298.90
D	12.22	27.20	2.05	86.48	28.69	419.00	858.95	1717.90			1717.90
Areia	10.17	28.20	1.00	N.A.	N.A.	419.00	419.00	838.00			
Cota Final	9.17								7039.20		8715.20

7500/30.900	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap (m³)	Est. (t.)	Min. (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d-2/m3)			
Capamiento	43.39	16.60	16.60	N.A.	N.A.	337.5	5602.50		5602.50		
A	26.79	17.80	1.20	81.63	19.36	337.5	405.00	810.00			810.00
B	25.59	20.20	2.40	98.00	8.19	337.5	810.00	1620.00			1620.00
C	23.19	21.90	1.70	81.63	14.28	337.5	573.75	1147.50			1147.50
B	21.49	23.90	2.00	84.24	8.21	337.5	675.00	1350.00			1350.00
Area	19.49	24.50	0.60	N.A.	N.A.	337.5	202.50	405.00			
D	18.89	25.70	1.20	82.68	47.89	337.5	405.00	810.00			
C	17.69	26.60	1.10	78.96	3.91	337.5	371.25	742.50			
Area	16.59	29.60	1.80	N.A.	N.A.	337.5	607.50	1215.00			
Cota Final	14.79								5602.50		4927.50

7750/30.950	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap (m³)	Est. (t.)	Min. (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d-2/m3)			
Capamiento	20.79	3.15	3.15	N.A.	N.A.	1806.00	5688.90		5688.90		
A	17.84	3.65	0.50	77.96	4.69	1806.00	903.00	1806.00			903.00
B	17.14	5.85	2.20	88.80	16.20	1806.00	3973.20	7946.40			7946.40
C	14.94	7.95	2.10	77.50	2.90	1806.00	3792.60	7585.20		7585.20	
D	12.94	9.15	1.20	83.90	22.40	1806.00	2167.20	4334.40			4334.40
D	11.64	11.80	2.65	N.A.	N.A.	1806.00	4786.90	9571.80			
Argila	9.99	12.90	1.10	N.A.	N.A.	1806.00	1886.60	3973.20			
Area	7.29	12.91	0.01	N.A.	N.A.	1806.00	18.06	36.12			
Cota Final	7.65								5688.90	7585.20	13183.80

7700/30.950	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap (m³)	Est. (t.)	Min. (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d-2/m3)			
Capamiento	23.85	3.20	3.20	N.A.	N.A.	1887.50	6040.00		6040.00		
A	20.65	4.80	1.80	79.00	4.80	1887.50	3020.00	6040.00			3020.00
B	19.05	6.80	2.00	88.20	8.21	1887.50	3775.00	7550.00			7550.00
B	17.05	8.55	1.75	89.40	13.79	1887.50	3303.13	6606.25			6606.25
B	15.30	9.80	1.25	79.80	8.08	1887.50	2369.38	4718.75		4718.75	
D	14.05	12.20	2.40	86.50	56.70	1887.50	4530.00	9060.00		9060.00	
D	11.65	12.90	0.45	85.80	28.96	1887.50	549.38	1098.75			1098.75
Area	11.20	15.20	2.55	N.A.	N.A.	1887.50	4813.13	9626.25			
Cota Final	8.65								6040.00	13778.75	18875.00

7700/30.900	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap (m³)	Est. (t.)	Min. (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d-2/m3)			
Capamiento	23.06	3.30	3.30	N.A.	N.A.	1029.50	3397.35		3397.35		
A	19.76	4.35	1.05	84.00	8.10	1029.50	1080.00	2161.95			2161.95
B	18.71	6.35	2.00	88.16	8.49	1029.50	2058.00	4118.00			4118.00
B	16.71	8.85	2.50	85.10	18.89	1029.50	2573.75	5147.50			5147.50
B	14.21	10.55	1.70	82.03	28.88	1029.50	1750.15	3500.30			3500.30
Area	12.51	12.10	1.55	N.A.	N.A.	1029.50	1595.73	3191.45		3191.45	
C	10.96	14.20	2.10	81.20	21.90	1029.50	2161.95	4323.90			4323.90
Cota Final	8.86								3397.35	3191.45	19251.65

7750/30.900	cota	prof.	espes.	avura	resíduos	área	vol.	tonelada	Cap.(m ³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litologia	(m)	(m)	(m)			(m ²)	(m ³)				
Capramento	45.38	18.20	18.20	N.A.	N.A.	931.00	16944.20		16944.20		
A	27.18	20.30	2.10	75.97	8.18	931.00	1955.10	3910.20	1955.10		
B	25.08	22.55	2.35	86.87	10.94	931.00	2187.85	4375.70			4375.70
B	22.73	24.50	1.85	86.33	16.27	931.00	1722.35	3444.70			3444.70
D	20.86	28.25	1.75	85.21	57.41	931.00	1629.25	3258.50		3258.50	
C	19.13	27.30	1.05	83.84	42.19	931.00	977.55	1955.10			1955.10
D	18.08	29.05	1.75	83.00	18.62	931.00	1629.25	3258.50			3258.50
Areia	16.33	29.95	0.90	N.A.	N.A.	931.00	837.90	1675.80		1675.80	
D	15.43	32.05	2.10	86.47	32.86	931.00	1955.10	3910.20			3910.20
Areia	13.33	32.80	0.55	N.A.	N.A.	931.00	512.05	1024.10			
Cota Final	12.78								18589.30	4934.3	16944.20

8050/30.750	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap (m ³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m ²)	(m ³)	(d=2t/m3)			
Capearmento	51.26	25.10	25.10	N.A.	N.A.	1837.50	46121.25		46121.25		
A	26.16	27.35	2.25	77.91	9.90	1837.50	4134.38	6268.75			4134.38
B	23.91	28.05	1.50	86.99	4.24	1837.50	2756.25	5512.50			5512.50
B	22.41	30.60	1.75	84.08	7.82	1837.50	3215.63	6431.25			6431.25
C	20.66	32.55	1.95	78.88	13.83	1837.50	3503.13	7166.25			
D	18.71	33.35	0.80	83.10	56.14	1837.50	1470.00	2940.00			
C	17.91	33.85	0.50	74.00	4.81	1837.50	918.75	1837.50			
D	17.41	35.00	1.15	81.00	49.70	1837.50	2113.13	4226.25			
Areia	16.26	35.45	0.45	N.A.	N.A.	1837.50	826.88	1653.75			
Cota final	15.81								46121.25		16078.13

8000/30.750	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap (m ³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m ²)	(m ³)	(d=2t/m3)			
Capearmento	46.67	21.90	21.90	N.A.	N.A.	1562.50	34216.75		34216.75		
A	24.97	23.65	1.75	78.40	13.53	1562.50	2734.38	5468.75			2734.38
B	23.22	26.25	2.60	84.86	4.38	1562.50	4062.50	8125.00			8125.00
B	20.62	28.10	1.85	84.30	8.82	1562.50	2890.63	5781.25			5781.25
Areia	18.77	28.80	0.70	N.A.	N.A.	1562.50	1093.75	2187.50		2187.50	
D	18.07	30.65	1.85	88.32	35.39	1562.50	2890.63	5781.25			5781.25
D	16.22	32.30	1.65	85.89	51.93	1562.50	2576.13	5158.25			
Cota final	14.57								34216.75	2187.50	22421.86

8000/30.500	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap.(m ³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m ²)	(m ³)	(d=2t/m3)			
Capearmento	45.99	20.05	20.05	N.A.	N.A.	937.50	16796.88		16796.88		
A	25.94	21.25	1.30	81.88	6.18	937.50	1125.00	2250.00			2250.00
C	24.74	22.65	1.40	81.13	4.28	937.50	1312.50	2625.00			2625.00
B	23.34	24.15	1.50	84.00	4.36	937.50	1406.25	2812.50			2812.50
B	21.84	26.50	2.35	82.80	7.86	937.50	2203.13	4406.25			4406.25
Areia	19.48	26.75	0.25	N.A.	N.A.	937.50	234.38	468.75			
D	19.24	28.25	1.50	87.03	44.98	937.50	1406.25	2812.50			
D	17.74	29.75	1.50	82.60	44.25	937.50	1406.25	2812.50			
Areia Solta	16.24	31.25	1.60	N.A.	N.A.	937.50	1406.25	2812.50			
Cota Final	14.74								16796.88		12093.75

8000/30.850	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap.(m ³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m ²)	(m ³)	(d=2t/m3)			
Capearmento	44.21	16.90	16.90	N.A.	N.A.	1250.00	21125.00		21125.00		
A	27.31	17.10	0.20	N.A.	N.A.	1250.00	250.00	500.00	250.00		
A	27.11	18.40	1.30	79.32	8.14	1250.00	1625.00	3250.00			1625.00
B	25.81	19.80	1.40	84.70	6.88	1250.00	1750.00	3500.00			3500.00
C	24.41	20.90	1.10	78.74	1.73	1250.00	1375.00	2750.00		2750.00	
B	23.31	23.30	2.40	84.40	7.29	1250.00	3000.00	6000.00			6000.00
Areia	20.91	23.70	0.40	N.A.	N.A.	1250.00	500.00	1000.00		1000.00	
D	20.51	26.00	2.30	86.70	28.98	1250.00	2675.00	5350.00			5350.00
Areia	18.21	26.40	0.40	N.A.	N.A.	1250.00	500.00	1000.00			
D	17.81	29.40	3.00	87.70	51.90	1250.00	3750.00	7500.00			
Areia	14.81	31.40	2.00	N.A.	N.A.	1250.00	2500.00	5000.00			
Cota Final	12.81								21375.00	3750.00	16875.00

8000/30.900	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap.(m³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2t/m3)			
Capoamento	41.96	18.20	16.20	N.A.	N.A.	1875.00	30375.00		30375.00		
A	25.76	16.40	2.20	84.98	17.81	1875.00	4125.00	8250.00			8250.00
B	23.56	20.80	2.20	86.76	18.24	1875.00	4125.00	8250.00			8250.00
Areia	21.36	21.90	1.30	N.A.	N.A.	1875.00	2437.50	4675.00		4875.00	
D	20.06	23.65	1.75	86.91	26.48	1875.00	3281.25	6562.50			6562.50
Areia	18.31	26.05	2.40	N.A.	N.A.	1875.00	4600.00	9000.00		9000.00	
D	15.91	27.35	1.30	86.38	28.74	1875.00	2437.50	4875.00			4875.00
Areia	14.61	27.50	0.15	N.A.	N.A.	1875.00	281.25	562.50		562.50	
D	14.46	28.60	1.10	86.16	21.68	1875.00	2062.50	4125.00			4125.00
Areia	13.36	30.20	1.60	N.A.	N.A.	1875.00	3000.00	6000.00			
Cota final	11.76								30375.00	14437.50	32062.50

7950/30.900	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap.(m³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2t/m3)			
Capoamento	47.39	20.75	20.75	N.A.	N.A.	1250.00	25937.50		25937.50		
A	26.64	22.10	1.35	75.47	4.65	1250.00	1687.50	3375.00	1687.50		
B	25.29	23.80	1.70	80.27	4.39	1250.00	2125.00	4250.00			4250.00
B	23.59	25.80	2.00	84.81	4.28	1250.00	2500.00	5000.00			5000.00
B	21.59	27.55	1.75	85.40	5.29	1250.00	2187.50	4375.00			4375.00
Areia	19.84	28.95	1.40	N.A.	N.A.	1250.00	1750.00	3500.00		3500.00	
D	18.44	31.05	2.10	85.28	24.08	1250.00	2625.00	5250.00			5250.00
D	16.34	32.75	1.70	87.56	51.91	1250.00	2125.00	4250.00			4250.00
Cota Final	14.64								27625.00	3500.00	18875.00

7950/30.850	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap.(m³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2t/m3)			
Capoamento	46.12	18.10	15.10	N.A.	N.A.	0.00	0.00				
A	26.02	19.40	1.30	84.19	17.78	0.00	0.00	0.00			
A	26.72	20.80	1.40	88.13	19.88	0.00	0.00	0.00			
B	25.32	23.50	2.70	87.28	19.14	0.00	0.00	0.00			
D	22.62	25.85	2.35	89.94	55.45	0.00	0.00	0.00			
D	20.27	28.10	2.25	85.81	62.34	0.00	0.00	0.00			
Areia	18.02	28.75	0.65	N.A.	N.A.	0.00	0.00	0.00			
D	17.37	30.45	1.70	83.59	29.11	0.00	0.00	0.00			
Areia	15.67	31.20	0.75	N.A.	N.A.	0.00	0.00	0.00			
D	14.60	32.20	1.00	84.70	68.55	0.00	0.00	0.00			
Areia	13.92	34.80	2.60	N.A.	N.A.	0.00	0.00	0.00			
D	11.32	35.20	0.40	79.60	39.33	0.00	0.00	0.00			
Cota Final	10.92										

7950/30.800	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap.(m³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2t/m3)			
Capoamento	41.73	14.60	14.60	N.A.	N.A.	1167.50	17045.50		17045.50		
A	27.13	16.75	2.15	82.74	8.98	1167.50	2510.13	5020.25			5020.25
C	24.98	18.35	1.60	82.98	8.76	1167.50	1868.00	3736.00			3736.00
B	23.38	20.85	2.00	85.80	9.52	1167.50	2918.75	5837.50			5837.50
D	20.88	21.60	0.75	85.60	58.04	1167.50	875.83	1751.25		1751.25	
D	20.13	23.60	2.00	84.35	24.32	1167.50	2335.00	4670.00			4670.00
D	18.13	25.20	2.60	87.34	63.81	1167.50	3036.50	6071.00			
Areia	15.53	26.60	0.40	N.A.	N.A.	1167.50	467.00	934.00			
Cota Final	15.13								17045.50	1751.25	19283.75

7900/30.900	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap.(m ³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m ²)	(m ³)	(d=2t/m3)			
Capoamento	45.42	17.05	17.05	N.A.	N.A.	1250.00	21312.50		21312.50		
Argila	28.37	17.50	0.45	N.A.	N.A.	1250.00	582.50	1125.00	562.50		
A	27.92	19.50	2.00	83.85	8.81	1250.00	2500.00				5000.00
B	25.82	22.00	2.50	86.02	10.96	1250.00	3125.00		6250.00		6250.00
D	23.42	24.00	2.00	83.88	28.78	1250.00	2500.00		5000.00		5000.00
Área	21.42	24.30	0.30	N.A.	N.A.	1250.00	375.00		750.00	750.00	
D	21.12	25.00	0.70	88.52	38.87	1250.00	875.00		1750.00		1750.00
Área	20.42	25.50	0.50	N.A.	N.A.	1250.00	625.00		1250.00		
D	19.92	27.15	1.65	84.98	58.19	1250.00	2082.50		4125.00		
D	18.27	29.15	2.00	N.A.	N.A.	1250.00	2500.00		5000.00		
Cota Final	16.27								21875.00	750.00	18000.00

7900/30.850	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap.(m ³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m ²)	(m ³)	(d=2t/m3)			
Capoamento	44.98	18.00	18.00	N.A.	N.A.	797.00	14346.00		14346.00		
Argila	25.96	18.45	0.45	N.A.	N.A.	797.00	358.65	717.30	358.65		
A	26.53	20.00	1.55	79.87	5.81	797.00	1236.35		2470.70		1236.35
B	24.96	21.70	1.70	86.93	5.89	797.00	1354.90		2709.80		2709.80
B	23.28	23.70	2.00	89.33	4.77	797.00	1594.00		3188.00		3188.00
B	21.28	25.00	2.50	87.54	28.83	797.00	1833.10		3666.20		3666.20
D	18.98	26.35	2.35	83.80	48.74	797.00	1872.86		3745.90		3745.90
C	16.83	28.95	0.60	76.88	8.89	797.00	478.20		956.40		
Área	16.03	29.85	0.50	N.A.	N.A.	797.00	717.30		1434.60		
D	15.13	31.15	1.30	N.A.	N.A.	797.00	1036.10		2072.20		
D	13.83	32.20	1.05	82.10	24.64	797.00	636.85		1273.70		
Cota Final	12.78								14704.65		13308.90

7850/30.900	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap.(m ³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m ²)	(m ³)	(d=2t/m3)			
Capoamento	43.39	18.10	18.10	N.A.	N.A.	1875.00	30187.50		30187.50		
Área	27.29	16.60	0.50	N.A.	N.A.	1875.00	937.50	1875.00	937.50		
A	26.79	17.60	1.00	79.83	8.24	1875.00	1875.00		3750.00		3750.00
B	25.79	19.60	2.00	87.84	11.08	1875.00	3750.00		7500.00		7500.00
B	23.79	22.10	2.50	87.79	10.77	1875.00	4687.50		9375.00		
D	21.29	24.10	2.00	83.40	N.A.	1875.00	3750.00		7500.00		
D	19.29	26.80	2.50	87.48	N.A.	1875.00	4687.50		9375.00		
Área	16.79	28.60	3.00	N.A.	N.A.	1875.00	5625.00		11250.00		
Cota Final	13.79								31125.00		11250.00

7900/30.850	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap.(m ³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m ²)	(m ³)	(d=2t/m3)			
Capoamento	37.37	16.80	16.80	N.A.	N.A.	1250.00	21000.00		21000.00		
A	20.57	18.30	1.50	80.29	5.28	1250.00	1875.00		3750.00		3750.00
A	19.07	19.30	1.00	88.89	4.56	1250.00	1250.00		2500.00		2500.00
B	18.07	21.80	2.50	88.63	6.38	1250.00	3125.00		6250.00		6250.00
D	15.57	23.60	1.80	88.28	16.88	1250.00	2250.00		4500.00		4500.00
Capoamento	13.77	25.15	1.55	81.84	8.98	1250.00	1937.50		3875.00		3875.00
D	12.22	27.20	2.05	86.48	28.88	1250.00	2582.50		5125.00		5125.00
Área	10.17	28.20	1.00	N.A.	N.A.	1250.00	1250.00		2500.00		
Cota Final	9.17								21000.00		25000.00

7500/30.900	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap.(m ³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m ²)	(m ³)	(d=2t/m3)			
Capeamento	43.39	16.60	16.60	N.A.	N.A.	1250	20750.00		20750.00		
A	26.79	17.80	1.20	81.63	10.06	1250	1500.00	3000.00			3000.00
B	25.59	20.20	2.40	86.68	6.16	1250	3000.00	6000.00			6000.00
C	23.19	21.90	1.70	81.63	14.28	1250	2125.00	4250.00			4250.00
B	21.49	23.90	2.00	84.24	6.21	1250	2500.00	5000.00			5000.00
Areia	19.49	24.90	0.60	N.A.	N.A.	1250	750.00	1500.00			
D	18.89	25.70	1.20	82.66	47.89	1250	1500.00	3000.00			
C	17.69	26.80	1.10	79.89	3.91	1250	1375.00	2750.00			
Areia	16.59	26.60	1.60	N.A.	N.A.	1250	2250.00	4500.00			
Cota Final	14.79								20750.00		18250.00

7750/30.960	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap.(m ³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m ²)	(m ³)	(d=2t/m3)			
Capeamento	20.79	3.15	3.15	N.A.	N.A.	1250.00	3937.50		3937.50		
A	17.64	3.66	0.50	77.89	4.86	1250.00	625.00	1250.00			625.00
B	17.14	5.85	2.20	88.83	16.25	1250.00	2750.00	5500.00			5500.00
C	14.94	7.95	2.10	77.69	2.96	1250.00	2625.00	5250.00		5250.00	
D	12.84	9.15	1.20	83.89	22.46	1250.00	1500.00	3000.00			3000.00
D	11.64	11.60	2.66	N.A.	N.A.	1250.00	3312.50	6625.00			
Argila	8.99	12.90	1.10	N.A.	N.A.	1250.00	1375.00	2750.00			
Areia	7.89	12.91	0.01	N.A.	N.A.	1250.00	12.50	25.00			
Cota Final	7.88								3937.50	5250.00	9125.00

7700/30.950	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap.(m ³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)			(m ²)	(m ³)				
Capeamento	23.85	3.20	3.20	N.A.	N.A.	1675.00	6000.00		6000.00		
A	20.65	4.89	1.60	79.89	4.69	1675.00	3000.00	6000.00			3000.00
B	19.05	6.80	2.00	88.28	6.21	1675.00	3750.00	7500.00			7500.00
B	17.05	8.55	1.75	89.49	12.78	1675.00	3281.25	6562.50			6562.50
B	15.30	9.80	1.25	78.89	6.08	1675.00	2343.75	4687.50			4687.50
D	14.05	12.20	2.40	86.50	55.70	1675.00	4500.00	9000.00		9000.00	
D	11.85	12.85	0.45	88.83	26.80	1675.00	643.75	1287.50			1287.50
Areia	11.20	15.20	2.55	N.A.	N.A.	1675.00	4781.25	9562.50			
Cota Final	8.85								6000.00	9000.00	20437.50

7700/30.900	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap.(m ³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)			(m ²)	(m ³)				
Capeamento	23.06	3.30	3.30	N.A.	N.A.	1675.00	6187.50		6187.50		
A	19.76	4.35	1.05	84.98	6.10	1675.00	1968.75	3937.50			3937.50
B	18.71	6.35	2.00	88.16	6.49	1675.00	3750.00	7500.00			7500.00
B	16.71	8.85	2.50	88.16	18.80	1675.00	4687.50	9375.00			9375.00
B	14.21	10.55	1.70	89.96	26.89	1675.00	3187.50	6375.00			6375.00
Areia	12.51	12.10	1.55	N.A.	N.A.	1675.00	2906.25	5812.50			
C	10.96	14.20	2.10	81.20	21.90	1675.00	3637.50	7275.00			
Cota Final	8.88								6187.50		27187.50

7750/30 900	cota	prof	espes	altura	residuo	área	vol	tonelada	Cap.(m ³)	Est.(t.)	Min.(t.)
Litología	(m)	(m)	(m)			(m ²)	(m ³)				
Capcamiento	45.36	18.20	18.20	N.A.	N.A.	1250.00	22750.00		22750.00		
A	27.16	20.30	2.10	75.97	8.18	1250.00	2625.00	5250.00	2625.00		
B	25.06	22.65	2.35	88.67	10.94	1250.00	2937.50	5875.00			5875.00
B	22.73	24.50	1.85	98.33	10.27	1250.00	3312.50	6625.00			6625.00
D	20.68	26.25	1.75	85.21	57.41	1250.00	2187.50	4375.00		4375.00	
C	19.13	27.30	1.05	83.94	42.18	1250.00	1312.50	2625.00			2625.00
D	18.06	29.05	1.75	83.66	18.42	1250.00	2187.50	4375.00			4375.00
Arria	16.33	29.95	0.90	N.A.	N.A.	1250.00	1125.00	2250.00		2250.00	
D	15.43	32.05	2.10	86.47	32.89	1250.00	2625.00	5250.00			5250.00
Arria	13.33	32.60	0.55	N.A.	N.A.	1250.00	667.50	1375.00			
Cota Final	12.75								25375.00	6625	22750

ANEXO I

8050/30 750	cota	prof	espes	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap (m³)	Est (t.)	Min (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2t/m3)			
Capasmento	51.26	25.10	25.10	N.A.	N.A.	312.50	7813.75		7813.75		
A	28.56	27.35	2.25	77.91	8.90	312.50	703.13	1406.25			703.13
B	23.81	28.85	1.50	86.99	4.34	312.50	458.75	917.50			917.50
B	22.41	30.80	1.75	84.08	7.62	312.50	648.88	1083.75			1083.75
C	20.68	32.55	1.95	78.98	13.93	312.50	800.38	1218.75			
D	18.71	33.35	0.80	89.10	58.14	312.50	250.00	500.00			
C	17.91	33.85	0.50	74.50	4.81	312.50	158.75	312.50			
D	17.41	35.00	1.15	81.00	49.70	312.50	359.38	718.75			
Área	16.28	35.45	0.45	N.A.	N.A.	312.50	140.63	281.25			
Cota final	15.81								7813.75		2734.38

8000/30 750	cota	prof	espes	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap (m³)	Est (t.)	Min (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2t/m3)			
Capasmento	48.87	21.90	21.90	N.A.	N.A.	937.50	20531.25		20531.25		
A	21.91	23.05	1.15	76.40	13.53	937.50	1040.93	3281.25			1510.58
B	22.22	26.25	2.90	84.90	4.36	937.50	2437.50	4875.00			4875.00
B	20.63	28.10	1.85	84.30	6.82	937.50	1738.38	3476.75			3476.75
Área	18.77	28.80	0.70	N.A.	N.A.	937.50	856.25	1312.50		1312.50	
D	18.01	30.05	1.65	88.32	38.38	937.50	1734.38	3468.75			3468.75
D	15.22	32.30	1.05	89.89	61.95	937.50	1548.88	3093.75			
Cota final	14.57								20531.25	1312.50	13453.13

8000/30 800	cota	prof	espes	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap (m³)	Est (t.)	Min (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2t/m3)			
Capasmento	45.99	20.05	20.05	N.A.	N.A.	1682.50	31328.13		31328.13		
A	25.84	21.25	1.20	81.86	6.18	1682.50	1875.00	3750.00			3750.00
C	24.74	22.55	1.40	81.13	4.29	1682.50	2187.50	4375.00			4375.00
B	23.34	24.15	1.50	84.00	4.35	1682.50	2343.75	4687.50			4687.50
B	21.84	26.50	2.35	82.80	7.60	1682.50	3071.88	6143.75			6143.75
Área	19.49	28.75	0.25	N.A.	N.A.	1682.50	390.63	781.25			
D	18.24	28.35	1.50	87.00	44.98	1682.50	2343.75	4687.50			
D	17.74	29.75	1.50	82.80	44.25	1682.50	2343.75	4687.50			
Área Solta	18.24	31.25	1.50	N.A.	N.A.	1682.50	2343.75	4687.50			
Cota Final	14.74								31328.13		20158.25

8000/30 850	cota	prof	espes	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap (m³)	Est (t.)	Min (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2t/m3)			
Capasmento	44.21	16.90	16.90	N.A.	N.A.	1250.00	21125.00		21125.00		
A	27.31	17.10	0.20	N.A.	N.A.	1250.00	250.00	500.00	250.00		
A	27.11	18.40	1.30	79.32	8.14	1250.00	1625.00	3250.00			1625.00
B	25.81	19.80	1.40	84.70	6.86	1250.00	1750.00	3500.00			3500.00
C	24.41	20.90	1.10	78.74	1.73	1250.00	1375.00	2750.00		2750.00	
B	23.31	23.30	2.40	84.40	7.28	1250.00	3000.00	6000.00			6000.00
Área	22.91	23.70	0.40	N.A.	N.A.	1250.00	600.00	1000.00		1000.00	
D	22.51	26.00	3.30	86.70	28.89	1250.00	2675.00	5750.00			5750.00
Área	18.21	26.40	0.40	N.A.	N.A.	1250.00	600.00	1000.00			
D	17.81	29.40	3.00	87.70	51.90	1250.00	3750.00	7500.00			
Área	14.81	31.40	2.00	N.A.	N.A.	1250.00	2500.00	5000.00			
Cota Final	12.81								21375.00	3750.00	13875.00

9000/30.900	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap (m³)	Esf (t.)	Mto (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=20m3)			
Capeamento	41.95	18.20	1.20	N.A.	N.A.	625.00	10125.00		10125.00		
A	25.75	16.40	2.20	84.98	17.81	625.00	1375.00	2750.00			2750.00
B	21.30	20.60	2.20	85.78	19.24	625.00	1375.00	2750.00			2750.00
Área	21.36	21.20	1.30	N.A.	N.A.	625.00	812.50	1625.00			1625.00
D	20.00	23.55	1.75	68.01	26.46	625.00	1093.75	2187.50			2187.50
Área	18.51	26.00	2.40	N.A.		625.00	1500.00	3000.00			3000.00
D	16.91	27.35	1.30	86.38	29.74	625.00	812.50	1625.00			1625.00
Área	14.61	27.50	0.15	N.A.	N.A.	625.00	93.75	187.50			187.50
D	14.40	28.00	1.10	88.18	21.68	625.00	687.50	1375.00			1375.00
Área	13.36	30.20	1.80	N.A.	N.A.	625.00	900.00	2000.00			
Cota final	11.75								10125.00	4812.50	10867.50

7950/30.900	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap (m³)	Esf (t.)	Mto (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=20m3)			
Capeamento	47.52	20.75	20.75	N.A.	N.A.	1250.00	25937.50		25937.50		
A	26.64	22.10	1.55	75.42	4.86	1250.00	1587.50	3375.00	1687.50		
B	25.29	23.85	1.70	80.77	4.50	1250.00	2125.00	4250.00			4250.00
B	23.50	25.00	2.00	84.81	4.28	1250.00	2500.00	5000.00			5000.00
B	21.09	27.05	1.75	85.40	6.20	1250.00	2187.50	4375.00			4375.00
Área	19.84	28.95	1.40	N.A.	N.A.	1250.00	1750.00	3500.00			3500.00
D	19.44	31.05	2.10	88.28	24.08	1250.00	2625.00	5250.00			5250.00
D	16.34	32.75	1.70	87.88	51.91	1250.00	2125.00	4250.00			
Cota Final	14.84								27825.00	3500.00	18875.00

7950/30.850	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap (m³)	Esf (t.)	Mto (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=20m3)			
Capeamento	46.12	18.10	18.10	N.A.	N.A.	2500.00	45250.00		45250.00		
A	28.02	19.40	1.30	84.19	17.78	2500.00	3250.00	6500.00			6500.00
A	28.72	20.60	1.40	88.13	10.66	2500.00	3500.00	7000.00			7000.00
B	25.12	23.50	2.70	87.35	10.14	2500.00	6750.00	13500.00			13500.00
D	22.82	25.85	2.35	89.94	55.45	2500.00	5875.00	11750.00			11750.00
D	20.77	28.10	2.25	86.81	62.34	2500.00	5625.00	11250.00			11250.00
Área	18.02	28.75	0.55	N.A.	N.A.	2500.00	1625.00	3250.00			3250.00
D	17.37	30.45	1.70	83.60	28.11	2500.00	4250.00	8500.00			8500.00
Área	15.87	31.20	0.75	N.A.		2500.00	1875.00	3750.00			
D	14.90	32.20	1.00	84.70	68.56	2500.00	2500.00	5000.00			
Área	13.92	34.80	2.80	N.A.	N.A.	2500.00	6500.00	13000.00			
D	11.30	35.20	0.40	73.80	39.33	2500.00	1000.00	2000.00			
Cota Final	10.92								45250.00	26250.00	35500.00

7950/30.800	cota	prof.	espes.	altura	residuos	área	vol.	tonelada	Cap (m³)	Esf (t.)	Mto (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=20m3)			
Capeamento	41.73	14.60	14.60	N.A.	N.A.	1250.00	18250.00		18250.00		
A	27.13	16.75	2.15	82.74	6.98	1250.00	2687.50	5375.00			5375.00
D	24.28	18.35	1.80	82.96	6.78	1250.00	3000.00	4000.00			4000.00
B	23.38	20.85	2.50	85.90	9.82	1250.00	3125.00	6250.00			6250.00
D	20.88	21.60	0.75	85.80	58.04	1250.00	937.50	1875.00			1875.00
D	20.13	23.80	2.00	84.38	24.32	1250.00	2500.00	5000.00			5000.00
D	18.13	26.20	2.80	87.34	63.81	1250.00	3250.00	6500.00			
Área	15.53	26.60	0.40	N.A.	N.A.	1250.00	500.00	1000.00			
Cota Final	15.13								18250.00	1875.00	20625.00

7900/30 200	cota	prof.	espes.	altura	residuos	area	vol.	tonelada	Csp (m³)	Est. (t.)	Min. (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%/50)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2/m3)			
Capacimento	45.42	17.05	17.05	N.A.	N.A.	1250.00	21312.50		21312.50		
Argila	28.37	17.50	0.45	N.A.	N.A.	1250.00	562.50	1125.00	562.50		
A	27.53	15.50	2.00	83.86	8.91	1250.00	2500.00	5000.00			5000.00
B	25.32	22.00	3.50	88.02	10.98	1250.00	3125.00	6250.00			6250.00
D	23.42	24.00	2.00	88.86	28.78	1250.00	2500.00	5000.00			5000.00
Areia	21.42	24.30	0.30	N.A.	N.A.	1250.00	375.00	750.00		750.00	
D	21.13	25.00	3.70	88.82	39.87	1250.00	875.00	1750.00			1750.00
Areia	20.42	25.50	0.50	N.A.	N.A.	1250.00	625.00	1250.00			
D	18.22	27.15	1.85	84.98	58.18	1250.00	2002.50	4125.00			
D	18.27	29.15	2.00	N.A.	N.A.	1250.00	2500.00	5000.00			
Cota Final	18.27								21875.00	750.00	18000.00

7900/30 850	cota	prof.	espes.	altura	residuos	area	vol.	tonelada	Csp (m³)	Est. (t.)	Min. (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%/50)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2/m3)			
Capacimento	44.98	18.00	18.00	N.A.	N.A.	1250.00	22500.00		22500.00		
Argila	25.88	18.45	0.45	N.A.	N.A.	1250.00	562.50	1125.00	562.50		
A	20.53	20.00	1.50	78.87	5.81	1250.00	1937.50	3875.00			3875.00
B	26.88	21.70	1.70	85.83	5.89	1250.00	2125.00	4250.00			4250.00
B	23.28	35.70	3.00	89.32	4.77	1250.00	2500.00	5000.00			5000.00
B	21.28	26.00	2.30	87.36	26.58	1250.00	2675.00	5350.00			5350.00
D	18.88	28.35	2.35	83.80	45.74	1250.00	2537.50	5075.00			5075.00
D	18.83	28.95	0.80	76.88	5.99	1250.00	750.00	1500.00		1500.00	
Areia	18.03	29.85	0.90	N.A.	N.A.	1250.00	1125.00	2250.00		2250.00	
D	15.13	31.15	1.30	N.A.	N.A.	1250.00	1625.00	3250.00		3250.00	
D	15.83	32.20	1.05	82.10	24.84	1250.00	1312.50	2625.00			2625.00
Cota Final	12.78								23887.50	7000.00	25487.50

7850/30 300	cota	prof.	espes.	altura	residuos	area	vol.	tonelada	Csp (m³)	Est. (t.)	Min. (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%/50)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2/m3)			
Capacimento	43.39	16.10	16.10	N.A.	N.A.	625.00	10062.50		10062.50		
Areia	37.29	16.80	0.50	N.A.	N.A.	625.00	312.50	625.00	312.50		
A	28.79	17.00	1.00	78.63	8.24	625.00	625.00	1250.00			625.00
E	25.79	19.50	2.00	87.84	11.06	625.00	1250.00	2500.00			2500.00
E	23.79	22.70	2.50	87.70	10.77	625.00	1562.50	3125.00			3125.00
D	21.29	24.70	2.00	83.40	N.A.	625.00	1250.00	2500.00			
D	19.29	26.80	2.50	87.48	N.A.	625.00	1562.50	3125.00			
Areia	18.79	29.60	3.00	N.A.	N.A.	625.00	1875.00	3750.00			
Cota Final	13.79								10375.00		6250.00

7800/30 950	cota	prof.	espes.	altura	residuos	area	vol.	tonelada	Csp (m³)	Est. (t.)	Min. (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%/50)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2/m3)			
Capacimento	37.37	16.80	16.80	N.A.	N.A.	937.50	15750.00		15750.00		
A	20.57	16.30	1.50	80.20	5.29	937.50	1406.25	2812.50			2812.50
A	19.07	19.30	1.00	86.80	4.66	937.50	2343.75	4687.50			4687.50
E	18.07	21.80	2.50	89.63	6.36	937.50	2343.75	4687.50			4687.50
D	15.57	23.80	1.80	88.28	35.65	937.50	1687.50	3375.00			3375.00
Capacimento	13.77	25.15	1.55	81.64	8.08	937.50	1453.13	2906.25			2906.25
D	12.27	27.20	2.00	88.48	26.68	937.50	1921.88	3843.75			3843.75
Areia	10.17	28.20	1.00	N.A.	N.A.	937.50	937.50	1875.00			
Cota Final	9.17								15750.00		19500.00

7600/30.900	cota	prof.	espes.	altura	residuos	area	vol.	tonelada	Cap (m³)	Est (t.)	Mn (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2/m3)			
Caposmento	43.39	18.80	18.80	N.A.	N.A.	1250	20750.00		20750.00		
A	26.78	17.83	1.23	81.03	10.00	1250	1500.00	3000.00			3000.00
B	25.58	20.20	2.43	86.00	6.19	1250	3000.00	6000.00			6000.00
C	23.18	21.93	1.73	81.63	14.28	1250	2125.00	4250.00			4250.00
B	21.48	26.90	2.05	84.24	6.21	1250	2500.00	5000.00			5000.00
Area	19.48	24.50	0.60	N.A.	N.A.	1250	750.00	1500.00			
D	18.89	25.70	1.20	82.68	47.88	1250	1500.00	3000.00			
E	17.59	28.80	1.10	79.60	3.91	1250	1375.00	2750.00			
Area	15.58	28.00	1.80	N.A.	N.A.	1250	2250.00	4500.00			
Cota Final	14.78								20750.00		18250.00

7750/30.950	cota	prof.	espes.	altura	residuos	area	vol.	tonelada	Cap (m³)	Est (t.)	Mn (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2/m3)			
Caposmento	20.79	3.15	3.15	N.A.	N.A.	1250.00	3937.50		3937.50		
A	17.51	3.95	0.50	77.80	4.80	1250.00	625.00	1250.00			625.00
B	17.14	6.95	2.20	88.80	10.30	1250.00	2750.00	5500.00			5500.00
C	14.94	7.95	2.10	77.80	2.00	1250.00	2625.00	5250.00			5250.00
D	12.64	9.15	1.20	83.80	22.40	1250.00	1500.00	3000.00			3000.00
D	11.84	11.80	2.65	N.A.	N.A.	1250.00	3312.50	6625.00			
Argils	8.29	12.90	1.10	N.A.	N.A.	1250.00	1375.00	2750.00			
Area	7.89	12.91	0.01	N.A.	N.A.	1250.00	12.50	25.00			
Cota Final	7.88								3937.50	0.00	14375.00

7700/30.900	cota(m)	prof (m)	espes	altura	residuos	area	vol	tonelada	Cap (m³)	Est (t.)	Mn (t.)
Litología				(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2/m3)			
Caposmento	23.85	3.20	3.20	N.A.	N.A.	625.00	2000.00		2000.00		
A	20.55	4.80	1.50	79.00	4.80	625.00	900.00	1800.00			1800.00
B	19.05	6.80	2.00	88.20	6.21	625.00	1750.00	3500.00			3500.00
B	17.05	8.55	1.75	89.40	13.70	625.00	1693.75	3387.50			3387.50
B	15.30	9.80	1.25	79.80	6.00	625.00	761.25	1522.50			1522.50
D	14.05	12.20	2.40	86.50	55.70	625.00	1600.00	3200.00		3000.00	
E	11.85	12.05	0.45	88.80	28.80	625.00	281.25	562.50			562.50
Area	11.20	15.20	2.55	N.A.	N.A.	625.00	1593.75	3187.50			
Cota Final	8.55								2000.00	3000.00	7812.50

7700/30.900	cota	prof	espes	altura	residuos	area	vol	tonelada	Cap (m³)	Est (t.)	Mn (t.)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%ISO)	(#335)	(m²)	(m³)	(d=2/m3)			
Caposmento	23.08	3.30	3.30	N.A.	N.A.	625.00	2062.50		2062.50		
A	12.70	4.20	1.50	84.00	6.10	625.00	856.25	1712.50			1712.50
B	18.71	6.35	2.00	88.18	6.40	625.00	1263.00	2526.00			2526.00
B	18.71	8.65	2.30	86.19	18.80	625.00	1562.50	3125.00			3125.00
D	14.21	10.55	1.70	89.00	26.90	625.00	1082.50	2165.00			2165.00
Area	12.51	12.10	1.55	N.A.	N.A.	625.00	968.75	1937.50			
C	10.98	14.20	2.10	81.20	21.90	625.00	1312.50	2625.00			
Cota Final	8.85								2062.50		9082.50

7750/20.900	cota	prof	espes	altura	residuos	area	co	tonelada	Cap (m³)	Est (t)	Mn (t)
Litología	(m)	(m)	(m)	(%H ₂ O)	(#325)	(m²)	(m³)	(d=20m3)			
Capasiento	45.38	18.20	18.20	N.A.	N.A.	1250.00	22750.00		22750.00		
A	27.18	20.30	2.10	75.97	8.18	1250.00	2625.00	5250.00	2625.00		
B	25.09	22.85	2.35	86.07	10.94	1250.00	3937.50	5875.00			5875.00
B	22.73	24.50	1.85	86.33	10.27	1250.00	3312.50	4825.00			4825.00
D	20.88	28.25	1.75	85.21	57.41	1250.00	2187.50	4375.00		4375.00	
C	19.13	27.30	1.25	83.94	42.18	1250.00	1312.50	2525.00			2525.00
C	15.05	29.05	1.75	83.00	18.82	1250.00	2587.50	4375.00			4375.00
Arria	18.33	29.95	0.90	N.A.	N.A.	1250.00	1125.00	2250.00		2250.00	
D	15.43	33.05	2.70	98.47	32.89	1250.00	2625.00	5250.00			5250.00
Arria	13.33	32.60	0.55	N.A.	N.A.	1250.00	887.50	1375.00			
Cota Final	12.78								25375.00	8825	22750

SAMPLE #

WEIGHTNESS 80.00

R100 81.45

R125 85.44

R200 89.45

L 94.45

F 1.22

S 2.57

SAMPLE #

WEIGHTNESS 84.00

R100 86.40

R125 89.23

R200 94.50

L 94.44

F 1.40

S 2.41

SAMPLE #

WEIGHTNESS 84.75

R100 86.50

R125 89.28

R200 94.49

L 94.49

F 1.41

S 2.50

SAMPLE #

BRIGHTNESS 84.91
 R(X) 90.95
 R(Y) 89.49
 R(Z) 84.91
 L 94.60
 a .46
 b 3.38

SAMPLE #

BRIGHTNESS 84.91
 R(X) 90.96
 R(Y) 89.48
 R(Z) 84.96
 L 94.50
 a .47
 b 3.41

SAMPLE # 2

BRIGHTNESS 79.86
 R(X) 85.67
 R(Y) 84.38
 R(Z) 79.75
 L 91.81
 a .33
 b 3.46

SAMPLE #

BRIGHTNESS 85.04
 R(X) 91.85
 R(Y) 89.58
 R(Z) 84.96
 L 94.65
 a .45
 b 3.48

SAMPLE # 6

BRIGHTNESS 88.82
 R(X) 86.81
 R(Y) 85.46
 R(Z) 88.69
 L 92.45
 a .22
 b 3.61

SAMPLE #

BRIGHTNESS 84.55
 R(X) 90.62
 R(Y) 89.13
 R(Z) 84.53
 L 94.41
 a .48
 b 3.41

SAMPLE # 10

BRIGHTNESS 81.27
 R(X) 87.15
 R(Y) 85.83
 R(Z) 81.17
 L 92.65
 a .28
 b 3.52

SAMPLE #

BRIGHTNESS 84.58
 R(X) 90.58
 R(Y) 89.12
 R(Z) 84.49
 L 94.48
 a .42
 b 3.43

SAMPLE # 14

BRIGHTNESS 82.38
 R(X) 88.23
 R(Y) 86.94
 R(Z) 82.23
 L 93.84
 a .15
 b 3.54



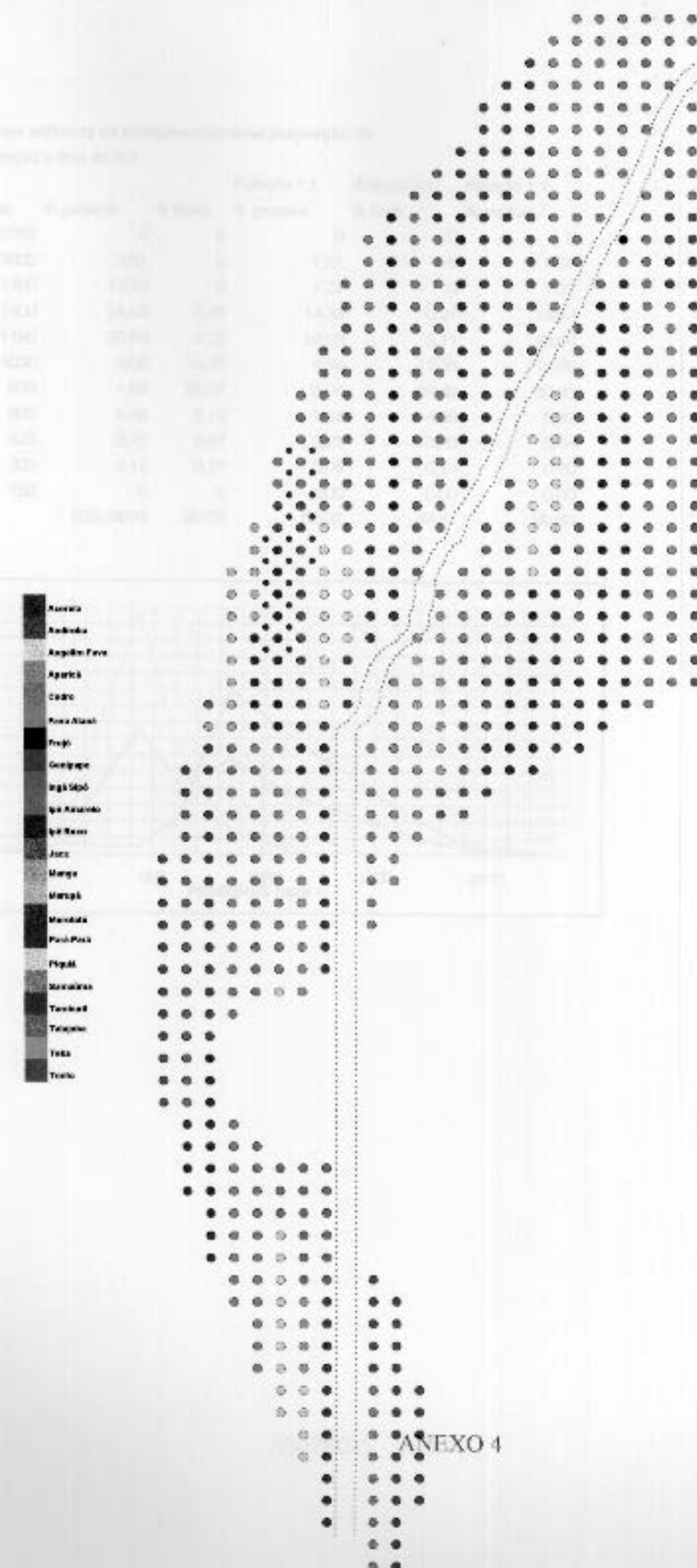
Anexo A - Centímetros cúbicos de polpa contendo 4 grs. de caulim

Gravidade específica	% Sólidos	volume polpa	Gravidade específica	% Sólidos	volume polpa	Gravidade específica	% Sólidos	volume polpa
1,026	4,1	95,3	1,120	17,1	20,7	1,214	28,6	11,6
1,028	4,4	88,5	1,122	17,6	20,3	1,216	28,8	11,5
1,030	4,7	82,6	1,124	17,9	20,0	1,218	29,0	11,4
1,032	5,0	77,4	1,126	18,1	19,7	1,220	29,2	11,3
1,034	5,3	72,9	1,128	18,4	19,4	1,222	29,4	11,2
1,036	5,6	68,8	1,130	18,6	19,1	1,224	29,6	11,1
1,038	5,9	65,2	1,132	18,9	18,8	1,226	29,9	11,0
1,040	6,2	62,0	1,134	19,1	18,5	1,228	30,1	10,9
1,042	6,5	59,0	1,136	19,4	18,2	1,230	30,3	10,8
1,044	6,8	56,3	1,138	19,6	18,0	1,232	30,5	10,7
1,046	7,1	53,9	1,140	19,9	17,7	1,234	30,7	10,6
1,048	7,4	51,6	1,142	20,1	17,5	1,236	30,9	10,5
1,050	7,7	49,6	1,144	20,4	17,2	1,238	31,1	10,4
1,052	8,0	47,7	1,146	20,6	17,0	1,240	31,4	10,3
1,054	8,3	45,9	1,148	20,9	16,8	1,242	31,6	10,2
1,056	8,6	44,3	1,150	21,1	16,5	1,244	31,8	10,2
1,058	8,9	42,7	1,152	21,4	16,3	1,246	32,0	10,1
1,060	9,2	41,3	1,154	21,6	16,1	1,248	32,2	10,0
1,062	9,5	40,0	1,156	21,9	15,9	1,250	32,4	9,9
1,064	9,7	38,7	1,158	22,1	15,7	1,252	32,6	9,8
1,066	10,0	37,6	1,160	22,3	15,5	1,254	32,8	9,8
1,068	10,3	36,4	1,162	22,6	15,3	1,256	33,0	9,7
1,070	10,6	35,4	1,164	22,8	15,1	1,258	33,2	9,6
1,072	10,9	34,4	1,166	23,1	14,9	1,260	33,4	9,5
1,074	11,2	33,5	1,168	23,3	14,8	1,262	33,6	9,5
1,076	11,4	32,6	1,170	23,5	14,6	1,264	33,8	9,4
1,078	11,7	31,8	1,172	23,8	14,4	1,266	34,0	9,3
1,080	12,0	31,0	1,174	24,0	14,2	1,268	34,2	9,3
1,082	12,3	30,2	1,176	24,2	14,1	1,270	34,4	9,1
1,084	12,6	29,5	1,178	24,5	13,9	1,272	34,6	9,1
1,086	12,8	28,8	1,180	24,7	13,8	1,274	34,8	9,1
1,088	13,1	28,2	1,182	24,9	13,6	1,276	35,0	9,0
1,090	13,4	27,5	1,184	25,2	13,5	1,278	35,2	8,9
1,092	13,6	26,9	1,186	25,4	13,3	1,280	35,4	8,9
1,094	13,9	26,4	1,188	25,6	13,2	1,282	35,6	8,8
1,096	14,2	25,8	1,190	25,9	13,0	1,284	35,8	8,7
1,098	14,5	25,3	1,192	26,1	12,9	1,286	36,0	8,7
1,100	14,7	24,8	1,194	26,3	12,8	1,288	36,2	8,6
1,102	15,0	24,3	1,196	26,5	12,6	1,290	36,4	8,6
1,104	15,3	23,8	1,198	26,8	12,5	1,292	36,6	8,5
1,106	15,5	23,4	1,200	27,0	12,4	1,294	36,8	8,4
1,108	15,8	23,0	1,202	27,2	12,3	1,296	37,0	8,4
1,110	16,1	22,5	1,204	27,4	12,2	1,298	37,2	8,3
1,112	16,3	22,1	1,206	27,7	12,0	1,300	37,4	8,3
1,114	16,6	21,7	1,208	27,9	11,9			
1,116	16,8	21,4	1,210	28,1	11,8			
1,118	17,1	21,0	1,212	28,3	11,7			

Aprovado por:

Data:

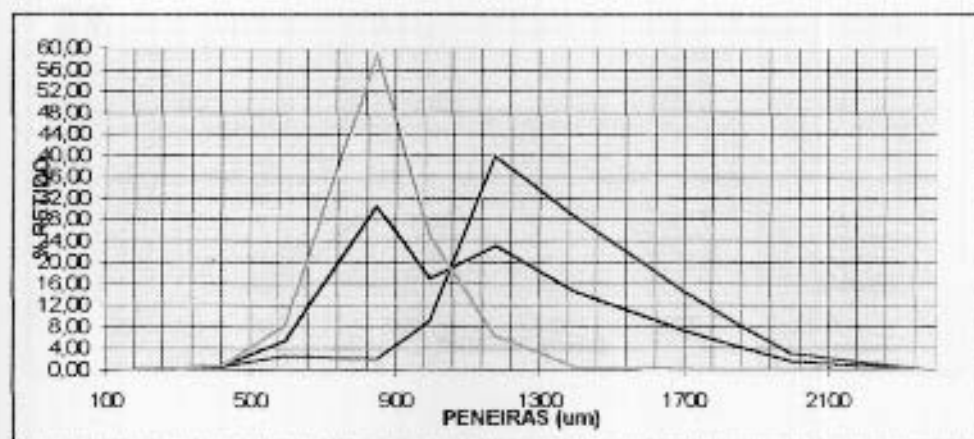
REFLORESTAMENTO - ANO 2000



ANEXO 4

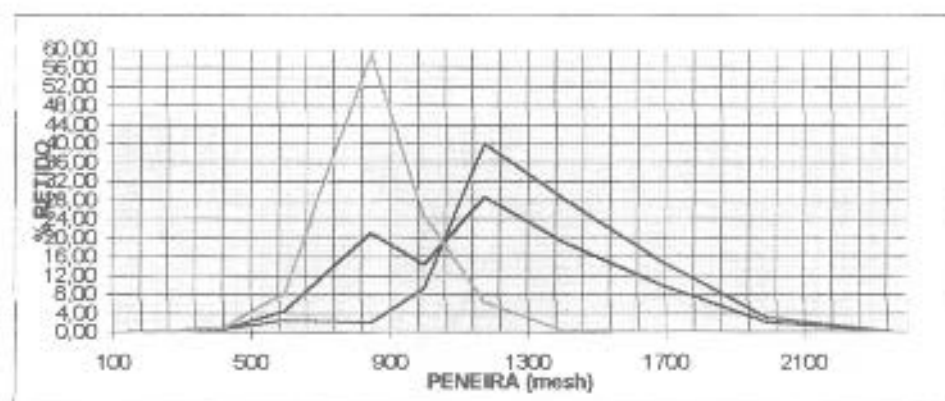
Relação de areia a ser utilizada na moagem com uma proporção de areia grossa em relação a fina de 1:1

Peneira	P. Microns	% grossos	% finos	Relação 1:1		Relação 1:1		Relação 1:1	
				% grossos	% finos	% grossos	% finos	% mistura	% mistura
8	2360	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2000	3,01	0	1,51	0	1,51	0	1,51	1,51
12	1700	14,53	0	7,27	0	7,27	0	7,27	7,27
14	1400	28,66	0,42	14,33	0,21	14,54	0,21	14,54	14,54
16	1180	39,86	6,22	19,93	3,11	23,04	3,11	23,04	23,04
18	1000	9,08	24,70	4,54	12,36	16,89	12,36	16,89	16,89
20	850	1,88	58,97	0,94	29,49	30,43	29,49	30,43	30,43
30	600	2,48	8,16	1,24	4,08	5,32	4,08	5,32	5,32
40	425	0,42	0,87	0,21	0,43	0,64	0,43	0,64	0,64
50	300	0,12	0,27	0,06	0,14	0,20	0,14	0,20	0,20
FUNDO	150	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		100,00	99,62	50,02	49,81	99,83	49,81	99,83	99,83



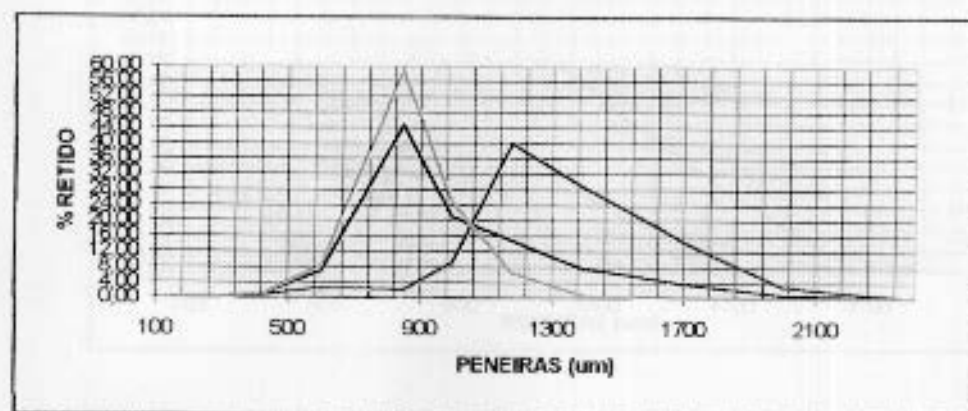
Relação de areia a ser utilizada na moagem com uma proporção de areia grossa em relação a fina de 2:1

Peneira	P. Microns	% grossos	% finos	Relação 2:1		Relação 2:1	
				% grossos	% finos	% grossos	% finos
8	2360	0	0	0	0	0	0
10	2000	3,01	0	2,01	0	2,01	0
12	1700	14,53	0	9,69	0	9,69	0
14	1400	28,66	0,42	19,11	0,14	19,25	0,14
16	1180	39,86	6,22	26,57	2,07	28,65	2,07
18	1000	9,08	24,70	6,05	8,23	14,29	8,23
20	850	1,88	58,97	1,25	19,68	20,91	19,68
30	600	2,48	8,16	1,65	2,72	4,37	2,72
40	425	0,42	0,87	0,28	0,29	0,57	0,29
50	300	0,12	0,27	0,08	0,09	0,17	0,09
FUNDO	150	0	0	0	0	0	0
TOTAL		100,00	99,62	66,70	33,20	99,90	99,90



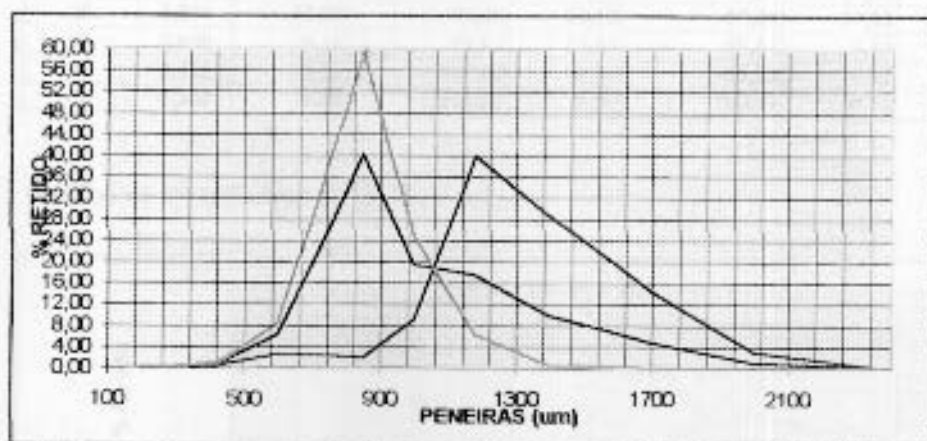
Relação de areia a ser utilizada na moagem com uma proporção de areia grossa em relação a fina de 1:3

Peneira	P Microns	% grossos	% finos	Relação 1:3	Relação 1:3	Relação 1:3
				% grossos	% finos	% mistura
8	2360	0	0	0	0	0
10	2000	3,01	0	0,75	0,00	0,75
12	1700	14,53	0	3,63	0,00	3,63
14	1400	28,66	0,42	7,17	0,32	7,48
16	1180	39,86	6,22	9,97	4,67	14,63
18	1000	9,08	24,70	2,27	18,53	20,80
20	850	1,88	58,97	0,47	44,23	44,70
30	600	2,48	8,16	0,62	5,12	6,74
40	425	0,42	0,87	0,10	0,65	0,76
50	300	0,12	0,27	0,03	0,20	0,23
FUNDO	150	0	0	0,00	0,00	0,00
TOTAL		100,00/76	99,62	25,01	74,72	99,73



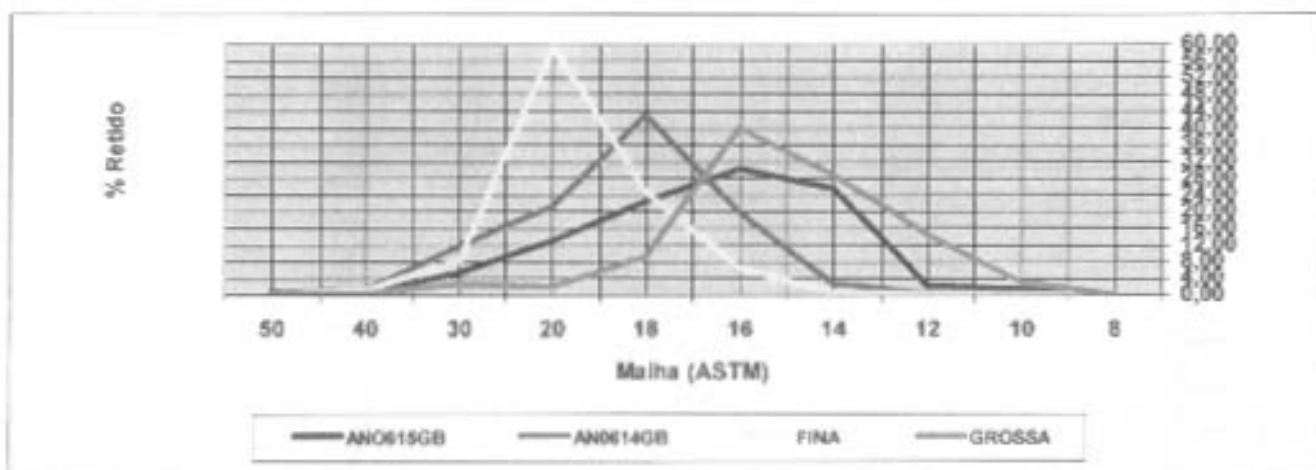
Relação de areia a ser utilizada na moagem com uma proporção de areia grossa em relação a fina de 1:2

Peneira	P.Microns			Relação 1:2	Relação 1:2	Relação 1:2
		% grossos	% finos	% grossos	% finos	% mistura
8	2360	0	0	0	0,00	0,00
10	2000	3,01	0	1,00	0,00	1,00
12	1700	14,53	0	4,84	0,00	4,84
14	1400	28,66	0,42	9,55	0,28	9,84
16,3	1180	39,86	6,25	13,29	4,17	17,45
18	1000	9,08	24,80	3,03	16,53	19,56
20	850	1,88	59,21	0,63	39,48	40,10
30	600	2,48	8,19	0,82	5,46	6,29
40	425	0,42	0,87	0,14	0,58	0,72
50	300	0,12	0,27	0,04	0,18	0,22
FUNDO	150	0	0	0	0,00	0,00
TOTAL		100,04	100,02	33,34	66,69	100,03



MALHA		AN0615GB		AN0614GB		FINA		GROSSA	
ASTM	mm	% Retido	% Acumulado	% Retido	% Acumulado	% Retido	% Acumulado	% Retido	% Acumulado
8	2,360	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	2,000	1,32	1,32	0,00	0,00	0,00	0,00	3,02	3,02
12	1,700	2,16	3,48	0,10	0,10	0,12	0,12	14,56	17,58
14	1,400	25,54	29,02	2,80	2,90	0,42	0,54	28,72	46,30
16	1,180	30,16	59,18	19,76	22,66	6,25	6,79	39,94	86,24
18	1,000	22,42	81,60	43,22	65,88	24,80	31,59	9,10	95,34
20	0,850	12,88	94,48	21,12	87,00	59,21	90,80	1,88	97,22
30	0,600	5,16	99,64	11,64	98,64	8,19	98,99	2,48	99,70
40	0,425	0,36	100,00	0,86	99,50	0,87	99,86	0,18	99,88
50	0,300	0,00	100,00	0,50	100,00	0,14	100,00	0,12	100,00

Gráfico de Distribuição Granulométrica



Certificado de Análise

SIBELCO

Data: 25/01/2000
 Cliente: RIO CAPIM
 Produto: AN0615GB
 Especificação: ESPEC.SIBELCO
 Fíaca: HUC4525

Certificado: 12952
 Lote: 250100
 Nr. Exped: 460
 Nota Fiscal: 128204

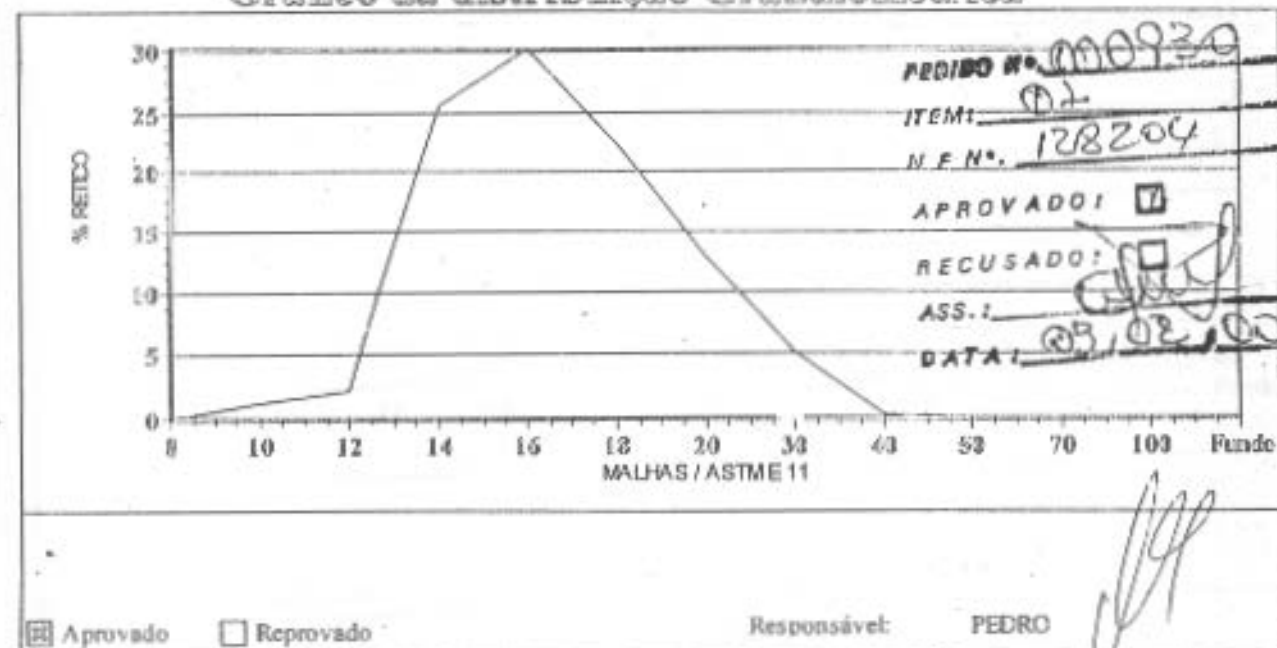
Ensaio Granulométrico

MALHAS/ASTM E 11	MICRONS	% RETIDO	% ACUMULADO
8	2360	0,00	0,00
10	2000	1,32	1,32
12	1700	2,16	3,48
14	1400	25,54	29,02
16	1180	30,16	59,18
18	1000	22,42	81,60
20	850	12,88	94,48
30	600	5,16	99,64
40	425	0,36	100,00
50	300	0,00	100,00
70	212	0,00	100,00
100	150	0,00	100,00
Fundo	-	0,00	100,00
AFS:	7,63		
Cons.:	91,00	% Argila: 0,07	% Umidade: 0,10
% Finos:		pH: 6,60	Temp. °C: 25
			G.Grosso (ppm):
			Perm.AFS:

Propriedades Químicas

Fe ₂ O ₃ %:	Al ₂ O ₃ %:	TiO ₂ %:	SiO ₂ %: 99,80	Perda no fogo %:
-----------------------------------	-----------------------------------	---------------------	---------------------------	------------------

Gráfico da distribuição Granulométrica



ANEXO 6

TEL: Sibelco Mistura Ltda
 Estrada Anacleto/Corumbel, KM 5 Anacleto SP
 (019) 566 1510 FAX: 566 1520
 E-Mail: sibelco@linkway.com.br

PQ.10.038.F301

Certificado de Análise



Data: 27/07/2000
 Cliente: RIO CAPIM
 Produto: AN0614GB
 Especificação: ESPEC.SIBELCO
 Fines: BWG 5980

Certificado: 27272
 Lote: 6002101
 Nr. Exped: 3335
 Nota Fiscal: 141.679

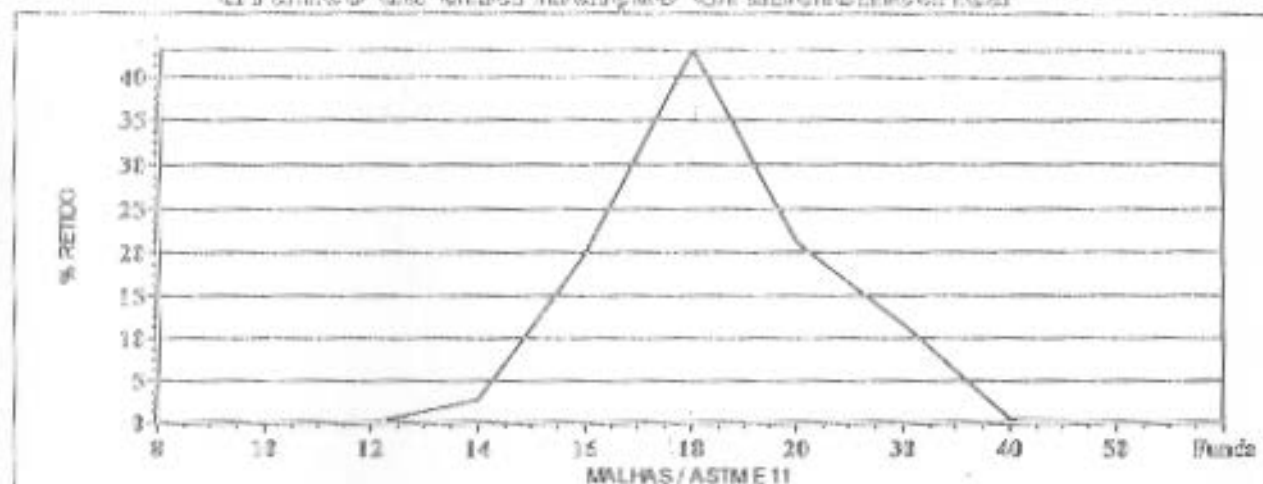
Ensaio Granulométrico

MALHAS/ASTM E 11	MICRONS	% RETIDO	% ACUMULADO
8	2360	0,00	0,00
10	2000	0,00	0,00
12	1700	0,10	0,10
14	1400	2,80	2,90
16	1180	19,76	22,66
18	1000	43,22	65,88
20	850	21,12	87,00
30	600	11,64	98,64
40	425	0,46	99,10
50	300	0,00	99,10
Fundo	-	0,00	99,10
AFS	10,03		
Corc.: 95,74	% Argila: 0,05	% Umidade: 0,10	G.Grosso (ppm)
% Finos:	pH: 6,50	Temp. °C: 25	Perda AFS:

Propriedades Químicas

Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	SiO ₂ %: 99,80	Perda ao fogo %:
----------------------------------	----------------------------------	--------------------	---------------------------	------------------

Gráfico da distribuição Granulométrica



Aprovado Reprovado

Responsável: ALIX

ANEXO 7

Sibelco Mineração Ltda
 Estrada Anabela/Corumbatai, KM5 Anabela SP
 Tel: (19)2565 9809 FAX: 566 1529
 E-Mail: sibelco@linkway.com.br

PQ.10.928.9001

SAMPLE DIRECTORY/NUMBER: DATA2 /190
 SAMPLE ID: (QUAL)
 SUBMITTER: IMERYS RIO CAPIM CAULIM S.A.
 OPERATOR: ADRIANA
 SAMPLE TYPE: CAULIM
 LIQUID TYPE: Water
 ANALYSIS TEMP: 36.7 deg C
 BASELINE/FULL SCALE: 155/ 106 kilocounts/sec

UNIT NUMBER: 1
 START 16:40:31 08/24/0
 REPR 16:44:04 08/24/0
 TOT RUN TIME 0:03:2
 SAM DENS: 2.6200 g/c
 LIQ DENS: 0.9935 g/c
 LIQ VISC: 0.6990 cp
 RUN TYPE: Standard

STARTING DIAMETER: 50.00 μ m
 ENDING DIAMETER: 1.00 μ m

REYNOLDS NUMBER: 0.2
 FULL SCALE MASS %: 10

MASS DISTRIBUTION

MEDIAN DIAMETER: 1.28 μ m

MODAL DIAMETER: 3.15 μ m

DIAMETER (μ m)	CUMULATIVE
	MASS FINER (%)
50.00	101.0
40.00	100.5
30.00	99.7
25.00	98.9
20.00	97.4
15.00	94.7
10.00	88.8
8.00	84.7
6.00	79.0
5.00	75.8
4.00	71.8
3.00	65.7
2.00	58.0
1.50	52.9
1.00	44.9