

**Fábio Araujo Mendes**

**Contribuição ao Projeto de Implantação de Central de  
Processamento de Matérias-primas Minerais no  
Município de Itapeva/SP**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À  
ESCOLA POLITÉCNICA DA  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
MESTRE EM ENGENHARIA.

SÃO PAULO  
2004

01x

**Fábio Araujo Mendes**

**Contribuição ao Projeto de Implantação de Central de  
Processamento de Matérias-primas Minerais no  
Município de Itapeva/SP**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À  
ESCOLA POLITÉCNICA DA  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
MESTRE EM ENGENHARIA.

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:**  
ENGENHARIA MINERAL

**ORIENTADOR:** PROF. DR. JOSÉ  
RENATO BAPTISTA DE LIMA

SÃO PAULO  
2004

## AGRADECIMENTOS

São muitas as pessoas que me apoiaram e lutaram comigo, para que terminasse o que comecei, para que completasse este trabalho.

Agradeço a Deus por me dar saúde e possibilidade de trabalhar; obrigado aos meus pais que, com paciência e persistência, me deram forças para não desistir no meio do caminho; obrigado a Aninha, que realmente me animou em momentos difíceis.

Obrigado aos meus professores da USP, em especial ao Professor Dr. José Renato Baptista de Lima, que acreditou em mim e me apoiou; a vocês professores que souberam, com muita clareza, inserir em mim os conhecimentos suficientes para respaldar este trabalho que, certamente, irá enriquecer sobremaneira meu currículo e carreira profissional; obrigado aos bons amigos Dr. José Mário Coelho, que me passou muitas informações sobre o setor cerâmico e Dr. Petain Ávila de Souza que me abriu o mundo da matemática financeira.

Obrigado aos meus professores da EM/UFOP, em especial aos professores Dr. José Tomaz e Dr. Wilson Trigueiro; da UNICAMP e, em especial aos professores Dr. Iran Machado e Dr. Saul Suslick, aos profissionais do IPT, em particular ao Geólogo Francisco Motta e a todos a quem muito recorri no decorrer deste trabalho e que souberam, com muito boa vontade e desprendimento, passar-me conhecimentos e informações fundamentais.

## RESUMO

Este trabalho busca trazer uma contribuição para a Implantação de uma Central de Processamento de matérias-primas minerais, no município de Itapeva SP e municípios vizinhos, tendo em vista a vocação local para um empreendimento deste tipo.

Através de estudos da geologia e propriedades dos produtos minerais da região de Itapeva, inseridos nos, denominados, estudos dos fatores físicos, escolha de equipamentos e métodos operacionais, como estudo de fatores técnicos e também estudos de mercado, de métodos de financiamento, de custos, avaliação e viabilidade econômica dentro dos fatores econômicos, demonstraram subsídios suficientes para se projetar a implantação da referida Central.

Através da análise da geologia regional e das empresas já instaladas, demonstra-se a viabilidade de obtenção dos produtos a serem processados. A análise técnica demonstra a viabilidade técnica, pois através de um fluxograma simples de processo (da qual são feitas duas alternativas) mostraram reais possibilidades de sucesso.

Finalmente a análise econômica através de diferentes técnicas e análises de sensibilidade demonstram que a taxa de retorno pode ser bem interessante. Assim desenvolvendo três aspectos básicos de estudo, este trabalho demonstra que há, para o empreendimento, reais possibilidades de sucesso, o que acarretaria, se implantado, avanços no desenvolvimento social, na indústria mineral, na economia e tecnologia para Itapeva e municípios vizinhos.

## **ABSTRACT**

This paper intends to demonstrate the possibility of install a processing plant of mineral raw in Itapeva SP, based on physical, economical and technical factors. The physical factors are presented in a geological study about the mineral wealth of the area. As technical factors are presented the costumer's demands and the technic-instrumental processes to assist these demands. Finally are presented consumption, costs and price tendencies.

**SUMÁRIO**

<b>Agradecimentos</b>	<b>A</b>
<b>Resumo</b>	<b>B</b>
<b>Abstract</b>	<b>C</b>
<b>Sumário</b>	<b>D</b>
<b>Índice de Tabelas</b>	<b>H</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>J</b>
<b>1) Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2) Geologia Regional</b>	<b>2</b>
<b>3) Geologia Econômica</b>	<b>9</b>
3.1) Calcários	9
3.2) Filitos	11
3.2.1) Leucofilitos	11
3.3) Quartzitos	13
3.4) Areias	14
3.5) Argilas Ilíticas	15
3.6) Granitos	17
3.7) Talcos Esteatíticos e Talcos Cristalinos	19
3.8) Clorita xistos associado a sericita xisto e talco xisto	21
<b>4) Mineração de Itapeva e Micro-região</b>	<b>23</b>
4.1) Areias Industriais	24
4.2) Argilas Comuns e Argilas Plásticas	26
4.3) Calcários Calcíticos	27
4.4) Calcários Dolomíticos	30
4.5) Caulim	32
4.6) Filito	33
4.7) Granito	35
4.8) Micas	37
4.9) Quartzito Industrial	39

4.10) Talco	41
<b>5) Instalações e processos industriais de uma Central de Matérias-primas</b>	<b>42</b>
<b>6) Condições de oferta para venda das matérias-primas minerais dentro de sua aplicação industrial</b>	<b>48</b>
6.1) Indústria Cerâmica	49
6.2) Indústria de Aglomerantes Naturais	52
6.3) Cargas de Aplicação nas Indústrias Plásticas e de Tintas	53
6.4) Cargas Minerais nas Indústrias de Massas Plásticas Automotivas ou Cimentos de Funilaria	56
<b>7) Escolha dos equipamentos</b>	<b>58</b>
7.1) Processo de Secagem	58
7.1.1) Comparativo do Secador Rápido Hazemag e Secador Tubular Rotativo	60
7.1.2) Escolha do Combustível para Secagem	62
7.1.3) Sistemas de limpeza de Gases	63
7.2) Processos de Cominuição	64
7.2.1) Cominuição Primária	65
7.2.1.I) Capacidades	66
7.2.1.II) Granulometria do Produto	66
7.2.1.III) Características Mecânicas da Rocha	67
7.2.1.IV) Estratificação da Rocha	67
7.2.1.V) Materiais Secos e com Alto Teor de Argilas	67
7.2.1.VI) Teor de Minerais Abrasivos Alto	67
7.2.1.VII) Relação de Redução (Rr)	68
7.2.1.VIII) Modo de Alimentação	68
7.2.2) Os Produtos e seus aspectos físicos	68
7.2.3) Moagem	70
7.3) Classificação Granulométrica	72
7.4) Alimentadores e Equipamentos de Transporte e fluxo de Material	74
7.5) Ensacamento	75

7.6) Fluxograma operacional da Central com duas alternativas	76
<b>8) Avaliação Econômica, Custos e Métodos de Financiamento</b>	<b>77</b>
8.1) Custos	78
8.1.1) Custos de Capital	79
8.1.1.I) Agências Financiadoras	80
8.1.1.II) Métodos de Financiamento para Aquisição de Equipamentos	84
8.1.1.III) Exemplo de Financiamento do Sistema de Secagem de Matérias-primas da ICON	85
8.1.2) Custos de Transporte e Acondicionamento	86
8.1.3) Custos de Aquisição, Instalação e operação na Cominuição e Classificação Granulométrica	91
8.1.4) Custos de Energia Elétrica	93
8.1.5) Custos de Mão-de-Obra	97
8.1.6) Custos de Aquisição de Matérias-primas	99
8.2) Demanda de Matérias-primas e suas Relações com a produção de Bens Manufaturados	100
8.2.1) Indústria Cerâmica	101
8.2.2) Indústria de Aglomerantes Naturais	102
8.2.3) Indústria de Plásticos	103
8.2.4) Indústria de Tintas	106
8.3) Composição dos Preços	109
8.4) Fluxos de Caixa das duas alternativas da Central	111
<b>9) Conclusão</b>	<b>115</b>
<b>10) Referências bibliográficas</b>	<b>118</b>
<b>Anexo 1</b>	<b>124</b>
1) Os Secadores Rápidos de Matérias-primas Hazemag	124
1.I) Caixão Alimentador com Moega de Carga (20 t) SL20	125
1.II) Transportadores de Correia TC2020	125
1.III) Eclusa dupla Pendular DPS 66M – EDP66M	126
1.IV) Secador Hazemag ASS 0940 – AS250940	127
1.V) Gerador Horizontal de Ar Quente	129



2) Secador Tubular Rotativo PROFER	129
2.I) Gerador de Calor	130
2.II) Zona Tubular Rotatória de Secagem	131
2.III)Eclusas de entrada e Saída de material	131
2.IV) Motores de Acionamento	132
3) Britador de mandíbulas Jawmaster	132
4) Britador de Impacto	136
5) Moinho de Martelos	139
5.I) Características construtivas	140
6) Moinhos SAM (Pulverizadores)	142
6.I) Princípios Operacionais via seca	142
6.II) Características Construtivas	143
7) Moinhos de Bolas com Revestimento de Borracha	144
7.I) Características Operacionais	146
8) Classificador Delta-sizer	149
8.I) Princípios Operacionais do Delta-sizer	150
8.II) Características Construtivas	151
9) Aerociclones e Exaustores de Transporte	151
10) Alimentador Vibratório com Variador de Frequência	152
10.I)Características Construtivas	152
11) CalhasVibratórias	153
11.I) Características Operacionais e Construtivas	153
12) Correias Transportadoras	154
12.I) Características Construtivas	156
13) Transportadores Espirais	157
14) Elevadores de Canecas	158
15) Ensacadeira de Turbina	158
15.I) Características operacionais e Mecânicas das ensacadeiras	159
<b>Anexo 2</b>	<b>161</b>

**ÍNDICE DE TABELAS**

Tab 4.1) Reservas de Calcário Calcítico da Micro região	28
Tab 4.2) Reservas de Calcário Dolomítico da Micro região	30
Tab 4.3) Reservas de Filito da Micro região	34
Tab 4.4) Reservas de Quartzito Industrial da Micro região	39
Tab.4.5) Reservas de Talco da Micro região	41
Tab 7.1) Tamanho de Partículas Requeridas para Aplicações Industriais	65
Tab 7.2) Características Físicas das Rochas da Central na aplicadas a Cominuição	69
Tab 8.1) Preços dos Equipamentos do processo	85
Tab 8.2) Valores de Fretes (Referentes a Julho 2003)	88
Tab 8.3) Modelos de Empilhadeiras e seus Custos de Aquisição	91
Tab 8.4) Custos de Aquisição e Instalação de Equipamento Acessórios	93
Tab 8.5) Comparativo de custos das tarifações na Demanda e Consumo	95
Tab 8.6) Custos de Energia por Equipamento	96
Tab 8.7) Divisão e Custo da mão-de-obra da Central de Processamento	98
Tab 8.8) Custos de Matérias-primas brutas	100
Tab 8.9) Uso de Cargas Mineraias por Tipos de Plásticos	104
Tab 8.10) Uso de Tintas por Setor de Consumo no Brasil	107
Tab 8.11) Preços de Produtos da Central em Relação ao Mercado Destino	110
Tab 8.12) Fluxo de Caixa da Central de Matérias-Primas de Itapeva-SP	113
Tab 8.13) Métodos de Avaliação Econômica	116
Tab Anexo.3.1) Britador Jawmaster Modelo 806 HD e características	134
Tab Anexo.3.2) Abertura de saída 75 mm X desempenho cominuidor	136
Tab Anexo 4) Britador de Impactos e suas Características	138

Tab Anexo 6) Características do Moinho SAM Modelo 75	144
Tab Anexo 7) Condição Operacional de moinhos de bolas	149
Tab Anexo 8) Características do Classificador “Delta Sizer”	151
Tab Anexo 10) Características do Alimentador KS 1000	153
Tab Anexo 11) Características da Calha Vibratória CV 1005	154
Tab Anexo 12) Análise de sensibilidade e TIR com matéria-prima 10% menos onerosas	162
Tab Anexo 13) Análise de sensibilidade e TIR com matéria-prima 15% menos onerosas	163
Tab Anexo 14) Análise de sensibilidade e TIR com matéria-prima 10% mais onerosas	164
Tab Anexo 15) Análise de sensibilidade e TIR com matéria-prima 15% mais onerosas	165
Tab Anexo 16) Análise de sensibilidade e TIR com aumento de 5% nas vendas	166
Tab Anexo 17) Análise de sensibilidade e TIR com aumento de 3% nas vendas	167
Tab Anexo 18) Análise de sensibilidade e TIR com diminuição de 3% nas vendas	168
Tab Anexo 19) Análise de sensibilidade e TIR com diminuição de 5% nas vendas	169

**Indice de Figuras**

Figura 1) Mapa Geológico Sul Paulista	7
Figura 2) Fluxograma com as duas alternativas operacionais	79
Figura Anexo 1) Forno Hazemag	130

## 1) INTRODUÇÃO

Este trabalho busca determinar a viabilidade de, através do estudo e pesquisa de diversos fatores, da implantação de um empreendimento, no setor mineral, no município de Itapeva SP.

O empreendimento desejado não se trata especificamente de uma empresa de mineração mas, sim, de uma que se utiliza da mineração para seu desenvolvimento. Apresenta-se como uma Central de Matérias-primas Mineraias, empresa esta que beneficia e agrega valor a produtos mineraias, com emprego de tecnologia operacional, com melhoria e qualificação dos insumos, adequando-os para diversos ramos industriais consumidores.

Para a implantação da Central em Itapeva, o principal fator considerado, para justificá-la, é a existência farta de bens mineraias industriais que, depois de processados, seriam ofertados às indústrias, dentro das suas necessidades específicas.

Foram realizados estudos de processamento e buscou-se selecionar os equipamentos necessários para transformar a matéria-prima em um produto variável e dentro das especificações exigidas pelos possíveis usuários. O produto deverá apresentar qualidades físicas (granulometria, coloração, forma, etc.), químicas e mineralógicas homogêneas, qualidades necessárias e essenciais para a sua comercialização em alta escala. Estuda-se, além da seleção de equipamentos, as melhores condições operacionais para Central como estratégia de mitigação dos custos e sobrevivência em um mercado competitivo.

Completa-se o quadro de fatores fundamentais com a apresentação de um estudo econômico com seus custos, linhas de financiamento, composição do preço, elaboração do fluxo de caixa e utilização de métodos de avaliação econômica sobre o projeto, com a simulação de sua viabilidade através de estudos de taxa de retorno interna (TIR), análise de sensibilidade testando-o em diversas condições de mercado.

## 2) GEOLOGIA REGIONAL

A geologia da região de Itapeva é formada por rochas aflorantes, que vão desde o Pré-Cambriano (Proterozóico Superior) até sedimentos de bacia de inundação recentes (formadores das principais jazidas de argilas e bolsões de areia). Considerando todos os demais eventos regionais ocorridos, coloca-se a área do município de Itapeva, localizada na borda nordeste da bacia do rio Paraná, como uma região de grande diversidade geológica sob diversos aspectos. Ocorrem diversos tipos de rochas a serem estudadas geológica e economicamente; sendo desde metamórficas de alto a médio grau, passando por magmáticas ácidas e básicas, chegando em sedimentares clásticas e químicas. Todas estas litologias foram formadas em diversos ambientes climáticos, cronológicos e de dinâmica tectônica variável.

Tamanho riqueza de eventos em Itapeva e micro-região tornam-a em comparação ao restante do estado, um referencial de eventos geológicos e geomorfológicos de grande diversidade e heterogeneidade, se comparada às demais regiões do Estado de São Paulo. As rochas formadas paralela ou sucessivamente, inclusive os sedimentos recentes, pertencem ou se formaram vinculados à existência das atuais áreas deposicionais (bacias de deposição atuais, que obedecem à topografia vigente) e promovem a ampla diversidade litológica da região.

Iniciando uma descrição estratigráfico-cronológico das mais antigas às mais recentes (segundo HASUI *et al.* 1975 *apud* ALMEIDA *et al.* 1981) pode-se observar uma diversidade de litotipos.

As rochas mais antigas, aflorantes na região, foram formadas no proterozóico médio, na forma de intrusões de granitos porfiróides Rapakivíticos, entrecortando as bases de rochas metamórficas do Grupo Setuva (gnaisse, estes últimos não são aflorantes nos trechos de Itapeva e micro-região).

Acima da base já citada, afloram rochas pertencentes ao Grupo Açungui, onde as formações de ambientes paralelos e cronologicamente iguais, deram origem a um conjunto rochoso que, em Itapeva e Região, são muito expostos, tais como:

- metapelitos e metasedimentares clásticas: filitos (PSpF - Proterozóico Superior Pilar/Açungui Filitos) e leucofilitos, quartzo-filitos, quartzitos (PSpQ – Proterozóico Superior Pilar/Açungui Quartzitos) com intercalações de sericita-xistos e muscovita-xistos (PSpX – Proterozóico Superior Pilar/Açungui Xistos);
- rochas carbonáticas, tais como, mármore e metacalcários dolomíticos, calcomagnesianos e calcíticos (PSpC – Proterozóico Superior Pilar/Açungui Carbonatos); e,
- metavulcânicas: metagabros e metapiroxenitos (PSpV – Proterozóico Superior Pilar/Açungui Vulcânicas), clorita-xistos e talco-xistos associados as metavulcânicas básicas.

Todas estas rochas apresentam ampla distribuição, tanto em área quanto em volume.

O Grupo Açungui constitui a mais extensa unidade do Pré-Cambriano paulista, estendendo-se numa faixa alongada do Paraná até o Rio de Janeiro e Espírito Santo, atravessando todo estado de São Paulo em sua porção E-SE, delimitada pela falha de Cubatão e o lineamento de Além-Paraíba ao sul e, ao norte, pelas falhas de Taxaquara, Monteiro Lobato e Jundiuvira, ocupando toda faixa de dobramentos Apiaí (HASUI *et al.* 1975 *apud* ALMEIDA *et al.* 1981).

Os dados radiométricos existentes indicam idades em torno de 640 milhões de anos (SHOBBENHAUS FILHO, 1974, 1979 *apud* ALMEIDA *et al.* 1981) junto a fase sintectônica das manifestações granitóides brasileiras, tendo assumido uma idade mais nova que 1,0 bilhão de anos para a sedimentação deste ciclo.

Estruturalmente, mostram um movimento nas foliações do Grupo Açungui, na direção geral NW/SE causados pelo envolvimento tanto do

Complexo Pilar quanto do Embu, nas duas fases de dobramentos regionais (sucedidos de diaclasamentos e crenulações) (HASUI *et al.* 1976; CARNEIRO, 1977; HASUI *et al.* 1978; CARNEIRO *et al.* 1980 *apud* ALMEIDA *et al.* 1981).

Quase cronologicamente, em intrusões paralelas aos eventos formadores das litologias do Grupo Açungui, ocorreram movimentos tectônicos de grande magnitude que irromperam em grandes massas magmáticas, formando os granitóides do embasamento paulista, com grande dispersão pelo estado e, especialmente, no município de Itapeva e região, onde são apresentados sob a forma de Suítes Graníticas Sintectônicas classificadas na Fácies Cantareira, que, espalhando-se pelos blocos tectônicos, formaram corpos autóctones e alóctones tipo batólitos e *stocks*, com dimensões bastante razoáveis, agregando a elas eventos do tipo greisens e outras formações associadas.

Estes corpos possuem uma granulação de fina a média, composição granítica a granodiorítica e ocorrência conspícua de megacristais de feldspato potássico, oriundos de um resfriamento tardio do granito, denominando-o porfiróide; têm foliação concordante ao "trend" regional e, texturalmente e mineralogicamente, são bastante diversificados. Mas, como observação importante ao trabalho, é visto como excelente fonte de álcalis potássicos oriundos das mineralizações feldspáticas. Contudo, deve-se atentar para a presença de minerais deletérios que, muitas vezes, impossibilitam seu uso como fonte de matéria-prima industrial para vidros e em outras aplicações, restando a já sua consagrada utilização como brita e rocha de revestimento (rocha ornamental).

As rochas foram datadas de 640 a 650 milhões de anos para a fase sintectônica da Orogênese Brasileira e, em sua maior parte, associam-se as supracrustais do Proterozóico Superior.

Aprofundando-se na geologia pretérita da região, as estruturas foram submetidas a um conjunto de grandes falhas, com direção preferencial NW-SE, que subdividiram as formações Pré-Cambrianas existentes, na porção



mais a leste do território paulista (influenciando a região de Itapeva). Contudo, há estudos referentes a falhas advindas da época de sedimentação das litologias locais já existentes, advindas de tectônica tradicional (WERNICK *et al.* 1978 *apud* ALMEIDA *et al.* 1981) e não da fase transcorrente das falhas tardi-brasilianas, eventos do proterozóico superior (HASUI *et al.* 1969 *apud* ALMEIDA *et al.* 1981).

Eventos de falhas, tais como dobramentos (sinclínórios), são apontados no grupo Açungui, tanto na região de Itapeva como em Guapiara e Bom Sucesso de Itararé.

Quanto a estruturas menores no grupo Açungui, existe uma fase de dobramentos recumbentes (redobrados no sentido longitudinal da dobra anterior) com transposições generalizadas, contemporâneas ao metamorfismo regional e, ainda, pouco conhecidas. A esta fase se seguiu uma segunda, quase coaxial à anterior, caracterizada por dobras de planos axiais empinados, eixos de baixo mergulho e direção NE a ENE (vergências indefinidas), desenvolvida contemporaneamente a intrusões granitóides sintectônicas. Nesta segunda fase é onde estão mais influentes e marcantes as orientações gerais do acamamento, bandamento, xistosidade, foliação e eixo maior dos corpos granitóides das Suítes Graníticas Fáceis Cantareira (PS<sub>yc</sub> – Proterozóico Superior Granito Cantareira) e das rochas do Grupo Açungui. A figura 1. apresenta o mapa geológico da região sul do estado de São Paulo e sua coluna estratigráfica, possibilitando a visualização do “trend” regional das rochas graníticas e as intrusivas.

Após as formações das rochas do Proterozóico Superior, os demais eventos deposicionais só voltaram a ocorrer com a transgressão marinha na área erodida que, futuramente, viriam a ser a Bacia do Paraná no Paleozóico Devoniano Inferior (395 m.a. à 345 m.a.) e regressão marinha no Devoniano Superior. Os sedimentos que dela restaram estão contidos no Grupo Paraná e são os construtores da denominada Formação Furnas (Df - Devoniano Furnas), essencialmente arenitos brancos, amarelados de granulação média a muito grossas, pouco arredondadas, com matriz

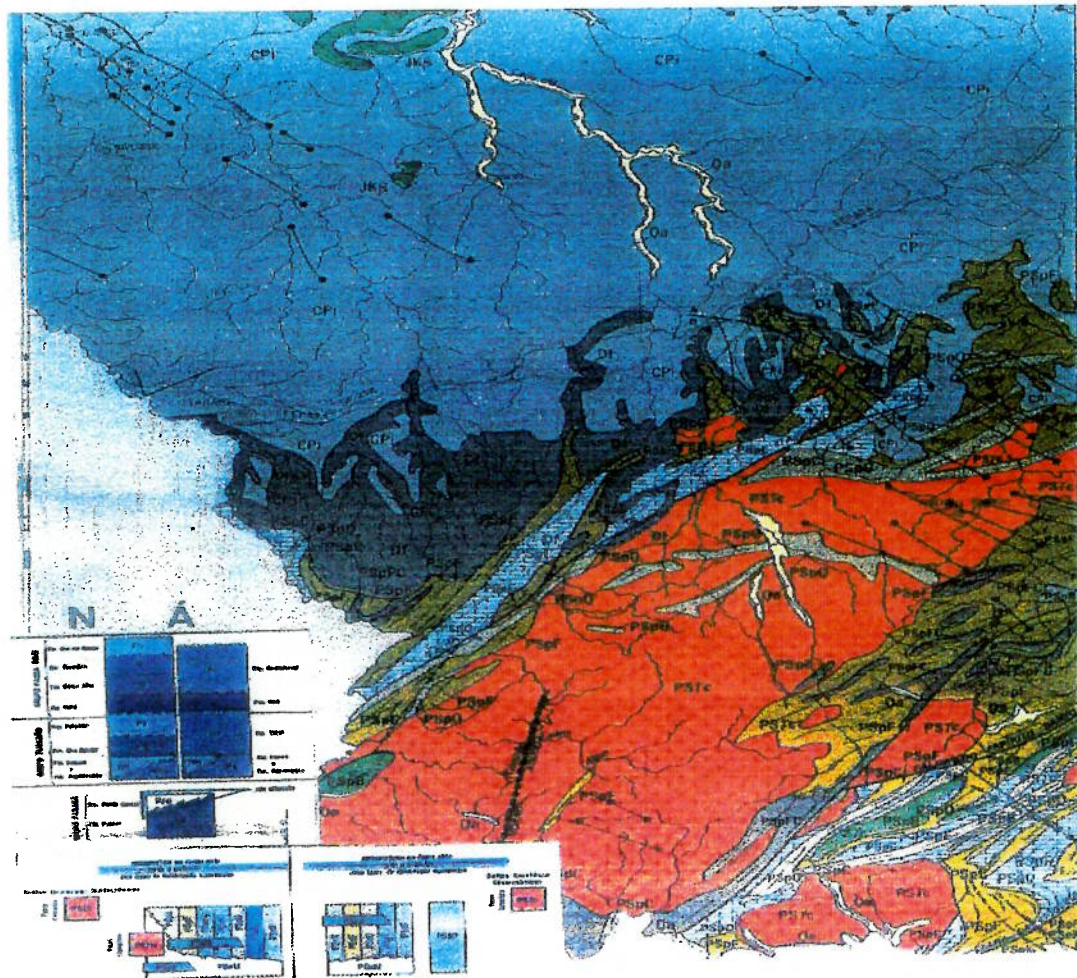
caulinítica, mas essencialmente silicosa em sua massa, com espessuras variando de 25 a 60 metros.

Discute-se, em nível acadêmico, o sistema formador deposicional destes arenitos, mas, assunto que será evitado tendo em vista o real objetivo a ser desenvolvido neste trabalho. Após inúmeras visitas a diversos pontos de afloramento dos corpos do arenito, incluindo a própria cidade de Itapeva, pôde-se testemunhar estratificações cruzadas, de modelo unidirecional, que põem em dúvida a origem marinha de parte dos depósitos areníticos da formação e coloca este trabalho, na mesma posição de LUDWIG & RAMOS, 1965 *apud* ALMEIDA *et al.* 1981 e SCHNEIDER *et al.* 1974 *apud* ALMEIDA *et al.* 1981, que determinam a ocorrência, de parte dos depósitos formadores, como sendo de correntes fluviais.

Constatou-se que, ao menos em alguns pontos de Itapeva, sua origem vem de correntes unidirecionais relacionadas com deposições fluviais havendo, contudo, mudanças laterais no sentido de fluxo, observando-se estratificação cruzada, inclusive com visualização de estratificações acanaladas, numa mesma face rochosa, mas com posicionamento diferenciado em relação a cota, o que demonstra a mudança do leito fluvial, ao longo do tempo, nas sucessivas deposições ocorridas.

Posteriormente ao Grupo Paraná, apresenta-se na região, incluída a própria cidade de Itapeva, Formação Itararé (CPI – Carbonífero Permiano Itararé) pertencente ao Grupo Tubarão, originária de sedimentos clásticos (apesar da existência de bolsões com carvão e até pequenas e finas camadas calcárias na formação) de ambientes glaciais lacustres e fluviais lacustres (deposição nos degelos). Apresenta-se, em Itapeva, como arenito de granulacão fina e homogênea sem evidência de estratificação cruzada ou outras, com colorações aleatórias vermelhas e amarelas, separadas em bandeamentos irregularmente distribuídos, tanto no sentido vertical quanto lateral, com grande quantidade de material siltoso e argiloso em sua matriz de areias finas e bem selecionadas, discordando das informações literárias

até aqui apoiadas (Almeida *et al*, 1981), que a descrevem como de granulação heterogênea. Sua espessura varia, em média, ao redor de 20 metros.



**Figura 1) Mapa Geológico Sul Paulista retirado de parte do Mapa Geológico de Estado de São Paulo, 1981-IPT)**

Outra deposição evidenciada na Formação Itararé são os siltitos de coloração amarelo esbranquiçadas, que ocorrem paralelamente em nível topográfico com os arenitos, indicando serem originários de deposições lacustres, nas zonas centrais dos lagos provenientes de águas de degelos glaciais, em camadas com espessuras em torno de 10 metros. Esta litologia pode facilmente ser visualizada nas próprias imediações de Itapeva, onde é perfeitamente correlacionável com os depósitos de arenitos Itararé.

Vislumbram-se, nestas deposições, possibilidade de boas fontes de material argilo-siltoso, ótima fonte de misturas de massas para produção de cerâmicos, que são um dos principais aspectos do interesse econômico que motivaram este trabalho.

A ocorrência de depósitos de tilitos também já foram observados no município, nas imediações dos córregos da Porteirinha e da Fazenda Pirituba (no bairro de Engenheiro Maia) que desembocam no rio Pirituba (afluente do Taquari/Paranapanema), onde se pode observar a superposição de camadas cimento/compactadas do conglomerado de rochas dos mais diversos tamanhos (predominantemente cascalhos angulosos de 12,5 mm de granulometria) e originários dos arrastamentos causados pelos deslocamentos de geleiras, no mesmo período dos arenitos e dos siltitos na Formação Itararé.

No mesozóico, mais especificamente no cretáceo, em torno de 120 milhões de anos, bem posterior às demais formações de rochas, ocorreram uma série de eventos de magmatismos intrusivos básicos que, em outras regiões, se intercalam com arenitos da formação Serra Geral (WITHE, 1908 *apud* ALMEIDA *et al.* 1981). Estes eventos são os formadores originais dos diques de diabásio que ocorrem sistematicamente em toda a região, com direções E-W e SE-NW, preferencialmente, em seus eixos longitudinais. Com espessuras variáveis de alguns metros a até 900m e comprimentos aflorantes de algumas centenas de metros até dezenas de quilômetros. São de paredes paralelas e verticais e apresentam granulação grosseira holocristalina e de textura offítica.

Já as coberturas cenozóicas estão subordinadas, em Itapeva e região, às zonas de deposição junto a bacia hidrográfica do rio Paranapanema, compreendendo uma disposição de sedimentos com variação granulométrica similar ao gradiente dos rios e correlacionados a topografia e à geomorfologia que a região apresenta, sendo mais pelítica e argilo-siltosa nas depressões, várzeas (zonas de alagamento) de Itaberá (facilmente observadas nos mapas fluviais da bacia dos rios Taquari-Guaçu

e Apiaí-Guaçu, afluentes do rio Paranapanema, Taquari-Mirim, Pirituba e Apiaí-Mirim, onde os dois primeiros são afluentes do Taquari-Guaçu e o último afluente do Apiaí-Guaçu) e mais arenosa nas deposições mais próximas à Itapeva e Nova Campina. São zonas promissoras para as extrações de argilas para fins oleiros (atualmente muito explotadas) e de bancos cuja areia tem uso direto na construção civil.

### 3) GEOLOGIA ECONÔMICA

Nesta parte da pesquisa, deseja-se demonstrar a viabilidade do projeto de implantação de uma Central de Matérias-primas considerando as potencialidades minerais de Itapeva e Região, além de determinar qualitativa e quantitativamente o número e a variação de depósitos minerais lá existentes e também ocorrentes (aos quais designam-se de protominérios).

Os principais bens minerais industriais lavrados, em larga escala, em Itapeva e micro região, são:

#### 3.1) Calcários

Utilizados para a obtenção de cimento, cal virgem e hidratada, na correção de solos, fundentes em alguns processos da metalurgia extrativa e, em menor grau de extração, nas aplicações da indústria de vidro e de fabricação de ração animal e, ainda, como componente de sal mineral.

Os calcários da região de Itapeva podem ser classificados (FOLK,1962), em aloquímicos microcristalinos diferenciados, no processo deposicional, pelos diversos paleoambientes que, no seu desenvolvimento podem ser de deposição química pura. Depositado em ambientes saturados em carbonato de cálcio e apreciável quantidade de carbonatos calco-magnesianos onde devido a saturação precipitaram e formaram as litologias carbonáticas de hoje, com teores variáveis de sílica aleatoriamente

distribuída (calcários dolomíticos, lavrados na mina da Lavrinhas, pertencente ao Grupo C. P. Itaú, com fins na produção de cal e a mina do Espólio de Francisco de Barros, que o comercializa como pedra de revestimento bruto, devido a sua cor clara).

Estruturalmente sofreram dobramentos, diaclasamentos e fraturas em decorrência dos eventos tectônicos do transbrasiliano e apresentam de médio a baixo grau de metamorfismo, ou seja, de baixa profundidade, principalmente devido à competência rochosa registrada (observa-se o alto grau de fraturamento e baixa plasticidade relativa nas faixas de camadas dos calcários junto as linhas direcionais das dobras), de textura calcissiltítica.

Já um outro tipo de calcário, um de formação biológica por "Collenias" (algas ricas em carbonato de cálcio quando de sua fossilização) em ambientes de águas rasas e muito quentes, são os que podem ser encontrados nas minas do Tamanduá e Indumine da Cia. Minas Oeste de Cimento Portland (do grupo LAFARGE), denominadas em homenagem ao município, quando de suas descobertas, como calcário "Collenia Itapevensis", além da presença de estromatólitos em alguns calcários da área. Estes têm uma grande variedade de coloração, do cinza escuro ao cinza claro, apresentam registradas, nas formas fossilizadas esqueletos carbonáticos das algas *collenias* e estromatólitos; em alguns pontos passam por colorações rosadas (ambientes com precipitação conjunta de óxido de ferro) estes calcários, são excelentes para a indústria de cimento Portland, devido aos baixos teores de Mg e sílica. Texturalmente são calciargilosos e calcissiltíticos, com dobramentos e fraturamentos evidenciados porém, com melhor plasticidade que os calcários de precipitação química pura.

Há ainda uma outra variedade esverdeada, não correlacionada com nenhuma das deposições anteriores, com texturas calcissiltítica, mas, com macrocristais de calcitas salientes, de formação secundária, originárias das fissuras do bloco pelo retrabalhamento de águas meteóricas ricas em ácidos orgânicos do solo, tais como as ações resultantes dos espetáculos de

cavernas. Este material é usado por algumas pequenas mineradoras que o comercializam como corretivo de solo. Esta rocha tem altos teores de sílica e dolomita o que, muitas vezes, permite a troca da designação de calcário para dolomito.

### 3.2) Filitos

São utilizados principalmente na indústria cerâmica, como carga mineral para ração animal, carga de massas finas para revestimento de paredes (aglomerantes e plastificantes de argamassas), entre outros. Os filitos pretos (carbonosos) são substitutos aos sapropelitos e utilizados na indústria cerâmica sanitária fina; filitos amarelos e vermelhos de menor valor agregado e de uso restritos a cargas de ração animal são, normalmente, misturados com o branco e outras argilas vermelhas, para uso em cerâmica oleira de tijolos e telhas e outras massas cerâmicas de fundo vermelho.

**3.2.1) Leucofilitos** são os filitos brancos a cinza claros de uso nobre e exclusivo na indústria cerâmica (cerâmicas de corpos brancos), utilizados como plastificantes de argamassas, como substitutos da cal nas argamassas, como carga nas indústrias de borracha vulcanizada e na ração animal.

Geologicamente, são rochas metamórficas de médio grau, evoluídas de ambientes sedimentares siltosos e argilosos e sua granulometria variando de siltosa à argilosa. Os filitos de Itapeva têm, em sua grande maioria, granulometria bastante fina, sendo que, 80% de sua massa se encontra na faixa chamada de granulometria argilosa (passante na malha 0,044mm) e é composta mineralogicamente por micas sericitas (50 a 70% da massa), quartzo (de 50 a 30%) com variações de álcalis  $K_2O$ , decorrentes das quantidades de sericita, chegando, em alguns casos a proporções de até 10% de álcalis  $K_2O$ . Há presença de água em torno de 5% e de traços de  $Fe_2O_3$  nos leucofilitos, onde nos filitos vermelhos chegam

até a 5%. Nos filitos negros, a presença de matéria carbonosa chega a ser de 8% a 10% da massa, podendo estas proporções serem totalmente perdidas em processo de calcinação, desde que necessária a aplicação desta operação pirometalúrgica.

Cronologicamente, os filitos de Itapeva e região são rochas do Grupo Açungui e têm formação no Proterozóico Superior em deposições paralelas aos dos calcários, porém seu paleoambiente formador não é o mesmo, sua origem é variável podendo, às vezes, ser produto do metamorfismo de argilas originadas de fumarolas vulcânico-exalativas de fundo marinho "black shales formation" e, como exemplo desta formação, tem-se a mina da Au da Rio Paracatu Mineração, o que não é o caso de Itapeva.

As formações de Itapeva são originárias de sedimentação advindas do continente para as águas profundas, de deposição pelítica, mais distantes das zonas litorâneas e mais na plataforma continental existente no antigo ambiente e que vieram a sofrer todos os processos metamórficos formadores dos atuais depósitos. Decorrentes de sedimentos depositados em ambientes de dinâmica fraca, ou seja, deposição em ambientes de baixo gradiente de fluxo (tipo de depósitos em águas marinhas profundas) é notadamente, originário deste tipo de ambiente pela presença de massas de filitos carbonosos.

Estruturalmente seus corpos são fortemente dobrados e mergulhantes, perfazendo belas estruturas visuais, onde seu plano de xistosidade fica bem definido e os corpos são bastante irregulares, tanto no que tange as suas direções, bem como mergulhos, pois se dispuseram ao acaso dos eventos tectônicos a que a região foi submetida; têm baixa competência (podendo ser rompido e explotado em processo de lavra mecânica simples, com emprego de escarificadores em tratores de esteiras) sendo nítida a separação bandeada de suas camadas ou massas homogêneas, onde é possível visualmente separar bandas, de larga espessura e comprimento lateral do claro ou vermelho do material



carbonoso, assim como leucofilitos (filitos “brancos”) separados dos filitos amarelos.

Para a indústria de cerâmica branca é um produto de primeira linha, devido à boa quantidade de álcalis que auxiliam no processo de semifusão/sinterização do corpo cerâmico, necessitando, apenas, o produto manter apenas um padrão granulométrico (material passante em 0,075 mm) e de teores homogêneos de alumina e álcalis, conforme as condições especificadas pelos consumidores (fato diretamente relacionado com a capacidade calorífica/energética de seus fornos na fabricação da cerâmica).

Este objetivo é, tecnicamente, possível com o advento de uma central de matérias-primas para o produto.

### **3.3) Quartzitos**

São utilizados na indústria de ferro ligas como ingrediente da liga ferro-sílico manganês e ferro-silício, indústria de vidro e nas indústrias de corpos abrasivos. De coloração branca a cinza claro, têm em torno de 99% a 99,5% de sua composição mineralógica o quartzo. Seu paleoambiente de formação é do metamorfismo de areias e arenitos quartzosos, no Proterozóico Superior. Estruturalmente, devido a sua natural competência rochosa, encontram-se expostos em faces fraturadas e dobradas, formando porções de alta concentração em quartzo recristalizado (veios de quartzo leitoso e quartzo hialino) onde o teor de sílica é maior, chegando próximo a 100%.

O processo metamórfico gerou, principalmente, em Itapeva um tipo de quartzito de baixo grau de metamorfismo, com textura de matriz quartzosa granular, unida por uma cimentação de quartzo refundido; neste subtipo encontram-se veios de sericita-xisto em pequenas faixas concordantes com os mergulhos, dobramentos e as foliações da rocha, notando-se também, muitas vezes, a presença de pequenas quantidades de granadas de baixa qualidade gemológica. Já um outro principal subtipo é o

de mais alto grau metamórfico, que tem uma menor quantidade de fraturamentos das faces expostas (demonstrando maiores temperaturas e semi-fundência do corpo rochoso) e uma maior porção de veios quartzosos leitosos e/ou hialinos (translúcidos, mas disformes).

As jazidas de quartzito existentes em Itapeva são exploradas com o intuito de utilização na indústria de ferro ligas, pouca importância se dando a outros usos possíveis .

Pode-se também utilizar os quartzitos nas areias de fundição que, se processadas e cominuídas, mantendo-se sempre as especificações químicas (homogeneidade dos teores de sílica e baixas impurezas) e propriedades físicas (faixas granulométricas especificadas e bom grau de arredondamento e esfericidade). O quartzito formado por 100% de SiO<sub>2</sub> pode ser um possível produto de uso industrial, desde que verificada sua potencialidade quantitativa, mercadológica e, principalmente, no custo de aquisição tecnológica para seu processamento. A calcinação para a produção de quartzo expandido microporoso, de uso em tintas industriais e na composição de vidrados para louças cerâmicas esmaltadas, pode responder por bons preços de comercialização. Outra boa aplicação comercial para os quartzitos de alta pureza pode ser a indústria de vidros (principalmente, os veios de quartzo remobilizados e reconcentrados formadores de cacos de quartzo e drusas hialinas).

### **3.4) Areias**

Diversos são os pontos de deposição deste bem mineral na região de Itapeva, podendo ser explorados desde as áreas ribeirinhas, onde as principais bacias e depósitos de contribuição são os provenientes dos rios Taquari-Guaçu e Taquari-Mirim, na altura dos municípios de Nova Campina, Itapeva e Itaberá, além do rio Apiaí-Guaçu. Suas formações são de sedimentos cenozóicos de período recente; contudo, estes sedimentos são fruto das erosões dos quartzitos que se avizinham destas áreas de

deposição; entretanto, a principal fonte de obtenção de areias no município e micro região são os paredões de arenitos já bastante erodidos e/ou facilmente fragmentados fisicamente (os saibros de arenitos), principalmente os da formação Furnas (que na região têm faixas granulométricas mais grosseiras, ideais para uso como agregado de concretos).

Nas areias dos arenitos de Itapeva, por serem essencialmente constituídas de quartzo, com pequenas quantidades de óxidos de ferro e manganês, é possível reconhecer a presença de caulins de coloração bem branca (frutos da intemperização dos feldspatos nelas presente).

Os sistemas deposicionais dos bancos de areias estão intimamente correlacionados aos regimes de fluxos dos rios, sendo facilmente perceptível a abundância dos bancos arenosos em zonas de alagamento, onde o rio sofre maiores forças de fluxo, portanto, rios menos meandrante (os rios, quando muito meandantes são mais propícios a deposição de argilas, devido ao regime de fluxo mais brando que, nestes trechos, apresentam maiores áreas de alagamento e águas paradas). No caso, para os bancos de areia, os rios ganham traçados mistos de entrelaçados e mais retilíneos (onde fluxos maiores permitem carreamento total das granulometrias das frações silto-argilosas) e meio meandantes com zonas de alagamento mas fluxos ainda fortes.

Estes depósitos ganham grande amplitude lateral nas zonas de alagamentos, devido à ocorrência nas cheias de pontos de deposição destas areias, e acabam formando lentes arenosas tais quais dunas nos leitos abandonados (deposições típicas formações de sistemas entrelaçados).

### **3.5) Argilas Ilíticas**

Apresentam cor vermelha, ricas em Fe, Mg e óxidos de Al e Si hidratados, têm potencial econômico para uso em olarias e cerâmicas em geral.

Assim como os depósitos de areias, as deposições de material argiloso têm origem em sedimentos alumino-silicatados micáceos, as ilitas, apresentam variação da extensão dos depósitos, em relação as areias, apenas devido ao carreamento dos grânulos, onde o regime de fluxo dos rios, para suas deposições, devem ter baixo gradiente, fato mais comum de ocorrência em áreas de bacias meandrantas e anastomosadas, além de zonas de alagamento abrangentes, onde ocorrem boas deposições de materiais argilosos. Estes eventos são mais notados no município de Itaberá, onde os fluxos perdem força e a topografia das bacias, no eixo longitudinal, aplainam-se.

Os constituintes químico-mineralógicos destas argilas são bastante homogêneos, sendo normalmente de proporções de 50% de sílica, 30% a 35% de alumina, 10% a 15% óxido de ferro, 5% de matéria orgânica e 5% a 10% de outros minerais tais como micas não intemperizadas, caulins e outros silicatos ou óxidos. Suas colorações são baseadas na oxidação do ferro (vermelhas) e tem baixa quantidade de álcalis.

A pobreza em álcalis tornam estas argilas menos utilizadas e rentáveis nas vendas para o processo de confecção e cimentação dos corpos cerâmicos nobres e, devido às baixas propriedades de fundência e ligação das massas; oneram os custos energéticos para uma boa sinterização. A necessidade de elevar a temperatura dos fornos para que a semi-fusão e sinterização das partículas ocorram, bem como da necessidade da mistura de argilas com componentes ricos em álcalis, desde que se deseje confeccionar cerâmicas de maior desempenho e qualidade (como o fazem indústrias ceramistas das regiões de Santa Gertrudes e Tatuí, que apresentam cerâmicas de queima vermelha de boa qualidade), tornam-na inviável economicamente no atual patamar de valores de venda

As empresas cerâmicas de Itaberá que operam com estas massas têm reais dificuldades com o processo de sinterização dos corpos cerâmicos, sendo comuns, pelo não manuseio apropriado dos fornos de queima ou de seu baixo poder de aquecimento, os cerâmicos saírem com excesso de trincas (devido, também, ao excesso de umidade), com baixa resistência mecânica, bem como alta porosidade e permeabilidade.

Outra fonte de argilas, ainda pouco exploradas e muito menos explotadas na região, são os depósitos de siltitos e argilitos denominados popularmente como "Taguás", provenientes das deposições lacustres glaciais da Formação Itararé, que têm, como principais vantagens, a coloração mais clara e a baixa quantidade de óxido de ferro, ficando estas rochas colocadas como protominérios, quando se estudará sua possível utilização na mistura de massas para a indústria cerâmica e demais usos possíveis com a implantação de uma Central de matérias-primas. Contudo, apresentam altas concentrações de alumina e, portanto, também causam os mesmos problemas de queima que as argilas ilíticas, pela sua refratariedade natural.

### **3.6) Granitos**

Para fins industriais como fonte de obtenção de álcalis de potássio dos feldspatos neles contidos (para fins cerâmicos e de vidros).

Os granitos são rochas magmáticas formadas em ambiente profundo (plutônico, abaixo de 5 Km de profundidade). Suas composições são, basicamente, de feldspatos, quartzo e mica com uma grande diversidade de minerais acessórios.

Os granitos de Itapeva e região, como descritos, são originários do Proterozóico Médio e Superior, formando os Granitos Raspakivíticos porfiróides e as Suítes Graníticas Sintectônicas Fácies Cantareira, que intrudiram posteriormente, sendo de coloração cinza, de castanho avermelhado a vermelho rosado, devido aos seus feldspatos (o mineral que

acaba, normalmente, determinando a coloração da rocha). Sua textura varia do equigranular (granulação homogênea dos cristais) sendo possível encontrar muitas vezes texturas porfiríticas (macro cristais em uma massa de grãos cristalizados, mais homogêneos) isso devido principalmente ao ambiente em que a massa de magma sofreu o resfriamento e a cristalização.

As proporções de feldspato, nesta última textura é, visualmente maior, o que representa um aspecto, do ponto de vista minero-econômico, mais importante, principalmente sendo reconhecido o fato, das necessidades por álcalis (o sódio da albita e o potássio dos feldspatos potássicos), que diversos ramos dos minerais industriais demandam. Porém é de se notar um interesse envolvendo todo o corpo granítico, seja ele de qual textura for, pois se trata de uma rocha com diversas utilizações, não só como parte de cargas para minerais industriais, mas também, como brita e até para fins de rocha ornamental de revestimento e piso.

Os teores dos minerais do tipo feldspatos ainda não foram totalmente determinados, pois, só pequenas amostragens, pouco representativas, de alguns corpos graníticos de dimensões promissoras são conhecidos nas diversas pesquisas feitas para este tipo de bem mineral da micro-região. É sabido tratar-se, majoritariamente, de K-feldspatos pelas Maclas de Carlsbad (geminção típica de feldspatos potássicos no mineral), nas diversas amostras já reconhecidas em campo, porém, contendo óxido de ferro na forma de magnetita como deletério, o que causa a sua inviabilidade para aplicação em diversas áreas industriais, principalmente como fonte secundária para obtenção de álcalis para a indústria cerâmica.

O quartzo e as micas (biotitas) compõem as proporções menores da massa rochosa e, devido a suas composições químicas ( $\text{SiO}_2$ , no caso do quartzo e  $(\text{Fe}, \text{Mg}) \text{Al}(\text{Al}_2\text{O}_3)(\text{Si}_4\text{O}_{10})$  no caso da biotita, acabam por apresentar o ferro como único contaminante considerado prejudicial em sua composição, (considerado deletério) onde interfere na possibilidade de uso

dos granitos como parte da massa de composição dos corpos cerâmicos, dos vidros e dos vidrados.

Os corpos graníticos foram deixados, como possível reserva para futuro uso, quando houver melhor conhecimento do insumo pelo mercado comprador, melhores condições financeiras de investimento e melhor tecnologia para exploração e tratamento, embora já exista domínio das técnicas de depuração dos deletérios em condições industriais.

Os corpos graníticos em Itapeva e micro região localizam-se, com maior frequência, nas áreas onde as rochas do Pré-Cambriano, (Grupo Açungui), também são aflorantes. Em Itapeva situam-se nas áreas leste e sudeste do município, junto aos municípios de Nova Campina, Apiaí, Bom Sucesso de Itararé e Ribeirão Branco.

Segundo AUMOND (*apud* Revista Minérios & Minerales Julho de 1995), há necessidade de tropicalização das matérias-primas pois, diferentemente das regiões européias, as condições brasileiras não apresentam, em geral, boas exposições de feldspatos na superfície, vide pegmatitos, bastante atacados pelo intemperismo do país, e portanto, a solução é a substituição desta rocha pelos granitos, fonólitos e outras rochas ricas em feldspatos alcalinos. Portanto, coloca-se o granito da região, também, como um protominério, com aplicações potenciais como brita e rocha ornamental, necessitando de tratamento para retirada do óxido de ferro, para sua viabilização dentro das massas de composição de vidrados e de cerâmicas. Necessita-se de maiores estudos de detalhamento e qualificação dos diversos corpos existentes.

### **3.7) Talcos esteatíticos e talcos cristalinos**

Apresentam uma diversidade de aplicações em diversas áreas industriais tais como nas indústrias de cerâmica, de plásticos, polímeros de alta resistência, papel, borracha vulcanizada, cosméticos, rações animais, inseticidas, entre outras.

A geologia dos depósitos e ocorrências de esteatito, calcotalco e talco da região de Itapeva e micro-região obedecem a uma correlação de eventos geológicos que podem servir, inclusive, no controle de pesquisas para detecção de novas ocorrências ou de jazidas. Os mesmos depósitos são formados nas faixas de contatos entre rochas carbonáticas ricas em magnésio (dolomitos e calcários dolomíticos) e rochas intrusivas básicas e ultra-básicas que, nos depósitos estudados e reconhecidos em Itapeva, são os gabros formados em lapólitos da era Cambriana, assim como nos depósitos minerados em Bom Sucesso de Itararé, nos contatos de dolomitos com soleiras de piroxênitos do Pré-Cambriano, mineralizados em olivina rica em magnésio. São rochas e minerais típicos de produtos de metamorfismo de contato. Os depósitos, da Formação Itaiacoca em Ponta Grossa no PR, também, apresentam origem semelhante aos da micro-região de Itapeva, onde as jazidas mineradas estão na zona de contato entre rochas carbonáticas ricas em magnésio e intrusões básicas.

Suas colorações variam entre talcos brancos e cristalinos (lâminas de coloração verde que, se fragmentadas finamente, ganham cores mais alvas e até a brancas) até os de matizes roxas, amarelas, esverdeadas, creme, cinzas esbranquiçadas, dependendo de fatores de formação, tais como, elementos químicos acessórios e temperatura de cristalização. São explotáveis, concomitantemente, aos carbonatos que os cercam e também influenciam em sua coloração. Existe, também, uma mineralização de talco que é denominada de "talco osso", pois é gerada num processo de metamorfismo de contato entre o carbonato e o silicato, onde o segundo quase substitui completamente o primeiro e a rocha formada é semelhante a uma metamarga riquíssima em talco. Este produto também é comercializado e beneficiado, como sendo talco, por diversas mineradoras da micro-região.

Além de seu uso nas mais variadas aplicações industriais, o mineral se apresenta como mais uma alternativa necessária para a viabilização de uma Central de Matérias-primas em Itapeva, visto que a única usina com tecnologia para dar características físicas necessárias para este bem



mineral se encontra em Bom Sucesso de Itararé, na Mineração São Judas, que trabalha para sua própria produção (não terceirizando serviços de tratamento mineral como cominuição nem classificação granulométrica e homogeneização). Sabe-se que o talco industrial, com condições granulométricas e características tais como coloração e teores homogêneos, tem grande valor no mercado dos minerais industriais, sendo certo porém que, para que se possa tirar um bom proveito na sua mineração, é necessário e totalmente recomendável, no seu processamento, um especial controle de qualidade, para que seja agregado um valor mais rentável.

### **3.8) Clorita-xisto associado a sericita-xisto e talco-xisto**

Mostram-se adequados para uso na fabricação de tintas industriais (devido as suas boas propriedades de relação com fluídos (propriedades tixotrópicas e sua já reduzida granulometria "in natura"), plásticos, resinas, vernizes e também nas indústrias cerâmicas especiais (refratárias e de cerâmicas para eletricidade).

Os depósitos existentes no município de Itapeva são aflorantes e foram originados como os demais depósitos do Grupo Açungui, tendo uma correlação muito forte com os quartzitos deste grupo. Necessário dizer que todos os corpos que puderam ser apreciados desta rocha estavam lateralmente formados com os quartzitos, quando não, dispostos entre suas camadas por lentes e veios de sericita-xisto e/ou clorita.

Um grande depósito, que inclusive está sofrendo uma pequena lavra, foi avaliado e sua cubagem (grosseiramente estimada) passa dos 1.500.000 m<sup>3</sup> de reservas lavráveis de alta qualidade, podendo ter muito maior volume, se houver maiores investimentos em pesquisa futura. Pôde-se constatar visualmente que o produto ganha em coloração (transparência e pureza do talco e micas esbranquiçadas na medida que a mesma sofreu e sofre maior intemperização) sendo, portanto, de melhor qualidade nos 5m mais próximos da superfície, ganhando tons mais rosados e avermelhados

(possivelmente contaminação por óxido de ferro) à medida que vai se aprofundando.

O corpo está fortemente erodido, onde criou-se voçorocas de até 8m, donde é possível observar melhor seu conteúdo e as mudanças gradativas na sua coloração. Pelo menos outros 3 veios de menor dimensão, mas com iguais qualidades, foram reconhecidos nas pesquisas executadas por VELOSO (2001); a jazida se encontra na região leste do município de Itapeva e já tem seu potencial reconhecido (destacando-se que já foi explotada em pequena quantidade, para uma empresa de cerâmica refratária).

Este produto ainda requer maiores estudos quanto ao seu potencial emprego e uso industrial mas, pode-se já considerá-lo como um insumo para processamento futuro dentro da Central de Matérias-primas; entretanto, sabe-se que necessita de processos cominuidores de maior tecnologia, principalmente devido às formas de seus minerais (lamelares micáceas), que não são facilmente cominuídos em processos convencionais. Fazem ser imperativos, mais uma vez, uma empresa que apresente tecnologia e serviços especializados para aplicar neste tipo de beneficiamento o que se exige pelas consumidoras as condições físicas e químicas específicas para sua comercialização rentável.

Há, ainda, outras ocorrências minerais cuja as expectativas ainda apontam para estudos mais detalhados que são a **wollastonita** e minérios metálicos tais como: **malaquita, calcopirita e bornita (cobre, com ouro associado)** e **cassiterita** com **wolframita**, mas que para este trabalho no momento, não apresentam aplicação.

A exceção, talvez, para uso industrial de metais seja a malaquita, que se calcinada forma um óxido resultante, que é vendido para indústrias de micronutrientes fertilizantes, após tratamento (homogeneização, cominuição, classificação granulométrica e granulação).

Em todos os casos estas mineralizações estão ligadas às intrusões graníticas que formam corpos independentes, porém originários dos

mesmos eventos em nível regional, intrudindo entre as rochas metamórficas do Pré-Cambriano do Grupo Açunguí.

A wollastonita, ainda pouco estudada, necessita de um melhor detalhamento, para estabelecer a economicidade de sua lavra (cubagem e método de exploração, para análise primária dos custos de extração ou mesmo para saber se há viabilidade na sua extração), visto que, é um produto de boa aceitação junto ao mercado cerâmico, de plásticos e de fundentes e pode ser incluída no rol dos produtos a serem ofertados por parte da Central de Matérias-primas.

#### **4) MINERAÇÃO DE ITAPEVA E MICRO-REGIÃO**

Obteve-se junto ao DNPM<sup>1</sup> (Departamento Nacional de Produção Mineral), que formalizou-se um total de 262 pedidos entre requerimentos para autorizações de pesquisas e concessões de lavras, sendo estes, dados levantados até a data vigente em 27/05/03.

Observa-se uma grande diversidade de etapas no trâmite para a regularização, junto ao DNPM, no intuito de controlar os pedidos protocolados o que acarreta excessiva demora no atendimento ao empreendedor apto, muitas vezes, a lavrar o bem mineral e gerar riquezas (notando-se, ainda, maior morosidade nos processos de Licenciamento Ambiental).

Nota-se uma clara falta de informação e formação dos requerentes (empresas, profissionais e empreendedores) no sentido de tornar o trâmite burocrático menos complexo, mais correto e ágil. Por outro lado, nota-se por parte do DNPM e dos órgãos ambientais, uma total falta de fiscalização, sobre a realidade existente nas frentes de operação. A falta de estrutura logística e de profissionais para agilizar os processos, tanto pelo DNPM, quanto pelos órgãos ambientais (DEPRN, DAIA, CETESB, etc.), somam-se as exigências e rigores das leis que impedem a desenvoltura dos

---

1 - <http://www.dnpm.gov.br/> SR-2 Banco de Dados ITAPEVA. Pesquisa Internet 1999

empreendimentos e que, de certa forma, tornam as atividades ilegais endêmicas.

Porém, este não é o objetivo deste trabalho mas, sim, demonstrar as reais condições operacionais e de mineração existentes na micro-região.

Dados fundamentados foram recolhidos em levantamentos feitos junto ao banco de dados do DNPM (via Internet).

A produção e pesquisa de minerais de uso industrial em Itapeva e micro-região estão entre as mais importantes do estado de São Paulo. É, também, natural, a sua vocação para extração de determinados bens minerais como demonstram as estatísticas obtidas no junto ao Anuário Mineral Brasileiro e no Banco de Dados do DNPM.

A abordagem começa por ordem alfabética do bem mineral de interesse para uso na Central de Matérias-Primas e seus valores estatísticos quanto a reservas, produção, comercialização e destinação industrial.

#### **4.1) Areias Industriais**

Nenhuma reserva foi estimada para a micro-região de Itapeva, apesar de, na área em estudo, existirem duas gigantescas formações arenosas que são o arenito Furnas e o arenito Itararé. Estas são basicamente duas formações areno-silicosas, com algumas contaminações por caulins brancos e ou rosados.

Vislumbram-se expressivos depósitos, que devem ser melhor avaliados do ponto de vista econômico e técnico, pois tratam-se de areias quartzosas com distribuição granulométrica muito boa para aplicações industriais. Em ensaios executados pelo mestrando (Laboratório de Beneficiamento da CEETEPS – “Dr. Demétrio Azevedo Júnior” – Itapeva 1998) determinou-se uma média de 92% retida na malha 0,075 mm (malha 200 da ASTM) e 100% passantes na malha 0,66 mm (malha 28 da ASTM); seus teores médios de  $Fe_2O_3$  ainda não foram analisados, assim como os

demais itens contaminantes tais como,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrSiO}_4$  e a proporção de argilas.

O grau de esfericidade e arredondamento dos grãos de quartzo, bem como dos sedimentos contaminantes, também não foram estudados, contudo, há necessidade de se reconhecer a existência destes corpos de proporções gigantescas, bem como, sua potencialidade, não sendo, de forma alguma, descartado como matéria-prima a ser melhor estudada, admitindo-se, até, a possibilidade de se obter caulim e argilas plásticas claras nas ocorrências advindas do processamento de separação granulométrica entre as areias das argilas.

O estado de São Paulo, praticamente, domina o setor de areias industriais sendo sua produção anual de 2.509.250 t/ano do produto beneficiado de um total nacional de 3.096.335 t/ano, remetendo São Paulo a 81% do total nacional beneficiado. Considerando como total explorado declarado no estado, tem-se 3.383.796 t/ano para um total nacional de 4.170.511 t/ano, ou seja, São Paulo explora 81% do total brasileiro. Do total produzido pelo estado 74% sofre beneficiamento, o que demonstra um bom uso tecnológico mineral e maior valor agregado a seus produtos.

Os preços da tonelada beneficiada também podem ser estimados no estado como sendo cerca de R\$ 20,00, um pouco acima da média nacional que é de R\$ 19,34.

O mercado de areias industriais é voltado, principalmente, para a indústria do vidro e de moldes para fundição podendo, ainda, serem usadas, em menor escala, por indústrias cerâmicas como componente básico dos vidrados (que são as coberturas vitrificadoras do corpo cerâmico antes da passagem pelo forno) e na indústria química, como pigmentos à base de silício e silicato de sódio.

Existe, no município de Itapeva, apenas dois processos no DNPM para o bem mineral e juntos perfazem 460 ha. em pesquisa e 5,39 ha. de lavra. Os dois processos estão objetivando uso das areias para fundição,

porém, o empreendedor não detém a tecnologia adequada para beneficiamento do produto.

#### **4.2) Argilas Comuns ou Argilas Plásticas**

Observe-se que no município vizinho de Ribeirão Grande encontram-se as maiores reservas provadas e prováveis do Brasil em argilas comuns ou plásticas, num montante da ordem de 134.598.062 t, 21.101.429 t e 47.000.000 t, respectivamente, em reservas medidas, indicadas e inferidas. Sendo o total nacional de 1.805.010.536 t, 589.642.477 t e 937.289.792 t, respectivamente; o Estado de São Paulo tem o correspondente a 593.801.905 t, 203.319.967 t e 794.965.934t, sendo, de longe, primeiro colocado brasileiro. Todos os dados foram extraídos do Anuário Mineral Brasileiro ano 2000.

Outra observação relevante é o fato de não serem apresentadas estatísticas do município de Itaberá, que tem extrações de argilas às margens dos rios Pirituba e Taquarí-Guaçu e não apresentam nenhum registro confirmando oficialmente da existência desta produção.

Quanto aos valores de produção, os dados estatísticos vislumbram apenas as quantidades produzidas em níveis estaduais. E, novamente, o estado de São Paulo sai na frente com uma produção de 8.907.496 t sendo 7.616.984 t vendidas bruta, 160.043 t destinadas a tratamento e 1.133.499 t destinadas a transformação, apresentando um déficit de variação de estoques de 3.030 t, com valores de R\$ 14,85/t do produto bruto dando um faturamento estimado de R\$130 milhões. Já as argilas processadas ou beneficiadas perfazem uma produção total de apenas 120.692 t sendo 120.532 t vendidas e com 160 t em variações de estoque, com valores da ordem de R\$ 16,00/t, que resultam num faturamento estadual de R\$ 1.9 milhões, observando-se que todos esses valores são calculados com base no ano de 2002.

A produção brasileira total é da ordem de 45.825.220t brutas sendo apenas 1.651.743t destinadas a tratamento, 3.060.757t destinadas a transformação e 41.112.720t vendidas brutas, com preço unitário da ordem de R\$6,00/t, faturando anualmente R\$ 229.552.951,00. As argilas processadas têm preço unitário da ordem de R\$ 16,77/t faturando R\$ 4.569.168,00.

Vê-se claramente, aqui, o grande potencial de São Paulo na mineração e em reservas destes bens minerais (argilas comuns e plásticas) pois, 46,22% do faturamento total do produto bruto é por ele representado.

Mostra-se também o baixo grau de agregação de valor dado às argilas, pelo pouco uso de novas tecnologias de beneficiamento e, a conseqüente, não melhora da qualidade do produto a ser ofertado.

Infelizmente, não foram encontrados dados que demonstrem quantitativa e qualitativamente os produtos processados e vendidos no Brasil e nem em São Paulo sobre argilas comuns e plásticas.

O mercado deste produto é, praticamente, todo ele destinado para produção cerâmica dos mais variados tipos e uso, tais como na construção civil, na área elétrica, de revestimento, nas olarias, etc., restando traços do uso em outras áreas, tais como as argilas expandidas.

As áreas da micro-região que se destinam à pesquisa e lavra destes bens minerais são de 8571,36 ha e 269 ha, respectivamente, sendo de 10 e 3 os números respectivos de processos correntes no DNPM.

#### **4.3) Calcário Calcítico**

Reservas no ano 2000 verificadas pelo apanhado estatístico do Anuário Mineral Brasileiro:

**Tabela 4.1) Reservas de calcário calcítico na micro região**

Município	Reservas (t)		
	Medida	Indicada	Inferida
Itapeva	66.099.202	22.234.800	19.116.300
Ribeirão Branco	9.957.120	1.089.681	137.875
Guapiara	259.258.739	118.100.000	24.000

Observa-se que o calcário calcítico da região apresenta, mesmo que com baixos teores, proporções maiores de Mg que a média dos calcários estudados e utilizados pelas minerações e consumidores do insumo. Este fato revela uma dura realidade nas diversas possibilidades de aplicações industriais do bem mineral, pois o magnésio limita e, por vezes, impossibilita seu uso como insumo de diversos usos industriais.

A busca por parte de empresas em calcários sem Mg e SiO<sub>2</sub>, entre outros menores contaminantes, ou seja CaCO<sub>3</sub> puro, tem se mostrado, de modo geral, bastante infrutíferas, ao menos na micro-região. Mas, independentemente disto, os calcários calcíticos, vêm sendo diversificadamente utilizados, tais como no cimento Portland, na cal hidratada (pequenas quantidades), no pó calcário para corretivo de solo (pequenas quantidades) e, até, como pedra de revestimento (muito baixa quantidade).

Em outros ramos da indústria o mineral pode ser utilizado, tais como, na produção de vidros, fundentes, cargas minerais para plásticos, resinas, tintas, cerâmicas, precipitados químicos (PCC), etc., as poucas ocorrências e minas têm demonstrado economicidade na sua lavra, especialmente, os carbonatos com alta pureza em cálcio; para sua utilização numa Central de matérias-primas tem necessidade de que as jazidas se encontrem posicionadas, geograficamente, em locais periféricos de seu domínio logístico, ou seja, onde os custos de transporte não venham a encarecê-lo.

Em Bom Sucesso de Itararé há áreas ainda em viabilização e estudo que, potencialmente, são ricas em rochas carbonáticas calcíticas. As minerações existentes em Guapiara e em Ribeirão Grande apresentam



pouco detalhamento do estudo sobre as impurezas comuns nos calcários ditos calcíticos tais como Mg, SiO<sub>2</sub>, etc., mas, sem dúvida, são as áreas mais propícias para a busca de calcários de alta pureza. No município de Itapeva e Nova Campina os calcários calcíticos apresentam-se em corpos de dimensões médias a pequenas e, normalmente, associados com calcários dolomíticos.

Comercialmente, vê-se que com a abertura do mercado interno para as importações fez crescer, substancialmente, o consumo de CaCO<sub>3</sub> importado por parte da indústria consumidora nacional, notando-se que, em 1993, importou-se 367t, em 1994 609t e já em 1995 importou-se 2.393t um aumento de 658% em 3 anos. Nota-se, também, que as exportações do produto caíram pois, em 1994, exportou-se 6.085t, em 1995, 5.419 t. Tudo isto é fruto da grande demanda interna, proporcionada pelo crescimento econômico do país, apelo que a indústria mineral nacional não soube acompanhar, deixando que o produto importado ganhasse terreno e competitividade.

Importante salientar que, quem exporta esses insumos minerais para o Brasil, são países cujas empresas trabalham nos moldes de uma Central de matérias-primas, ou seja, oferecem um leque de produtos próprios ou de terceiros nas especificações físicas mais apropriadas e homogêneas aos de seus clientes e, devido a sua dinâmica de produção, podem enquadrar os produtos ofertados em uma resposta comercial muito mais eficiente, oferecendo a seus clientes, entre outras coisas, menores preços e alta escala produtiva e com qualidade (o que acarreta em menores custos unitários e facilita uma estratégia mais positiva sobre os preços), além de um cronograma de entrega bastante rápido e ágil, pois opera com menores volumes. Os grandes produtores de onde o Brasil tem importado estes bens são Reino Unido, Bélgica, Grécia, EUA, ou seja, países com grande tradição no exercício de oferta de bens minerais de uso industrial através de centrais de matérias-primas.

O calcário calcítico é um insumo mineral de grande importância dentro do leque de produtos a serem ofertados por uma central de matérias-primas na micro-região e deve ser, cuidadosamente, estudado e conhecidas as suas potencialidades, principalmente, quanto as reservas com maior teor de pureza em  $\text{CaCO}_3$  para, então, ofertá-lo competitivamente, como já o é feito em Sengés no PR.

A Mina São Judas Morungava, situada no bairro rural de Santo Antônio, pertencente a Mineração São Judas de Bom Sucesso de Itararé, tem em sua mineração do PR, a produção de calcita moída, para diversos ramos industriais. A origem da mina cerca-se de fatores geológicos locais que causaram um metamorfismo de alto grau nos calcários, marmorizando-os e formando bandeamentos em camadas com metamargas, mármores calcíticos de alta pureza e mármores cinzas impuros, constatando-se, ainda, o fato de que, a maior parte do calcário existente, não se encontrar contaminado com magnésio.

As áreas da micro região onde ocorrem pesquisas do bem mineral perfazem 3.467 ha. Não se observam áreas em atividade de lavra e o número de processos no DNPM são 11, sendo deles 4 com concessão de lavra que lavram basicamente para uso no cimento Portland e as demais áreas ainda estão em pesquisa.

#### 4.4) Calcário Dolomítico

Do apanhado estatístico do Anuário Mineral Brasileiro ano 2000.

**Tabela 4.2) Reservas de Calcário dolomítico da Micro região**

Município	Reservas (t)		
	Medida	Indicada	Inferida
Itapeva	37.794.168	16.221.204	10.855.345
Ribeirão Branco	4.570	3.024	
Guapiara	25.894.290	514.670	514.670

Os calcários dolomíticos são utilizados na região, principalmente, como fontes de obtenção de cal virgem e cal hidratada. Uma menor

quantidade é explotada para fins de insumos de correção de acidez dos solos (calcários corretivos) e módica quantidade para a indústria de vidros planos.

Sabe-se que o Magnésio é um micro nutriente importante no metabolismo dos vegetais e dos animais e, estes, vão buscá-lo nas plantas. O que tem ocorrido é que os tipos de solos agricultáveis da micro-região e periferia apresentam, em sua composição, quantidade natural deste metal e também, a sua aplicação constante, através dos adubos químicos, acaba por gerar em saturação, o que acarreta, via de regra, em intoxicação e não desenvolvimento das plantas. Portanto, torna-se óbvio que na micro região há uma maior demanda de corretivos do solo de calcários calcíticos.

Por outro lado, há uma enorme demanda, nas regiões do cerrado brasileiro (Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Triângulo mineiro) áreas de grande produção agrícola, pelo uso de calcários dolomíticos, pois seus solos são deficientes em Mg; contudo, sua comercialização torna-se inviável devido aos altos custos de transporte que, aliados ao baixo valor do insumo processado (homogeneizado, cominuído, classificado granulometricamente e embalado), fazem apenas das jazidas próximas das regiões supracitadas as únicas fornecedoras deste insumo agrícola, tal como as minas de Vazante MG, localidade que é a grande fornecedora de calcários corretivos para o triângulo mineiro e Goiás.

Para a sua produção numa Central de matérias-primas, bastaria o uso dos excedentes da produção da Cia. de Cimento Portland Itaú, que opera em Itapeva e deixa, como resíduos das operações (desmonte, carregamento, transporte, britagem e peneiramento) em torno de 60% da massa de materiais calcários dolomíticos, em faixas granulométricas não adequadas aos seus fornos de calcinação, mas que podem alimentar diretamente moinhos de martelos (o equipamento classicamente mais usado para a produção de calcários corretivos) para a geração de pó calcário corretivo a custos bastante baixos, porém, sempre esbarrando nos problemas de demanda do produto para áreas viáveis, ou seja, cujos custos

de transporte sejam baixos, no chamado limite geográfico de economicidade.

Na utilização do produto para a indústria de vidro, o Grupo Saint Gobain tem no município de Bom Sucesso de Itararé uma mina e usina de beneficiamento para calcário dolomítico, a Mineração Jundu (antiga Geovidro e/ou Santa Suzana).

O estado de São Paulo ocupa a segunda colocação com 17% da produção nacional do insumo com 283.459t/ano beneficiadas de um total de 287.112t/ano exploradas, perfazendo um total de 98,72% de beneficiamento com agregação tecnológica e de preço ao bem mineral, visto que, o valor de R\$ 8,44/t bruta passa para R\$22,33/t beneficiada.

As reservas da micro-região perfazem 22% das reservas paulistas e, se considerados os municípios vizinhos de Capão Bonito, Itararé, Bom Sucesso de Itararé e Ribeirão Grande, a região passa a representar 44,5% do total estadual.

A área requerida para pesquisa do bem mineral na micro-região é de 14.443,52ha e encontram-se em lavra cerca de 3.024,42ha com 51 processos no DNPM.

#### **4.5) Caulim**

A micro-região não dispõe de nenhuma área exclusivamente com este bem mineral. Pode-se observar, apenas no município vizinho de Itararé, reservas medidas de 341.058 t, como sendo o ponto mais próximo para a aquisição da matéria-prima e, mesmo assim, tratam-se de caulins de coloração amarela e acinzentada que, se atingissem alvuras maiores, torná-los-ia mais valorizados, pois poderiam ser usados para finalidades industriais mais nobres, tais como a cobertura e enchimento de papel.

Contudo, trata-se de um produto bastante utilizado em outras áreas industriais e tem boa demanda, principalmente nas indústrias cerâmicas, de borracha vulcanizada, como carga, e de resinas (tintas e vernizes), devido

as suas boas características de fluabilidade em películas fluídas, evitando a sua decantação, tendo em vista a tixotropia e viscosidade do fluído e à forma de seu corpo cristalino que é placóide ou lenticular.

São reconhecidas, geológica e qualitativamente, as contaminações por caulins nos arenitos Furnas no município de Itapeva, visualizadas inclusive no próprio perímetro urbano. Estes caulins são originários de sedimentos que formaram e contaminaram, por completo, todos os estratos dos arenitos; têm coloração branca e, apesar de não caracterizados mineralogicamente em laboratórios apropriados, é fato apresentarem boa alvura. Apesar disso, são necessários maiores estudos para estabelecer sua proporção e quantificação em relação ao total da massa de arenito e, com isto, escolher depósitos onde a localização tornem operacional e, economicamente, mais propícias à sua extração e concentração.

Como já foi citado anteriormente, das areias para fins industriais os caulins seriam um subproduto e seu processamento acarretaria uma maior sinergia nas operações de extração e beneficiamento dentro de uma Central de matérias-primas, o que seria a única forma de se conseguir técnica e economicamente a sua possibilidade de produção.

O Brasil detém grandes reservas mundiais deste bem mineral e importa quantidades irrelevantes, se comparadas às suas exportações do produto. No estado de São Paulo pode-se destacar o município de Mogi das Cruzes como grande produtor, visto que, situado na grande São Paulo (região metropolitana) tem ganhos competitivos em relação a seus concorrentes, além da própria condição geológica em si.

#### **4.6) Filito**

Reservas ano 2000 do apanhado do Anuário Mineral Brasileiro:

**Tabela 4.3) Reservas de Filito da micro região**

Município	Reservas (t)		
	Medida	Indicada	Inferida
Itapeva	57.650.398	3.616.400	2.496.100
Nova Campina	1.864.636	4.700.000	2.810.325

Dos dados disponíveis, observa-se a impressionante quantidade do insumo mineral existente em Itapeva-Nova Campina, que responde por 47% das reservas nacionais medidas e situadas em 126.229.815 t. e responde por nada menos que 81% das reservas paulistas que são de 73.402.139 t.

A produção bruta paulista é de 392.109t/ano sendo 147.075t/ano beneficiadas, o que correspondem, respectivamente, a 51% de 762.732 t/ano (bruta) e 33,6% de 437.767t/ano (beneficiada). O bom grau de tecnologia aplicado no processamento do insumo no estado de São Paulo, onde, do total bruto, obtém-se o beneficiamento de 37,5% da produção, resulta na real possibilidade do aumento, no grau de agregação de valor ao produto, da ordem de, até, 360%, visto que o preço bruto está em R\$ 7,49/t e beneficiado em R\$ 26,92/t.

O produto tem grande uso na indústria cerâmica, devido a presença de álcalis em sua composição mineralógica ( $K_2O$ ) e da quantidade de micas sericíticas (que apresentam boas propriedades tixotrópicas), filitos especiais, denominados leucofilitos, de coloração branca a acinzentada e que contém baixíssimos teores de  $Fe_2O_3$ , um contaminante que prejudica a coloração e o processo de sinterização do corpo cerâmico.

As características necessárias para o uso do produto pela indústria cerâmica são granulometria fina, com produto 100% passante na malha 0,4 mm e 65% passante na malha 0,105 mm, baixos teores de  $Fe_2O_3$  e matéria orgânica, quantidades ideais dos demais elementos tais como alumina ( $Al_2O_3$ ), álcalis e sílica constantes, havendo necessidade de processo de homogeneização. Nestas condições, é usado na produção de louças sanitárias e grés porcelanatos em altas escalas de consumo.

Outro uso que ganha destaque no uso do filito é como aglomerante, substituto das cales e que, começa a ganhar competitividade devido a sua alta plasticidade e operacionalidade se comparado, tecnicamente, com seu concorrente. Se processado para este fim, acaba por oferecer maior agregação de valor do que na sua venda para a indústria cerâmica. Tem alto custo de processamento, pois requer cominuição em faixas 100% menores que a malha 0,075 mm e 65% menores que 0,044 mm.

Para incrementar a massa plastificante, normalmente, é misturada com outras matérias argilosas plásticas, tais como o talco (cerca de 5% da massa) para a homogeneização completa; pode, ainda, ser adicionado para aumentar o poder ligante e a tensão de coesão a cal hidratada (20% de  $\text{Ca(OH)}_2$ ).

Processos, tais como secagem (reduzindo a umidade a valores menores que 0,5%) e empacotamento em escalas reduzidas (vendidos em sacos de 20 Kg e 40 kg) implicam em maiores custos operacionais, além de transporte e acondicionamento bem mais caros, também com maior consumo de energia, mas que, por outro lado, respondem com uma maior valorização econômica do insumo.

As áreas pesquisadas em Itapeva e micro-região são de 176.274,95 ha e em lavra de 1.960,21ha sendo 22 de lavra e 76 de pesquisa determinando 98 processos no DNPM.

#### **4.7) Granito**

Os granitos têm, dentro de seu uso industrial, uma grande variedade de aplicações; são, principalmente, lavrados para utilização como agregados graúdos nas construções feitas em concreto. Contudo, apresentam ainda outros segmentos de aplicação industrial/comercial como rochas ornamentais, quando suas qualidades estruturais e físicas propiciam o seu corte e polimento.

Para sua aplicação numa Central de matérias-primas outros requisitos devem ser considerados para o bom uso e aplicações destas rochas o que demanda um melhor estudo de suas características intrínsecas, da sua composição mineralógica e química que, se condizentes, possibilitariam seu uso na indústria cerâmica, como substituto dos feldspatos alcalinos puros e também na indústria de vidros.

Os granitos são rochas que detêm, em sua composição, aproximadamente 65% de feldspatos e a indústria cerâmica, além dos feldspatos, ainda se utiliza do quartzo para manter o comportamento estrutural do corpo cerâmico e este é o segundo maior componente mineral dos granitos.

Saliente-se que, algumas características específicas têm de ser obedecidas pela rocha para seu uso industrial, tais como os feldspatos que, por serem alcalinos e compostos a base de potássio (microclínio e/ou ortoclásio) e/ou sódio (albita), exercem uma boa fusibilidade no corpo cerâmico acarretando, ainda, uma boa diminuição na temperatura do forno (o que implica em redução de custos). Há, ainda, que se considerar os minerais acessórios que, muitas vezes são contaminantes e impossibilitam o emprego dos granitos para este fim industrial; para a indústria cerâmica e a de vidro, estes deletérios tornam limitantes o seu uso.

Os granitos de Itapeva e região, são heterogêneos nos aspectos mineralógicos e podem apresentar diversas mineralizações associadas, bem como, uma diversidade de contaminantes metálicos que, em muitos casos, têm alto valor econômico. Mesmo tendo sido citados neste trabalho, fogem do objetivo deste, saindo do foco que basicamente está objetivando aplicações industriais destas rochas e não extrações metálicas. Os granitos da região oferecem-se greisenizados em Itaboa Ribeirão Branco (ricos em Sn e W), granitos carreadores do Cu e Au da Mineração Santa Blandina em Itapeva, os granitos carreadores dos sulfetos de Cu, Fe, Ag e Pb da região de Itaoca, Apiaí, Ribeira e Adrianópolis e os granitos carreadores de schelita em Catas Altas, bem como os depositores de wollastonita, fluorita e



formadores de corpos albitíticos, estes últimos, com reais possibilidades de uso pela Central de matérias-primas.

São, ricos em feldspato potássico e de micas biotitas e que já são, muitas vezes, (na INCEPA de Jundiaí) utilizados, junto com os filitos originários da região, na confecção de corpos cerâmicos, dos mais diversos tipos, com muito sucesso e eficiência pela indústria cerâmica.

Torna-se, apesar de contaminações em Fe presentes em alguns corpos estudados, uma rocha a ser potencialmente estudada e melhor delimitada, na sua oferta e demanda dentro da Central de matérias-primas, pois, mesmo como se apresenta (sua diversidade mineralógica e sua quantidade de corpos), ainda não está excluída de futuras aplicações.

#### **4.8) Micas**

Trata-se de um bem mineral com produção bastante reduzida, o que se explica, talvez, pela sua pouca demanda como produto de uso industrial, mas que, se processado, adquire um bom valor de comercialização.

As micas são principalmente usadas como cargas minerais nas indústrias de tintas, resinas, vernizes e plásticos, além de entrarem como agregados finos de certos tipos de cerâmica e de concretos especiais, tais como os destinados a isolamento térmico e elétrico. Têm pela frente um futuro bastante promissor visto que novos usos estão sendo descobertos pelas indústriais para este mineral.

O seu grande problema reside na dificuldade de encontrar-se jazidas em que o mineral se apresente num razoável grau de pureza (reduzida quantidade de rejeitos) para que seus custos de processamento sejam viáveis, pois só na etapa de cominuição o bem mineral já excede os limites razoáveis de custos. Isto é mais crítico, ainda, se houver necessidade de purificá-lo ou concentrá-lo dos demais minerais associados. Por tudo isso, é um mineral raro de se encontrar em boas condições de exploração, tratamento e comercialização.

Na micro-região, mais especificamente em Itapeva, encontra-se uma ocorrência mineral de boas proporções de clorita-xisto (rocha metamórfica de alta porcentagem de micas cloritas, em granulometria bastante reduzida e natural) viável de exploração, numa pequena escala, para a indústria cerâmica, mas que não o foi, ainda, talvez pela distância e acesso difíceis (situa-se a 76 Km de uma estrada sem pavimentação e de difícil tráfego). Outra determinante para a sua inviabilidade comercial é o fato do material, não sofrer nenhum processamento, sendo comercializada “in natura” para as empresas cerâmicas, o que, com certeza, gera poucos ganhos ao empreendedor, valor este que se dilui por completo através dos custos de transporte.

Este bem mineral deve ser vendido em condições mais favoráveis aos potenciais clientes, ou seja, distribuídos em faixas granulométricas propícias e homogêneas, teores e umidade e quantidades de impurezas bastante baixas, principalmente de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , e  $\text{SiO}_2$  livre, além de  $\text{H}_2\text{O}$  abaixo de 0,5%. Há ainda, que salientar, a sílica que o afeta estruturalmente e também os aspectos físicos tais como a coloração, no caso das micas contaminadas com excesso de óxido de ferro.

A umidade tem relação com as características de dispersão que as mesmas devem oferecer para as indústrias consumidoras e o mineral não deve apresentar nenhum grânulo floculado, a umidade, acarreta este problema além de aumentar o peso relativo na massa mineral.

Tais procedimentos para este bem mineral podem ser implementados na Central que, com equipamentos e tecnologia bem empregados, pode processá-lo e torná-lo apto para emprego direto nos diversos ramos industriais a que o produto se destina.

O estado de São Paulo, apesar de grande consumidor deste insumo mineral, não figura entre os que apresentam as maiores reservas e sequer a micro-região é citada no Anuário Mineral Brasileiro de 2003 (onde foram construídos todos os demais dados estatísticos e de produção destes

levantamentos). A produção anual está resumida a valores pequenos, de cerca de 4000t, com preços de R\$ 277,00/t do produto beneficiado.

Observa-se que o produto encontrado na região apresenta potencial a ser ofertado na Central de matérias-primas e que há demanda para sua produção, devido ao crescimento dos diversos ramos industriais onde o mesmo é empregado.

#### 4.9) Quartzito Industrial

Reservas ano 2000 do apanhado estatístico do Anuário Mineral Brasileiro:

**Tabela 4.4) Reservas de Quartzito Industrial da Micro região**

Município	Reservas (t)		
	Medida	Indicada	Inferida
Itapeva	123.445.225	186.568.425	120.000.120
Ribeirão Branco	45.867.490	48.096.300	54.085.000

O quartzito industrial tem suas aplicações voltadas, na região de Itapeva, principalmente para as ligas metálicas tais como ferro-silício e ferro-silício-manganês, mas há, também, vários outros usos menores e importantes para este mineral, ou seja, como corpos moedores, em processos de moagem, em moinhos rotatórios tipo "pebbes", devido principalmente a sua excelente resistência mecânica; aqueles cuja formação ocorreu com um alto grau de metamorfismo; têm uso, depois de cominuídos e com alta pureza de quartzo, nas indústrias de vidro e como vidrados na indústria cerâmica. É, por excelência, um elemento fundente nato, para a indústria metalúrgica que o utiliza em diversos processos pirometalúrgicos de fusão.

Na micro-região e, mais especificamente, no município de Itapeva, existe lavra comercial por parte da Cia. de Ferro Ligas Maringá S.A., que o usa na formação de ligas com ferro e manganês. Outros usos e áreas estão sendo pesquisados e suas possíveis aplicações não se restringem apenas

ao produto com destino a ferro-ligas mas, também, às indústrias de vidros, que receberiam o produto com melhor tratamento depois de processados e, conseqüentemente, com maior valor agregado, o que resultaria num maior bônus econômico.

O quartzito, por ser basicamente quartzo provindo do metamorfismo de arenitos, é uma rocha que causa um alto grau de desgaste às peças que com ele entram em contato e, como seu uso nas indústrias de vidros e de vidrados, requer que esteja, geralmente, com granulometria fina, sua cominuição é bastante onerosa, principalmente devido à necessidade de evitar contaminação com o ferro (o que impossibilitaria seu beneficiamento em moinhos normais), tendo em vista o custo com a reposição de peças desgastadas no choque direto com o bem mineral.

Também há o alto consumo energético para sua cominuição em escala industrial. Estes fatores podem, inclusive, afetar a viabilidade comercial do produto pois, com certeza, estes custos são lançados também nos preços e diminuem, relativamente, sua competitividade com similares, tais como as areias quartzosas, com baixo teor de ferro, formadoras dos arenitos Pirambóia da região de Descalvado, cujo processo de cominuição é, praticamente, desnecessário ou de muito menor custo energético e de desgaste de peças se comparados ao possível processamento dos quartzitos.

Basicamente o estado de São Paulo representa 60,0% das reservas medidas e conhecidas do produto no Brasil, que são 482.505.815t para um total nacional de 808.124.791t. e a micro região tem 21,00% dessas reservas . As maiores encontram-se em Bom Sucesso de Itararé, município vizinho a Itapeva. A produção está na faixa dos 188.597t onde o produto beneficiado corresponde a 100% da produção atingindo um altíssimo grau de beneficiamento. Seus custos são R\$ 118,00/t para o produto beneficiado no Estado e R\$ 50,00/t para o produto bruto, o que suscita até uma contradição em se ter, no produto beneficiado, um valor relativamente baixo

em relação ao produto bruto, visto que, seus custos de cominuição são altos.

Em Itapeva o número de processos no DNPM são de 16 para o quartzito de uso industrial, sendo 5 de lavra e 11 de pesquisa, com áreas respectivas de 1844,1 ha e 5434,11 ha.

#### 4.10) Talco

Reservas ano 2000 do levantamento estatístico do Anuário mineral Brasileiro.

**Tabela 4.5) Reservas de Talco da Micro região**

Município	Reservas (t)		
	Medida	Indicada	Inferida
Ribeirão Branco	64063	85678	50580

O talco estatístico da região existe em maiores reservas nos municípios vizinhos de Bom Sucesso de Itararé e Itararé tendo suas reservas medidas em, respectivamente, 1.350.295t e 307.739t, e que correspondem, junto com Ribeirão Branco, a 99,32% das reservas medidas de talco do estado de São Paulo que somam 1.733.777 t.

Os valores das reservas paulistas, assim como a sua produção, estão muito aquém das existentes nos estados da Bahia e Paraná, primeiro e segundo maiores produtores e detentores das maiores reservas medidas no Brasil, cujo total está em 57.294.540t.

A produção bruta nacional se encontra em 350.441t e São Paulo contribui com 46.909t, aproximados 13%, com seus preços brutos em torno de R\$ 19,35/t e beneficiada 188.452 t do Brasil e 24.894 t de São Paulo com um acréscimo de valores de R\$ 341,71/t, mais de 1700%.

O Brasil tem importado, mais do que exportado, o material sendo que exportou 4.976t gerando US\$1,135,000.00, FOB e importou 10.763t dispendendo US\$ 2,881,000.00 em 2000, sendo seu principal fornecedor o

EUA. O país pode e deve atuar mais agressivamente no mercado externo, para reverter este quadro de déficit e apresentar o produto processado o que reverteria em muito maior valor agregado.

A região de Itapeva tem 6 áreas relacionadas ao bem mineral em processos junto ao DNPM, sendo 4 de pesquisas, perfazendo um total de 2800 ha e 2 áreas em processo de Licenciamento Ambiental para obter a Portaria de Lavra que perfazem, juntas, 700 ha.

### **5) INSTALAÇÕES E PROCESSOS INDUSTRIAIS DE UMA CENTRAL DE MATÉRIAS-PRIMAS.**

Dentre os diversos fatores que devem ser observados para o bom uso dos minerais pela indústria, um dos mais importantes consiste no seu preparo prévio (chamado processamento e ou beneficiamento) tornando-o mais eficiente em rendimento e em qualidade, melhorando suas características físicas para a sua aplicação nos correspondentes ramos industriais.

Portanto, a necessidade que as fornecedoras de matérias-primas têm, pelo bom preparo de seus bens minerais, deve ser proporcional ao desejado pela demanda, ou seja, quanto maior for a expectativa por parte do fornecedor pela venda de seu produto mineral, tanto maior deve ser a sua preocupação com a qualidade e em adequar o produto às necessidades do cliente na indústria transformadora.

Para tanto, é imperativo e necessário se processar bens minerais brutos adequando-os às características requeridas pela indústria demandadora, principalmente, num mercado altamente competitivo e globalizado, onde insumos minerais podem ser adquiridos, praticamente, em qualquer parte do mundo.

Além da necessidade de sobrevivência dentro do acirrado mercado produtor, as empresas mineradoras se depararam, ainda, com dificuldades

financeiras e técnicas inerentes aos processos de tratamento do bem mineral, para torná-los aptos ao seu uso posterior.

Uma empresa fornecedora de um único tipo de bem mineral, na grande maioria das vezes, não tem condições de capitalizar-se e adequar-se tecnológica e competitivamente, para fornecer o seu produto de acordo com as exigências dos clientes, bem como, da impossibilidade de abastecer novos mercados demandadores, por carências tecnológicas. Logo, ela fornecerá o bem mineral em estado bruto, para a indústria processá-lo, o que, conseqüentemente, acarretará em menor valor ao produto vendido e, com a mínima matéria-prima processada, estagnarão sua carteira de clientes e limitará o seu potencial avanço para enfrentar e conquistar novos e promissores mercados.

Outra possibilidade, ainda, é a empresa acabar saindo do mercado, visto seu produto não atender adequadamente os requisitos exigidos pela indústria demandadora, que passará a adquiri-lo de outra fonte, com maior capacitação tecnológica. Todos estes fatores geram, nos mineradores, grandes entraves para o crescimento e desenvolvimento, principalmente, entre os minerais industriais, que são produzidos, na grande maioria, por empresas de pequeno porte, micro-empresas ou empresas familiares.

Mas existe forma de tornar possível a satisfação dos clientes e dos fornecedores e, dentre elas, umas das principais são as Centrais de Processamento de Matérias-primas que se constituem em empresas que trabalham com as mais diversas mineradoras, transformando os minerais, do estado bruto, em produtos com qualidade e especificações físicas definidas pelas indústrias demandadoras, agregando valor (melhor preço e minimização dos custos) ao insumo mineral.

Além disto, as Centrais de Matérias-primas também operam no sentido de capacitar tecnologicamente os locais onde operam, trazendo desenvolvimento, novas possibilidades de trabalho (novos vínculos empregatícios) e maior arrecadação tributária para o município pelo aumento no valor do produto comercializado.

Para a indústria transformadora há interesses, também, pois, além de não precisarem preocupar-se com a atividade de processamento (não é sua atividade fim), a sua área reservada para o estoque de insumos seria, consideravelmente, reduzida visto que, com a recepção dos minerais já processados e fornecidos em sistema de pronta entrega, carrear-se-ia o capital empregado na estocagem e nas atividades de processamento e seus custos, para atividades afins, além de minimizar o impacto ambiental com a pouca geração de poeira, resíduos nas águas e poluição sonora das moagens.

Este tipo de atividade já é prática comum em países da Europa Ocidental (Reino Unido, Alemanha, Bélgica, Itália, Espanha, principalmente), EUA e em outros que trabalham com grande demanda de bens minerais industriais.

No Brasil ainda caminha-se devagar e, em Itapeva seria, ao menos do ponto de vista da geologia local e logística (Itapeva encontra-se a menos de 280 Km de vários grandes centros consumidores como Grande São Paulo, Campinas e a menos de 350 Km de Curitiba numa situação geográfica privilegiada), vislumbra-se um excelente negócio, atentando para o baixo grau tecnológico das indústrias minerais da região e na possibilidade potencial de novos mercados, até aqui mal explorados e atendidos com a venda de produtos em estado bruto.

Contribuem, também, a falta de capital de giro para poder comercializá-los dentro de determinadas condições físicas que os tornem um produto apto e competitivo (falta de capital para a aquisição de maquinário de processamento e do domínio de conhecimento técnico e de mercados consumidores com suas exigências).

Outro fato importante é que uma Central de Matérias-primas pode e deve também operar com produtos próprios e não só de terceiros para, também, se desenvolver como empresa de mineração. Seu objetivo inicial, porém, é o de oferecer uma variedade de produtos minerais industriais



processados e, tendo já sido vistas as possibilidades geológicas de Itapeva e micro-região, acredita-se que esta meta pode ser cumprida.

As necessidades mais comuns vistas por parte das indústrias compradoras de insumos minerais no Brasil, após uma série de visitas feitas em diversos ramos de atividades, podem ser resumidas em homogeneidade de teores e de granulometria e separação em faixas granulométricas específicas, além da busca por materiais isentos de minerais contaminantes indesejáveis ou dentro de rígidos limites mínimos de isenção e com baixa umidade. Todas estas características só podem ser obtidas com métodos e processamentos condizentes com as necessidades específicas de cada indústria consumidora e de cada produto a ser produzido.

A relação de equipamentos que irão operar na Central é por demais complexa e, critérios técnicos rígidos, são de extrema necessidade para abordar a questão de aquisição e o seu adequado uso levando-se em conta, principalmente, os fatores de custo de aquisição, instalação e operação que estes equipamentos acarretarão para uma Central de Matérias-Primas.

Importante lembrar sempre que estes fatores são imprescindíveis no desempenho e sucesso do empreendimento, pois o controle de custos é que possibilita as boas margens de lucro e a competitividade de preços junto aos clientes. Portanto, a escolha equivocada de um processo pode comprometer o desempenho de todo o empreendimento.

Fica claro, também, que se deve escolher, inicialmente, os equipamentos destinados a processar os bens minerais com demandas asseguradas, bem como, os de uso e desempenho mais difundidos e de tecnologia reconhecida pois, assim, com esta cautela, as possibilidades de sucesso do empreendimento serão mais seguras.

Mas resta saber quais são os bens minerais com demandas asseguradas e quais não têm esta avaliação, bem como, quais são os equipamentos a serem adquiridos para processar a matéria-prima mineral a ser demandada. Poder-se-ia discorrer, com certeza, uma outra dissertação de mestrado apenas sobre o assunto de demanda de bens minerais, o que

muitas vezes torna-se trabalho de adivinhos, pois não se tem certeza sobre novos usos de minerais nos dias de amanhã, as novas tecnologias, concorrências atuais, novos concorrentes, matérias-primas substitutas e fatores, como entraves locacionais e geológicos, todos fatores que podem mudar o panorama do planejamento de qualquer empreendimento mineiro.

Contudo, coloca-se como parâmetro, alguns ramos de atividades industriais consumidoras, estudando-se suas tendências de crescimento e, obviamente, a tendência de consumo por bens minerais que se correlacionam com os que a micro-região pode ofertar, adequando os equipamentos e o processamento com o exigido pela indústria consumidora. Desta forma indireta pode-se obter o mercado para a matéria-prima, bem como a forma de processamento (tecnologia) a que a mesma deve submeter-se.

Visualizando as condições físicas, tais como geologia e técnicas, tais como distâncias e usos específicos dos bens minerais e das condições econômicas regidas pelos preços, demanda e custos de instalação e aquisição de equipamentos, os bens minerais escolhidos, em primeira classificação, seriam utilizados na fabricação de cerâmicas, como cargas minerais nas indústrias de plásticos e de resinas e massas plásticas sendo ainda, passíveis de serem utilizados nas indústrias de tintas e vernizes, finalizando com os aglomerantes naturais que substituem a cal.

As razões mais lógicas são que os clientes destes produtos agregam alto valor aos bens minerais, se estes estiverem com características físicas e químicas exigidas e, esta possibilidade, é totalmente exequível se os produtos passarem pelo processamento na central, dada as condições naturais (geológicas) já existirem.

Outro fato importante está relacionado a diversidade de oferta de produtos dentro da Central, que opera com a obtenção de bons preços em alguns minerais tendo a valorização sazonal deste produto e que vai auxiliar na manutenção de produção de outros produtos que, em determinados

períodos de tempo, no mercado, tenham seus valores agregados posicionados em níveis baixos.

A inexistência, por parte da maioria destes produtores em Itapeva e micro-região, de conhecimento de técnicas competitivas e adequadas ao processamento e transformação física dos seus produtos, reforça a indicação da necessidade, por parte dos mineradores, dos serviços de uma Central para a adequada venda dos produtos a um mercado demandador exigente.

Outro aspecto relevante é que, determinados produtos minerais apresentam características atípicas que, processados adequadamente na Central, transformar-se-iam em matérias-primas especiais, passíveis de competirem no mercado internacional. Além disto, saliente-se que a indústria nacional ficaria numa situação mais vantajosa ao diminuir sua dependência do mercado externo, sujeito a variações cambiais dos preços. Outro fator que define a escolha deste caminho de atuação, reside no fato das atividades de mineração não demonstrarem problemas de redução acentuada de crescimento (há uma diminuição do índice de crescimento industrial ocasionado pelas crises cambial, de liquidez, financeira, e pelas altas taxas de juros, ao longo destes últimos anos) e, andando na contra-mão das crises, existem áreas industriais que têm apresentado aumento substancial de crescimento, como as indústrias de plásticos, tintas, massas plásticas, cerâmicas e aglomerantes naturais .

Após estas considerações resumidas sobre os aspectos que motivaram a escolha do beneficiamento de determinados produtos, ficaram, inicialmente selecionados, os seguintes bens minerais:

\* o filito para fins cerâmicos com cerca de 2000 t/mês e de aglomerantes e/ou massa plastificante (substitutos da cal) com produção de cerca de 1000 t/mês;

\* a clorita-talco xisto para fins de cargas nas indústrias de plásticos, tintas industriais, cerâmicas refratárias, cargas de produtos tais como massas de funilaria, vernizes e de carpetes com cerca de 600 t/mês;

\* o talco para fins cerâmicos e de uso como cargas de papel jornal, plásticos e de outras cargas de uso industrial com cerca de 600 t/mês;

Em princípio seriam selecionados estes bens minerais como os mais promissores para a definição da rota de processamento na central. Outros bens minerais podem ser inseridos na relação de bens a serem ofertados pela central mas, pelo princípio da demanda, perspectivas de lucro e agregação de valor no processamento, ela inicia suas operações com processamento restrito aos bens minerais citados. Além disto, destaca-se o fato de serem geologicamente abundantes em seus jazimentos e minas na região, dando certeza que podem ser ofertados sem nenhum risco de escassez.

Outro fator considerado, que impacta os custos operacionais que cada matéria-prima acarreta em relação aos equipamentos, é o desgaste. Assim, foram suprimidas, inicialmente, matérias-primas para uso na indústria de vidro, tais como quartzito, pois tal produto causaria um rápido desgaste nos equipamentos; contudo, futuramente, nada impede a sua introdução, quando a Central já estiver estabelecida no mercado e sua capacitação técnica e comercial forem mais competitivas e equilibradas financeiramente.

## **6) CONDIÇÕES DE VENDA DAS MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS ESCOLHIDAS PARA APLICAÇÕES INDUSTRIAIS.**

O conhecimento das especificações que cada uma das matérias-primas minerais deve atender para cada uso industrial, é primordial para a central pois, conhecendo as necessidades do cliente é que se pode satisfazer o objetivo de comercializá-las podendo, até mesmo, num futuro, substituir algumas operações de processamento feitas pelas empresas demandadoras, pois é de interesse da central agregar valor a seus produtos.

Na parte relativa aos preços, cabe à central obter um controle preciso dos custos inerentes aos mesmos, maximizando sua competitividade, a ponto das demandadoras não sentirem vantagens em continuar com seus próprios processamentos.

Relativamente à qualidade, o produto deverá obedecer, sempre, a um mesmo padrão de exigência quanto a teores, umidade e granulometria desejados pelo comprador, ou seja, manter ao máximo a homogeneidade

Quanto à confiabilidade, deve a central estar sempre preparada para atender a demanda do cliente, entregando os produtos sempre dentro dos prazos convencionados, com a qualidade constante e nas especificações exigidas pela matéria-prima.

Sempre com vista nestes objetivos básicos, cabe ressaltar agora as características impostas pelas indústrias demandadoras para com as matérias-primas ofertadas pela central.

### **6.1) Indústria Cerâmica**

Os produtos da central ofertados para este ramo industrial são o filito, talco-clorita xisto e o talco.

As exigências das indústrias cerâmicas colocam como necessidades básicas as interações de uma série de matérias-primas minerais que, conjuntamente, compõem a cerâmica:

- componentes argilosos com função plástica - geralmente empregam duas ou três argilas, uma das quais plástica e a outra, "magra" (geralmente de natureza caulinitica);
- componentes de função estruturante - areia de quartzo;
- componentes de função fundente - feldspatos e feldspatóides de base sódica ou potássica, areias feldspáticas (areias arcossianas), dolomita, etc.; e,

- componentes de função colorizadora - silicato de zircônio, dióxido de titânio, alumina, óxido de zinco, etc.(para a produção de branco ou super branco).

Tais matérias-primas devem estar isentas de contaminantes coloridos como, por exemplo, o óxido de ferro ou, ao menos, apresentar um conteúdo muito reduzido dos mesmos.

Uma pasta de base comum para grés porcelanato pode ser constituída, por:

- argilas brancas, plásticas e complementares - 30% da composição de filitos e, principalmente, leucofilitos;

- argilas caulíníficas - 15% da composição; há ocorrências de caulim, associados à intemperização de feldspatos dos granitos na região e, como ocorrências, não são fontes seguras; mas com uma melhor pesquisa poder-se-ia incluir o argilo-mineral à central;

- feldspatos – até 43% da composição; os feldspatos são a parte principal da massa deste tipo de corpo cerâmico (o grés porcelânico) e, poderiam, também, ser fornecidos pela central. Os granitos/albitos da micro-região são a principal fonte de obtenção deste mineral, rico em álcalis (principal fonte de fundentes e vitrificadores dos corpos cerâmicos); os filitos de Itapeva e micro-região, têm boa qualidade, contendo até 8% de álcalis  $K_2O$ ;

- areias silicosas – com até 10% na composição do corpo cerâmico, são encontradas em abundância na micro-região mas, se obtida a partir dos arenitos, deverá passar por um rígido controle de contaminantes sobretudo, de óxido de ferro, presente em diversos extratos da rocha. No arenito Itararé a situação torna-se mais grave pois, as areias, já se encontram com colorações avermelhadas ou mais escuras (com presença de material carbonoso). Uma possível fonte seria o processamento dos quartzitos, porém com altos custos de cominuição, visto a sua abrasividade e resistência mecânica, além dos altos custos de lavra. No arenito Furnas há viabilidade de boa extração se, em seu processamento, as argilas caulíníficas presentes na massa arenosa também forem concentradas. Daí,

obter-se-ia um produto secundário com boa aceitação no mercado e que, indubitavelmente, contribuiria para arcar com os custos de beneficiamento das areias quartzosas que dentro de suas condições naturais por si só, não remuneram o suficiente para a aquisição e investimento em um processador exclusivo.

- talco - 2%; produto secundário considerando a sua presença na massa total do corpo cerâmico, mas bastante nobre e necessário para fazê-la adquirir características de plasticidade.

Percebe-se, só na exemplificação de um tipo de cerâmica, o potencial das matérias-primas encontradas na micro-região e na pouca necessidade de componentes adicionais oriundos de fora.

Os materiais finos e melhor classificados, principalmente os mais resistentes à moagem, dão melhores resultados na confecção dos corpos cerâmicos e, também, são mais trabalhosos e onerosos de se obter e, por isso, agregam muito maior valor em sua comercialização.

A granulometria do produto deve ser, após a cominuição, de 100% passante na malhas 0,4 mm e, no mínimo, 65% passante em 0,105 mm, dando um resultado granulométrico satisfatório para os produtos que comporão a massa do corpo cerâmico.

A homogeneidade de teores é outra necessidade constante para as massas cerâmicas, sendo que o óxido de ferro não deve ultrapassar 0,3% da massa e material carbonoso (dependendo do tipo cerâmico que se deseja fabricar, pois é um contaminante que contribui, às vezes nos processos de moldagem e fluidez dos cerâmicos moldados, como exemplo as louças sanitárias) não mais que 0,5%. Já os demais contaminantes que possam afetar a estrutura do corpo cerâmico devem, praticamente, inexistir ou, apenas, em traços mínimos nas massas de matéria-prima.

Há que se fazer um comentário a respeito das cerâmicas refratárias, à base de alumina e de magnésio, denominadas refratárias básicas, que podem ser fabricadas com as cloritas e talcos dos xistos. Estes tipos cerâmicos apresentam um maior valor agregado, tendo em vista que podem

ser usados em temperaturas mais elevadas, que as apresentadas pelos refratários de base sílico-aluminosos. Também são utilizadas com maior desenvoltura em fornos, que trabalham com materiais chamados básicos, para evitar reatividade química entre os seus elementos em fusão e as paredes refratárias. São especialmente indicadas em fornos que trabalham com pouca matéria-prima fundente silicosa.

## 6.2) Indústria de Aglomerantes Naturais

Fazem parte desta aplicação o filito (leucofilitos e filitos cor creme) e o talco (em menor escala).

O filito cominuído em granulometrias 100% abaixo de malha 0,209mm sendo 60% abaixo de malha 0,075 mm, apresenta características aglomerantes, após misturado a agregados finos (areia), água e a secagem. Tem usos para rejunte, principalmente nas argamassas de revestimento de paredes e nas misturas de massas para assentamento de tijolos, junto com o cimento Portland mais areia e água.

O processo de retirada de umidade (secagem), após a cominuição primária, consiste na redução da água e níveis abaixo de 0,5% da composição mássica. Seu acondicionamento deve ser feito em embalagens resistentes, tais como as das cales e cimentos, ou seja, em papel "Kraft" com duas ou três camadas de revestimento.

O produto não sofre "empedramento" com o passar do tempo se estiver sempre em local seco e pode ser acondicionado em pilhas muito maiores que as do cimento ou das cales; logo, apresenta vantagens também quanto ao fator espaço de armazenamento. Além disso, consomem muito menor quantidade energética que os aglomerantes artificiais (não sofre calcinação e/ou fusão mas apenas secagem). Apresentam, contudo, uma tensão de coesão menor que as das argamassas feitas com cales e com cimentos. Esta diferença não impede seu uso mais comum, apenas exige, que a relação de agregados e aglomerantes, deva ser de cerca de 30%



menor se comparada às utilizadas pelas cales. No entanto, os preços são competitivos, pois seus custos de produção são até 100% menores que o da cal.

O fato do agregado miúdo (areia quartzosa) apresentar contaminantes, como matéria orgânica (advindas dos leitos lavrados de rios e cavas mineradas em várzeas), além de minerais reativos, ao contato com a água da mistura, às vezes, acabam por acarretar a geração de microfissuras, rachaduras e a desagregação do reboco executado. Para a boa execução de rebocos, com uso de agregados miúdos finos (areias finas) em conjunto com a massa de filito, recomenda-se o uso de areias bem lavadas e isentas de matéria orgânica contaminante o que, de resto, já é normalmente recomendado aos que se utilizam dos aglomerantes artificiais

Os problemas decorrentes de retração no enxugamento/exsudação da argamassa, também é um fator preocupante mas, com a composição de pequenas proporções de agentes plastificantes minerais, tais como as sericitas, o produto ganha melhor maleabilidade e sua força coesiva não se altera, sendo o produto mantido num índice de retração baixo.

### **6.3) Cargas de Aplicação nas Indústrias Plásticas e de Tintas**

Os “fillers” minerais têm sido usados em plásticos para reduzir os seus custos de produção e aplicados em conjunto com as resinas fenólicas para a formação de diversos tipos de plásticos. Estas matérias-primas minerais cresceram muito, em sua aplicação, devido a crise do petróleo, nos anos setenta, quando, então, obteve o impulso para desenvolvimento da tecnologia de processamento destas cargas.

Com a elevação do preço do petróleo, os produtores de plásticos passaram a investigar e aplicar cargas minerais, cada vez mais específicas e em maior quantidade, buscando a redução de custos e melhora nas características do produto.

A concorrência entre os vários materiais minerais depende, em grande parte, do preço e da disponibilidade e, em menor extensão, da cor, das características abrasivas e propriedades eletrostáticas. Os minerais, com conformação cristalina única e homogênea, dão melhoras excepcionais às propriedades do plástico.

Os processos de micronização, flotação e calcinação permitem a obtenção de cargas minerais de excelente qualidade. Contudo, fazem-se necessários apenas em alguns casos, pois todos os processos tem um alto custo operacional e podem tornar, os produtos obtidos, economicamente pouco competitivos.

No caso dos produtos ofertados pela Central de Itapeva, que se resumem, em princípio, a dois bens minerais, o talco-sericita-clorita-xisto e o talco, devido aos seus baixos teores de contaminantes e grande quantidade disponível "in natura", o processo de flotação é desnecessário, assim como a calcinação pois, não se trata de minerais com contaminantes voláteis (como é o caso da calcita e/ou dos calcários calcíticos, que também tem grande aplicação nas cargas de polímeros, mas que precisam ser bastante puros).

Os processos de cominuição e classificação granulométrica são os únicos realmente necessários para se operar dentro da Central para os dois bens minerais, particularmente, para as micas de sericita, por sua alta elasticidade e para a clorita, devido as suas propriedades de alta plasticidade, que não sofrem cominuição eficiente nos processos de moagem convencionais, sejam eles moinhos tubulares rotativos de bolas (como nos moinhos de cisalhamento) e fricção (tais como os de rolos pendulares tipo Raymond e os de rolos de mesa do tipo Lopulco).

Torna-se a supermoagem (micronização) o processo de cominuição com método mais eficiente de cominuir as partículas lamelares destes bens minerais, dentro de granulometrias desejáveis por parte dos clientes consumidores. Já o mineral talco, apesar de sua característica lamelar,

também pode ser cominuído em outros processos, pois apresenta baixíssima rigidez, abrasividade e elasticidade.

Há ainda possibilidade de se trabalhar as cominuições em moinhos do tipo SAM (Sala Agitated Mill), equipamento de moagem a seco que, operando em circuito fechado, com um classificador pneumático, que pode moer partículas minerais até 100% passantes em 75 $\mu$ m, chegando até a 50% passantes em 3 $\mu$ m (para obter esta granulometria é necessário grande tempo de residência e granulometria de alimentação fina para haver economicidade na operação), com custos energéticos e de desgaste bem menores que os demais processos e livres de contaminação por ferro.

Os produtos minerais das indústrias de tintas têm como principais características, exigidas para sua aplicação como componentes, a necessidade de possuir propriedades tixotrópicas, o que resulta na melhora do sistema de proteção que a camada de tinta exercerá sobre a superfície pintada, evitando a incidência de raios ultravioleta e de agentes agressivos que possam ultrapassá-la, visto que, as lamelas de minerais o impedem. Esta característica é obtida mediante uso de partículas minerais lamelares (micas e talco que são filossilicatos), pois a sua relação de superfície é excelente para este emprego (a dimensão de espessura em relação à área é infinitamente menor, o que implica em grânulos grandes e leves). A granulometria do produto deve estar com as massas 100% passantes em malha 0,044 mm e umidade máxima de 0,5%.

O fator granulometria, junto a indústrias de tintas, é bastante discutível considerando-se que as partículas utilizadas pela indústria têm baixo peso específico (micas de sericitas  $\rho = 1200 \text{ Kg/m}^3$ ; talco esteatítico  $\rho = 1200 \text{ Kg/m}^3$  e micas cloritas  $\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$ ) e, considerando a viscosidade inerente ao fluído que compõe a tinta, as granulometrias poderiam ser maiores pois, mesmo assim, os minerais poderiam manter as características homogeneizadoras e as demais propriedades, tais como tixotropia, das massas de tinta. Por tudo isto, é importante que sejam feitos ensaios com intuito de determinar se há real necessidade de se cominuir e

classificar as matérias-primas a granulometrias muito baixas e, conseqüentemente, de custos altíssimos, que refletirão, diretamente, nos preços do insumo e, conseqüentemente, nos preços do produto final.

A alvura é padronizada de acordo com as especificações de uso, ou seja, são variáveis de acordo com os pigmentos a serem utilizados para a coloração das tintas, porém, já é definido que, as sericitas, apresentam coloração translúcida e só ganham colorações mais escuras quando da presença de contaminantes, tais como óxido de ferro e ou matéria orgânica carbonosa. Há, portanto, por parte deste ramo industrial uma necessidade muito grande de manter a homogeneidade, quanto à coloração, como um dos principais fatores de visualização para uso das cargas minerais.

A clorita e o talco, devido a sua cor, devem ser aplicados em tintas cuja pigmentação desejada não seja a branca, mesmo estando diluídos, em pequenas proporções, nas misturas das massas.

#### **6.4) Cargas Minerais nas Indústrias de Massas Plásticas Automotivas ou Cimento de Funilaria**

Os “fillers” minerais também têm um importante papel dentro deste ramo industrial pois são, junto com as massas poliméricas, seus componentes básicos, chegando a participar com até 60% da massa utilizada em reparos de funilaria automotiva.

As massas automotivas de reparos têm algumas características que implicam, diretamente, no adequado uso de cargas minerais que devem se adequar a alguns requisitos tais como:

- a) possibilidade de permeabilidade da massa plástica para a rápida saída de voláteis (diluentes orgânicos tais como benzenos, etc.) que fluidificam a pasta dificultando sua secagem e endurecimento;
- b) após a secagem, as propriedades das massas plásticas devem adquirir características cimentantes, aderindo fortemente às superfícies metálicas, e ganhando, rapidamente, resistência coesiva; e,

c) após a etapa de ganho de resistência coesiva, deve permitir processos abrasivos de polimento e preparação da superfície para aplicação das tintas, utilizando-se da sua propriedade de porosidade e permeabilidade que possibilitam a boa penetração e absorção das películas de tinta por sobre a superfície.

Os minerais devem apresentar granulometria bastante reduzida, baixa abrasividade, boa homogeneidade com a massa polimérica e devem ser inertes e facilmente defloculados. Estas são características preponderantes na escolha destes minerais.

Dentro deste quadro de exigências, os minerais mais apropriados e mais adequados a este uso, são os talcos pois, possuem excelentes características, tais como, fluidez, leveza e baixa abrasividade. O fator problemático com o uso dos talcos, referem-se às suas características tixotrópicas, que podem interferir no tempo de secagem, ganhos de resistência e cimentação da massa, acarretando dificuldade da fuga de voláteis por entre seus interstícios e, também, dificultando a permeabilidade para a passagem de tintas.

As características das resinas fenólicas, que também compõem as massas plásticas de funilaria, é que permitirão que as tintas automotivas, que são saturadas de diluentes, possam ter uma rápida absorção pela massa. Sendo assim, o papel das cargas minerais não está diretamente ligado a reação de absorção e cimentação das massas e tintas mas, em dar-lhes propriedades adequadas para ganho de resistência a menores custos de produção, pois substituem grande parte, do total da massa fenólica que dever-se-ia utilizar.

As características físicas que devem apresentar, para serem ofertadas competitivamente às indústrias consumidoras, deverão ter granulometrias abaixo da malha 0,075 mm para massas plásticas mais grosseiras e para as de acabamento abaixo de malha 0,037 mm. Não há restrições quanto à coloração e a umidade deve estar em 0,3% para cargas mais grossas e em 0,8% para as mais finas.

Ressalve-se quanto à real necessidade de se processar o material nestas condições, visto que, o fator de exigência de granulometrias coloidais requer, além do tamanho dos grãos, a observação de seu peso específico e, muitas vezes, a necessidade do cliente pode ser substituída, com vantagem, por granulometrias maiores, visto que, o peso específico do produto já lhe condiciona características coloidais. Portanto, deve ser melhor discutido e testado junto aos clientes para, se possível, fornecer produtos com custos de cominuição e classificação menores.

## **7) ESCOLHA DOS EQUIPAMENTOS**

### **7.1) Processos de Secagem**

Inicialmente observe-se que, como primeira exigência por parte dos consumidores das matérias-primas da central, a necessidade de que o produto contenha baixíssima umidade pois, para a sua boa comercialização e aplicação industrial, devem estar quase que totalmente secos. A umidade, presente normalmente nos produtos minerais advinda de lavra a céu aberto, é comum nas usinas de processamento em via seca e também na comercialização posterior para as indústrias, tanto por dificultar posteriores processamentos físicos ou químicos, quanto na inserção da própria água, comprada como massa no lugar da matéria-prima. Que sabe-se ser uma aquisição nociva economicamente, tanto no encarecimento do transporte, quanto pela compra de água no lugar do produto. Para tanto, devem ser criados processos para que este problema seja eliminado ou, ao menos, mitigado e o produto entregue nas melhores condições possíveis.

Outrossim, salientando o aspecto técnico, observa-se que as massas minerais a serem processadas pela Central, não podem apresentar percentual alto de umidade, pois os processos são, totalmente, por via seca e a umidade, certamente os atrapalhará ou inviabilizará várias operações.

O princípio de secagem deve atender, basicamente, a remoção da umidade do produto e pode ser obtido das seguintes formas:

1) no tempo - por ação do vento e do sol, com a secagem natural. Do ponto de vista econômico é o melhor processo porém, de pouca eficácia, pelo longo tempo exigido para a operação, o que o inviabiliza se as necessidades de consumo forem de caráter industrial, além de, dificilmente, atender aos índices mínimos de umidade exigidos pela indústria;

2) mecânico - por ação de equipamentos específicos, tais como:

- a) desaguamento mecânico – peneiras – aplicável somente para frações relativamente grossas (acima de 1 mm);
- b) desaguadores centrífugos – ciclones – limitado a granulometrias de , até, 20 mm. A umidade restante é bastante elevada; e,
- c) filtros a vácuo – aplicável a frações finas até 0,050 mm;(alguns filtros podem filtrar material ainda mais fino).

Os três métodos de desaguamento mecânico não conseguem reduzir a umidade aos valores mínimos exigidos e, a única forma, é a secagem através da aplicação de energia térmica.

3) térmico - por ação de calor, aquecimento forçado tipo:

- a) contato -secador rotativo tubular e por serpentinas térmicas;
- b) radiação -infravermelho, além dos demais que entram em contato direto com as fontes de calor;
- c) elétrico -resistência elétrica; e,
- d) convecção - turbilhonamento do ar quente - secador rápido, leito fluidizado, secadores ciclônicos.

Os secadores que usam energia térmica são os que, realmente, possibilitam a secagem da matéria-prima dentro das condições de umidade exigidas pelos compradores e em ritmo industrial, e os desaguadouros mecânicos devem proceder a secagem com o intuito de reduzir os seus elevados custos.

Quanto às características do produto a serem secados, em se tratando de sua granulometria, devem estar de preferência com um tamanho

máximo de até 2 ½” (64 mm) pois, quanto maior o tamanho do torrão argiloso, maior o consumo de energia para retirada de umidade de seu núcleo e também maior será o tempo de sua residência na circulação do forno, o que diminui sua produtividade. Haverá uma economia de energia térmica (menor consumo do combustível), se os torrões que alimentarem o forno já se encontrarem menores que 2 ½”. Outrossim, a operação de materiais, com menores proporções de umidade, é fator importante no aumento da produtividade dos equipamentos de secagem.

Dentro destas exigências, a escolha dos equipamentos de secagem estudadas para instalação na Central, foram o Secador Rápido de Argilas Tecnologia Hazemag (Fluxograma 1 –vermelho) e o Forno Rotativo Tubular de Secagem Tecnologia PROFER (Fluxograma 2 - azul), caracterizados tecnicamente, no ANEXO 1 Equipamentos de Secagem da Central Processamento.

#### **7.1.1) Comparativo do Secador Rápido Hazemag e Secador Tubular Rotativo**

1) O Secador Rápido Hazemag apresenta baixo tempo de retenção de secagem, o material por ele secado pode ser granulado (até 100 mm), pastoso (argilas com muita umidade contida, formando uma massa pastosa) e lamas (água com uma porcentagem de sólidos da granulometria argila). Exemplos de uso: Argilas, gesso, escória, coque de petróleo, cama de minério de ferro, carvão mineral, etc.

Propriedades:

- mínimo espaço físico requerido - mais ou menos 1/3 do Secador Tubular Rotativo;
- alta eficiência de secagem;
- mínimo de materiais superaquecidos (calcinados ou queimados);
- estático, só movimentam os rotores;
- livre da aglomeração de produtos;



- fluxo uniforme de secagem;
- pequeno tempo de residência;
- flexibilidade no ajuste de secagem; e,
- não altera as características físico químicas do produto.

2) Secador Tubular Rotativo apresenta uma conformação alongada, para se ter maior tempo de residência do material (e conseqüentemente a possibilidade de uma secagem mais eficiente) e, é melhor utilizado para materiais granulados em até 100 mm. Exemplos de aplicação: areias, minérios granulados, escória, quartzo e materiais entorrnados (torrões de argilas).

Características:

- maior espaço para operação;
- maior corpo girante com carga;
- longo tempo de residência de secagem;
- simples ou duplas carcaças;
- fluxo de ar quente no mesmo sentido ou contra corrente do produto; e,
- grande estrutura de apoio da massa em movimento.

Operacionalmente o Secador Rápido Hazemag proporciona muito maior eficiência em secagem, apresentando vantagens e desvantagens:

- opera em menor espaço físico, em relação ao outro tipo de secador;
- opera com grandes capacidades de secagem, até 150 t/h, produto seco;
- alta eficiência de secagem pelo processo de turbilhonamento, com convecção e agitação mecânica do material como forma de propagação de calor e facilitação de evaporação da água;
- apresenta um baixo consumo de energia para extrair a umidade;
- ajuda, pelo sistema de turbilhonamento do rotor, a fragmentar o produto logo no início do processo;
- tem regulagens para adequar o secador a cada tipo de produto e suas características;
- tem manutenção mais complexa que o forno tubular e menor facilidade de substituição de peças desgastadas;

- apresenta menor troca de calor com o ambiente externo logo, menor perda de energia; e,
- apresenta custo de aquisição mais elevado.

### 7.1.2) Escolha do Combustível para Secagem e Consumo

O tipo de combustível escolhido deve depender da relação do custo do consumo/geração para se obter o calor desejado e, assim, temos:.

o GLP que tem as seguintes especificações:

-preço de R\$ 1,98/kg (data de 20/08/2003)

$\rho = 2,25 \text{ kg/m}^3$  (a 20 °C);

Poder calorífico = 48.256 kJ/kg ou 11.600 kcal/kg (PONTE 2003)<sup>2</sup>;

Resíduos após a queima = praticamente nulos;

Calor específico = 0,50 kcal/kg °C.

o BPF -1A tem as seguintes especificações:

-preço de R\$ 0,9021/kg (data de 20/08/2003)

- $\rho = 970 \text{ kg/m}^3$  ( a 20 °C);

-Poder calorífico = 40.144 kJ/kg ou 9.650 kcal/kg (BERNARD-2003)<sup>3</sup>;

- -Resíduos após a queima = muito comuns resíduos de base SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>; e,

-calor específico = 0,40 kcal/kg °C.

---

2-PONTE, Jacinto. Comunicação pessoal Eng. mecânico, MINASGÁS Jequié 2003

3-BERNARD, Luiz G. Comunicação pessoal Eng. mecânico, TEXACO Salvador 2003

---

O consumo da Central está diretamente relacionado com as condições impostas pelos clientes, que exigem, quase sempre, umidade da ordem de 0,5%, o que obriga os fornos a trabalharem com temperaturas de 500°C para o processamento.

Como o material é, essencialmente, argiloso determina-se seu calor específico em  $c = 0,2 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$ , e a temperatura é de médios  $20^\circ\text{C}$ , obtém-se seu consumo calorífico mensal em:  $Q = m * c * \Delta T$ , sendo  $Q = 4200000 * 0,2 * (500 - 20)$   $Q = 403.200.000 \text{ kcal}$

---

Considerando que o combustível escolhido seja o BPF, o consumo mensal de combustível para secagem será de **41.782,4 kg**, e seus custos mensais serão, aos preços (R\$ 0,9021/kg), de **R\$ 37.691,90**, desconsiderando-se as eventuais perdas.

### 7.1.3) Sistemas de Limpeza de Gases

Diversos são os tipos de limpadores de gases existentes no mercado e dependendo do tipo de combustível e da quantidade de gases gerados no processo da queima, é que se optará pelo que se utilizará na Central.

O processo mais comum na lavagem de gases, consiste na nebulização, em alta pressão, do vapor d'água na chaminé de saída do gás com a conseqüente precipitação dos voláteis da combustão, bem como do excedente de poeiras ultrafinas carregadas pelo sistema de sucção do exaustor. Este material é acondicionado em piscina paralela ao lavador, onde recircula a água do sistema e, as partículas, quando necessário, são neutralizadas e, posteriormente, na piscina, sofrem assoreamento e são carregadas de, tempo em tempo, para fora numa limpeza simples de esvaziamento do tanque (piscina).

Para a retirada dos voláteis e da água capturadora, bem como das partículas sólidas, sem haver perdas no processo de exaustão, um sistema de comportas é aberto quando, o peso da água condensada e o material capturado, exceder o contrapeso que resguarda a saída e o ar interno da

chaminé. Uma bomba de 0,74 kW é suficiente para a operação e um exaustor de 3,7 kW basta para fluir o ar pelo equipamento.

## 7.2) Processos de Cominuição

O processo de cominuição, dentro das centrais de matérias-primas, é o ponto nervralgico do tratamento a que os minerais são submetidos, considerando-se, principalmente, a granulometria que se deseja do material e, também, os custos que envolvem esta etapa do processo que, seguramente, é dos mais altos.

É nesta etapa que o processo apresenta operacional, econômica e comercialmente a sua maior dificuldade. Um eficiente grau de cominuição, que atinja as faixas granulométricas exigidas, certamente satisfará o cliente que permanecerá fiel ao seu fornecedor, incentivando-o na política sadia da otimização da produção. O consumo de energia, o gasto com a reposição (substituição) dos corpos cominuidores desgastados, são itens técnicos e econômicos que, se não devidamente estudados, podem inviabilizar os projetos de processamento e a conseqüente existência da Central.

Dentro deste aspecto o primeiro e mais importante fato, é saber qual a exigência granulométrica e o material requerido pela empresa demandadora e, usando os parâmetros exigidos na tabela 7.a, determinar o grau de cominuição que a central deva trabalhar para cada material. Se determinado este primeiro fato, inúmeros serão os equipamentos ofertados pelo mercado, que podem atender a demanda operacional da Central.

Segundo CANOGIA & MARTENSEN (1998) <sup>4</sup>, na tabela 7.1. observa-se que:

---

4-CANOGIA, Mario e MARTENSEN, Rodrigo. Consultores Técnicos da Metso Minerals. Comunicação Pessoal 2001

**Tabela 7.1) Tamanho de Partículas Requeridas para Aplicações Industriais**

Mineral	Aplicação Industrial	Tamanho de corte em $\mu\text{m}$
Filito (argilas plásticas)	Aglomerante natural cerâmicas fillers p/ ração animal	80% < 75 92% < 75 99% < 98
Talco	Cerâmicas tintas e plásticos	99% < 250 à 99% < 100 99% < 53 ou 20 ou 10
Sericita/clorita/talco (filossilicatos)	Plásticos tintas cerâmica refratária	99% < 250 99,9% < 45 95% < 75

\*Boletim Svedala - Exigências das Industrias Consumidoras de Matérias-primas no Exterior

Observa-se que nem sempre as exigências internacionais, visualizadas na tabela, são as da indústria nacional, podendo haver, normalmente, diferenças de grau de cominuição que modificam as granulometrias e tornam o processo menos oneroso; porém o "mito" do diâmetro de corte de praticamente, 100% em granulometrias muito finas, ainda é um fato persistente, inclusive em nível internacional e, posteriormente, será abordado como um dos fatores, dentro da conjuntura técnica cominuidora/classificadora.

### 7.2.1) Cominuição Primária

A cominuição primária teve dois tipos de equipamentos pesquisados, que são britadores de mandíbulas de 1 eixo, pela sua simplicidade e britadores de impacto. Ocorrem, no processamento com esses britadores, poucos inconvenientes, na cominuição primária dos produtos a serem trabalhados dentro da Central de Matérias-primas. No estudo comparativo com outros, tais como britadores de mandíbulas de dois eixos, britadores giratórios e britadores de rolos, diversos fatores se sobrepuseram para esclarecer os objetivos destas escolhas para o processamento.

Dentro destes estudos comparativos, para a escolha adequada dos equipamentos observou-se:

- A) o volume de material a ser britado (a produção e seu desempenho no tempo);
- B) os custos de aquisição, de instalação e facilidade de manutenção;
- C) o grau de redução granulométrica obtida na cominuição primária e possível necessidade de britagem secundária para alimentar os moinhos. Ou seja a  $R_r$  – a relação de redução do equipamento; e,
- D) características intrínsecas dos produtos a serem britados como forma (produção de formatos lamelares quando desmontados na lavra), abrasividade, resistência mecânica, coesão dos grânulos minerais, dureza (principalmente no que implicar em custos de reposição de peças de desgaste), entre outros.

Em um comparativo dos britadores primários dentro das considerações acima descritas os resultados foram estes:

#### **7.2.1.I) Capacidades**

- a) britador de mandíbulas (1 eixo) - bom para capacidade baixa e média até 1000 t/h (apesar de haver equipamentos fora desta especificação);
- b) britador giratório - bom para capacidade de média a alta, acima de 700t/h;
- c) britador de impacto - adequado para capacidade baixa e de difícil dimensionamento, dependente direto da coesão do material a ser trabalhado; e,
- d) britador de rolos – adequado, também, para capacidades baixas. Tem, como principal inconveniente a baixa relação que pode ser obtida (ao redor de 3).

#### **7.2.1.II) Granulometria do Produto**

- a) britador de mandíbulas (1 eixo) - recomendado para quando é indesejável pequena quantidade de finos no produto. O “top-size” (maior granulometria do britado) é alto quando os materiais são lamelares;
- b) britadores de impacto – caracterizam-se pela alta produção de finos.
- d) britadores de rolos - são os que apresentam menor produção de finos e apresentam alto “top-size” do produto.

#### **7.2.1.III) Características mecânicas da rocha**

- a) britador de mandíbulas (1 eixo) - sem restrições;
- b) britador de impacto - uso limitado a rochas médias ou de fácil fragmentação e baixa dureza e abrasividade.

#### **7.2.1.IV) Estratificação da rocha**

- a) britador de mandíbulas (1 eixo) - inadequado para materiais com tendência a produzir partículas lamelares;
- b) britador de impacto - altamente efetivos com materiais com tendências a produzir partículas lamelares; e,

#### **7.2.1.V) Materiais secos e com alto teor de argilas**

- a) britador de mandíbulas - é mais adequado que o giratório e menos que o de impacto e o de rolos;
- b) britador de impacto - é altamente efetivo para este tipo de material.

#### **7.2.1.VI) Teor de minerais abrasivos alto**

- a) britador de mandíbulas - adequado para materiais abrasivos;
- b) britador de impacto - restrito a materiais com valor de sílica menor.

### **7.2.1.VII) Relação de redução (Rr)**

- a) britador mandíbulas – em torno de 5:1;
- c) britador de impacto – consegue um grau de redução grande, suficiente para o trabalho de britagem primária e secundária em uma só máquina, 8:1.

### **7.2.1.VIII) Modo de alimentação**

- a) britador de mandíbulas - exige alimentadores;
- b) britador de impactos - exige alimentadores.

Através destes estudos fica assegurado que a cominuição primária, considerando-se os materiais a serem trabalhados na Central; tem nos britadores de impacto um melhor desempenho dentro dos diversos quadros apresentados mas; devem ser computados outros fatores tais como, facilidade de manutenção, custos: de aquisição, de operação e reposição de peças de desgaste, levando-se em conta, ainda, para este último aspecto, os índices de abrasividade relativa dos materiais a serem trabalhados.

### **7.2.2) Os Produtos e Seus Aspectos Físicos**

A abrasividade é uma característica negativa para os diversos equipamentos de cominuição e classificação, pois interfere diretamente no custo de sua manutenção, desgaste e reposição de peças.

Sabe-se que, quanto mais abrasivo for o material a ser trabalhado, maior será o desgaste das peças de cominuição e de classificação e, portanto, é muito importante considerar-se as características intrínsecas das rochas que devem ser trabalhadas dentro da Central. Os materiais que, em primeira escolha, foram definidos para uso pela Central foram o filito, a clorita/sericita/talco-xisto e o talco, que vão, inicialmente, ser produzidos nas



proporções respectivas de 3000 t/mês ou 71,43% da produção, 600 t/mês ou 14,29% da produção, 600 t/mês ou 14,29% da produção

Destas rochas é o filito que apresenta o maior índice de abrasividade e, também, a maior resistência a compressão, como se observa na tabela 7.2. Avaliando e caracterizando todas as rochas que a central oferece, pode-se considerar que

**Tabela 7.2) Características Físicas das Rochas da Central Aplicadas a Cominuição**

Rocha	Wi	t/m <sup>3</sup>	Ai.	Resistên- cia a Compres.	Granulação	Cor
<b>Filito</b>	10 + - 4	1,3	0,01	Sem estudo	Fina	Várias
<b>Mica-xisto</b>	16 + - 6	1,2	0,008	Sem estudo	Fina	Clara
<b>Esteatito</b>	10 + - 4	1,2	0,005	Sem estudo	fina	Clara

Pode-se considerar que **Wi (work index)** é a energia (em kWh) necessária para a cominuição de uma tonelada curta 908 kg (1 sht) de determinada rocha e ou mineral, de uma granulometria, teoricamente, infinita até a uma granulometria em que 80% do material cominuído seja passante na malha desejada em escala Tyler, a fórmula é obtida pelo método desenvolvido no Centro de Testes da Allis-Chalmers por F. C. Bond:

$$N = 10 Wi [ 1 / ( P )^{1/2} - 1 / ( A )^{1/2} ],$$

onde N = energia necessária por tonelada( kWh / t );

Wi = work index ;

P = malha em escala Tyler pela qual passa-se 80% do produto granulometricamente desejado;

A = malha em escala Tyler pela qual passa 80 % da alimentação;

O **Ai (índice de abrasividade)**, que se aplica a moagem em moinhos tubulares, das rochas é determinado pelo poder de abrasão do material e

proporcionalmente direto à porcentagem de sílica livre nele contido; é determinado em um pequeno tambor rotativo, com rotor concêntrico no seu interior, onde é fixada uma placa de aço padrão. O objetivo é desgastar a placa, acionando o tambor e o rotor juntamente com a amostra. Tem-se o número  $A_i$  obtido da quantidade numérica em peso de gramas perdido pela placa de aço.

Seu uso prático foi obtido para o estudo de desgaste de peças como: bolas, barras e revestimentos de moinhos, em função do índice de abrasão, determinando a relação entre desgaste de peças, em função da energia aplicada. Tem-se que é um dos índices mais importantes considerando-se futuramente os parâmetros dos custos operacionais que são para equipamentos de cominuição e classificação, os desgastes causados por produtos abrasivos, conjuntamente com o work index ( $W_i$ ).

### **7.2.3) Moagem**

Os processos de moagem são, sem dúvida alguma, os mais onerosos e complexos dentre todas as operações da Central de matérias-primas, pois envolvem, além de altos valores para a sua aquisição/instalação, os maiores custos operacionais, de manutenção e reposição de peças desgastadas.

Outro fato, de grande relevância, é que os produtos a serem ofertados para os clientes, devem apresentar, quase sempre, distribuições granulométricas essencialmente finas, o que acarreta em uma maior dificuldade, pois, tecnicamente, é reconhecido que os custos, nos processos de cominuição, aumentam, assim como a demanda energética pois, quanto maior for a necessidade de reduzir o tamanho dos grãos, maior será o dispêndio.

No estudo para a aquisição dos equipamentos que, tecnicamente, seriam os mais apropriados para operarem na Central, optou-se por vários modelos e tipos alternativos e excludentes, além de um que tem uso direcionado e trabalha em conjunto com outros, porém só deverá ser

adquirido se tiver comprovada demanda específica, dentre bens minerais que serão ofertados pela Central; que são os micronizadores.

Antes de se tratar do assunto dos equipamentos selecionados, deve-se ressaltar que, os principais fatores que influenciam nos custos operacionais e na eficiência de moagem, estão os limites granulométricos entre o material que alimenta o equipamento de cominuição e o do produto que se quer obter, equacionados na Fórmula de Bond (BOND apud BERALDO, 1987) (para moagens convencionais em moinhos tubulares rotativos) e, além destes fatores, a quantidade de material que se quer cominuir em relação ao tempo, ou seja, a produtividade que deverá ter o equipamento para cumprir a produção, bem como, o tipo de material a que se deseja cominuir, sua abrasividade, compacticidade e características morfológicas e de tensão.

Segundo CANOGIA & MARTENSEN (1998)<sup>4</sup>, verificaram-se alguns fatos que mudaram as concepções quanto a operação de moagem e eficiência produtiva destes equipamentos cominuidores.

Admite-se que, a melhor forma de se ter o mineral com uma cominuição eficiente, com custos adequados e dentro das especificações dos clientes, passa pela reformulação dos fluxogramas ordinários de cominuição e separação granulométrica. Nesta formulação fica claro que quanto maior for a eficiência cominuidora dos minerais nas etapas grosseiras e mais eficiente for sua separação, melhor e menos onerosas serão as etapas de moagem e/ou micronização e nas classificações granulométricas das partículas ultrafinas.

A inserção de moinhos de martelos como etapa intermediária entre os britadores e dos moinhos pulverizadores, deve ser colocada como uma opção técnica, que poderá diminuir, no decorrer das operações, os custos de cominuição das partículas ultrafinas.

---

4-CANOGIA, Mario e MARTENSEN, Rodrigo. Consultores Técnicos da Metso Minerals. Comunicação Pessoal 2001

Este fluxograma já é adotado nas grandes empresas do setor cimenteiro, no processo de moagem do "clínquer", para diminuir as propriedades coesivas do material. Algumas empresas se utilizam de prensa de rolos, na pré alimentação dos moinhos de bolas para, posteriormente, o "clínquer" ser mais facilmente cominuído a granulometrias desejáveis pois a alimentação sendo menor do que a normalmente usada, o gasto energético frente à resistência mecânica das partículas do produto, é bem menor e o balanço energético global é favorável, com a redução da quantidade de energia dispendida e com o aumento da produção.

Ressalve-se que os minerais não têm características particulares de resistência mecânicas tais como o clínquer, porém, o simples fato de se alimentar os moinhos pulverizadores com materiais com granulometrias mais finas já fornecem indicativos para a aplicação de uma etapa de cominuição de impacto antes da moagem ou pulverização, resultando em um menor custo operacional global.

Os três tipos de moinhos dentre, os que foram pesquisados e escolhidos, têm seus aspectos técnicos melhor descritos no ANEXO 1, sendo eles:

- a) Moinho de martelos;
- b) Moinho SAM (Sala Agitated Mill); e,
- c) Moinho de bolas.

### **7.3) Classificação Granulométrica**

As classificações são, por definição, processos de separação granulométrica onde, uma porcentagem de partículas grossas sofre, forçadamente, um deslocamento numa trajetória diferente do que sofre uma outra porcentagem de partículas finas, resultando numa separação onde há proporção maior de grossos num fluxo e de finos noutro.

Este é outro importantíssimo fator a ser considerado dentro das instalações e dos processos operacionais da Central. As operações de

separação por tamanho estão intimamente relacionadas à eficiência cominuidora e às exigências de mercado com relação aos produtos ofertados pela Central.

Toda classificação é feita em meio fluido (água ou ar) que participa diretamente do processo separador do equipamento classificador, gerando dois produtos advindos da alimentação de equipamentos que são o "overflow" e "underflow", que representam, respectivamente, os produtos com maior porcentagem de finos e os com maior porcentagem de grossos obtidos na operação classificadora.

Conclui-se que são utópicas as exigências das empresas demandadoras de produtos minerais que, em seus pedidos, requerem massas minerais cominuídas e classificadas granulometricamente finas em 100% passantes quando, nenhum equipamento cominuidor e classificador tem este desempenho pois, nem nos circuitos fechados de moagem, onde, muitas vezes, as partículas recirculam até quinze (15) vezes (como nos moinhos pendulares Raymond, para o talco, por exemplo), podem oferecer, em mais do que 95%, os parâmetros almejados pelas demandadoras.

A primeira grande modificação introduzida no processo de cominuição é a não existência de peneiramento inrtermediário. As operações têm apenas britagem primária, sem rebritagem e, portanto, os produtos obtidos da primeira cominuição alimentarão diretamente os moinhos de martelos. Estes, posteriormente, alimentarão o classificador granulométrico que alimentará os moinhos tipo SAM ou os moinhos de bolas (o que for escolhido após estudo econômico e técnico), com a parte grosseira; a parte fina será separada em um aeroseparador conjugado a um sistema de despoeiramento (filtros de manga) que recebem o "overflow" do ciclone e o "underflow", será depositado em um silo de armazenamento para posterior ensacamento.

Dentre os diversos tipos de classificadores via seca (por ar), os de tecnologia do tipo Whizzer são os que, efetivamente, apresentam a melhor eficiência classificadora. Contudo, as classificações por ar só encontram

rendimento operacional se, somadas à sua inerente eficiência separadora, os processos de cominuição, que alimentam o classificador, forem, também, eficientes. A possível sobrecarga do equipamento, ocasionada pela ineficiência cominuidora da moagem, leva o mesmo a recircular dezenas de vezes uma mesma massa, provocando desgaste, baixo rendimento e, certamente, aumento de custos.

Os classificadores do tipo Gayco são mecânico-pneumáticos que, com o auxílio de sistemas de aletas (ventoinhas) rotatórias de alta velocidade, podem obstaculizar partículas com formatos e massas específicas tais que, só sejam capturadas, dentro de faixas granulométricas definidas pela força de sucção.

Atualmente este tipo de classificador sofreu novas adaptações e remodelamento, sendo substituído por classificadores mais modernos, de menores custos operacionais (menores gastos energéticos e concepção mais otimizada, o que implica em manutenção e reposição de peças menos onerosas) tais como o classificador pneumático Whizzer, montado sobre moinhos verticais, como os do tipo Raymond e Lopulco, que apresentam apenas um sistema de ventoinhas (aletas) de formato cônico como obstáculos para a passagem de partículas fora de especificação..

No projeto da Central de Matérias-primas, optou-se por um modelo de classificador de concepção mais nova e independente do sistema de moagem e a escolha recaiu sobre o Delta-Sizer da Metso Minerals, associado aos moinhos SAM ou em associação com moinho de bolas. Seus aspectos técnicos podem ser observados no ANEXO 1.

#### **7.4) Alimentadores e Equipamentos de Transporte e Fluxo do Material**

Os processos de alimentação do britador, moinhos e classificadores devem atender a exigências operacionais importantes para o bom funcionamento da Central, fazendo com que seu ritmo produtivo seja bem

dimensionado e contínuo, sem interrupções nem oscilações no fluxo de massa. Caso isto não ocorra, distorções no desempenho dos equipamentos, afetarão o rendimento da operação e os produtos trabalhados não apresentarão as características esperadas ou não serão produzidos no ritmo desejado o que, pode implicar em maiores custos de operação e a um insuficiente resultado produtivo.

Fica, portanto, bem clara a necessidade das operações serem cadenciadas e simultâneas, mantendo-se um fluxo homogêneo de materiais em todas as etapas trabalhadas, evitando-se, assim, um aumento de custo e perda de eficiência na execução do trabalhos ou diminuição da capacidade produtiva, evitando-se correr riscos do material desviar-se das especificações previamente programadas.

Atendendo estas necessidades é que sistemas de abastecimento de material para equipamentos de cominuição e classificação granulométrica são adquiridos. Estes equipamentos, no caso da Central, foram avaliados e centrados em quatro tipos e dois processos básicos, a saber:

- 1) alimentador vibratório com variador de frequência para vazão rítmica;
- 2) correia transportadora;
- 3) alimentador de Rosca ou Helicoidal; e,
- 4) exaustor succionador (processo de transporte pneumático).

Os equipamentos estão subdivididos considerando-se o fato, de que cada um, atua dentro de certas especificações relativas ao material, que são: a massa e a granulometria a serem deslocadas, o ritmo de alimentação do equipamento que é abastecido e às características físicas do material tais como, formato, dureza ou abrasividade, massa específica e umidade; os detalhes técnicos de cada um, especificamente, podem ser observados no ANEXO 1.

### **7.5) Ensacamento**

Os processos de envasamento do produto também são etapas importantes, no processo operacional da Central, considerando-se que os demandadores são, cada vez mais exigentes quanto à qualidade dos produtos ofertados. Produtos com boas condições de trabalhabilidade e manuseio, embalados adequadamente, estão entre os itens passíveis de escolha ou preferência de uma empresa, em detrimento de outra. A boa qualidade do produto tem refletido muito no sucesso da comercialização e sua boa apresentação, através das embalagens, embora isto não melhore a matéria prima diretamente, é relevante, entre outros itens, para a sua melhor aceitação.

Os processos, dentro da Central para despacho dos produtos trabalhados, podem ser subdivididos em:

- a) despacho do tipo graneleiro, onde o produto é, após seu processamento, embarcado diretamente no veículo que o transportará até a empresa consumidora;
- b) despacho em "big-bags" de malha plástica reforçada em poliéster com capacidade de 1t ou de 500 Kg, cujos processos de ensacamento são menos trabalhosos; e,
- c) despacho em sacos de 40 Kg (mais ergonômicos que os de 50 Kg e, devido à baixa massa específica do material, apresentam um volume mais adequado) em papel kraft com três camadas (de alta resistência à tração devido às fibras de celulose longas), cuja operação de ensacamento é feita por ensacadeiras de turbina do tipo da Haver & Boecker, cujas características estão especificadas no ANEXO1.

## **7.6) Fluxograma Operacional da Central com duas Alternativas**



Foram estudados dois tipos básicos de fluxograma, um com equipamentos convencionais e de uso consagrado em diversos processos de beneficiamento mineral e outro, mais moderno, que apresenta um excelente potencial operacional.

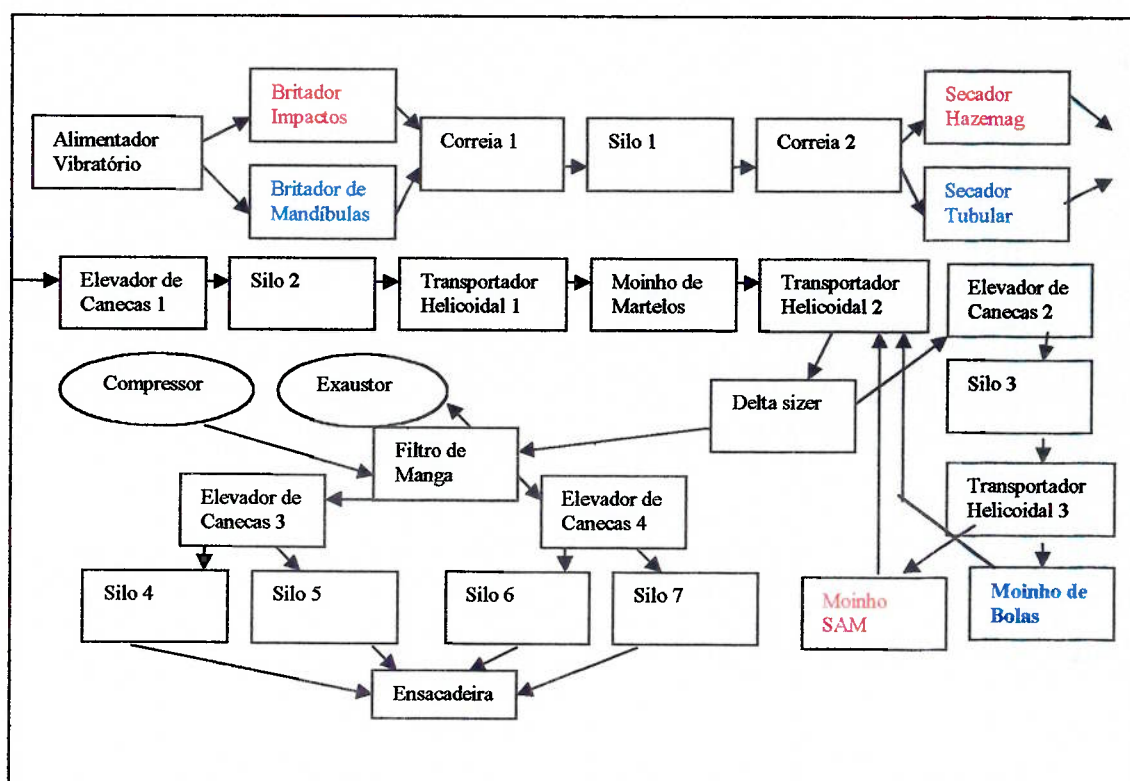


Figura 2) Fluxograma da Central com duas alternativas operacionais

## 8) AVALIAÇÃO ECONÔMICA, CUSTOS E MÉTODOS DE FINANCIAMENTO

Neste capítulo, serão abordados os dados referentes à avaliação econômica e as ferramentas necessárias para verificar a viabilidade econômica ou não do projeto, para a implantação de uma Central de Matérias-primas em Itapeva. Os aspectos, até agora, enfocados no trabalho descreveram fatores naturais, de mercado e técnicos, inerentes à implantação da Central mas, os fatores econômicos são os mais importantes para avaliar sua viabilidade. Considerando-se que o objetivo do projeto é de

cunho econômico, deve-se destacar, ainda, que desperta várias possibilidades de melhoria social para o município e micro-região tais como, capacitação tecnológica, geração e também aumento da receita tributária para os municípios da micro-região, além do aumento da produção e da tecnologia empregados nas empresas mineradoras fornecedoras de matérias-primas, aumentando seu faturamento, capitalizando diretamente seus proprietários e indiretamente seus funcionários com melhoria e especialização da mão-de-obra e, acrescente-se, possibilitando a criação de novos postos de trabalho, bem como, da manutenção dos já existentes.

Contudo, o estudo irá se ater na implantação da Central e sua viabilidade. Para isto é importante qualificar os dados, que são necessários para compor os trabalhos, inerentes ao processo de avaliação econômica e determinar os fatores que estrategicamente influenciam na avaliação.

Os dados da composição do trabalho no processo de avaliação podem ser subdivididos em:

- a) custos;
- b) financiamento;
- c) demanda;
- d) composição de preços;
- e) faturamento;
- f) fluxo de caixa; e,
- g) avaliação econômica do projeto.

### **8.1) Custos**

Os custos inerentes à implantação de projetos, assim como os da própria operação, são, basicamente, divididos em custos fixos e custos variáveis; denominam-se fixos aqueles que não mudam, inalteráveis, independentemente do ritmo de produção, tais como: construções, aquisição de máquinas, instalações, consultas técnicas, bem como, obrigações financeiras (capital de giro, financiamentos, juros), taxas e

impostos, independentemente do projeto ser bem sucedido ou não; já, os custos variáveis, são os diretamente envolvidos com a escala de produção (quantidade produzida), inerentes à demanda e ao tempo para processá-la.

Os custos também podem ser classificados em diretos que são os que estão ligados diretamente ao contexto de produção e que fazem parte direta da confecção ou elaboração do produto (mão-de-obra, matérias-primas) e os indiretos, que estão vinculados ao processo produtivo (energia, assessoria técnica, manutenção, custos de capital, estoques, comercialização, administração, etc.).

### **8.1.1) Custos de Capital**

Como uma primeira abordagem pode-se afirmar que, são raras, as empresas que trabalham apenas com capital próprio, visto que, por necessidade de capitalização e uma série de outros motivos, acabam por recorrer a capital de terceiros, na forma de empréstimos e financiamentos. A remuneração destes capitais, sob a forma de juros, é denominada custo do uso do dinheiro ou custo de capital. Poder-se-ia, admitir que o juro nada mais é do que outro fator de custo das operações (produção, distribuição, etc.) mas, ele pode ser considerado, também, como distribuição indireta dos lucros pois, os investimentos da empresa (ativo fixo e ativo circulante) provém de capital próprio e de terceiros (obrigações passivas) onde o primeiro é remunerado com dividendos (quotas de lucros) e o segundo, com juros e, dentro deste conceito, não resta dúvida que ambos, dividendos e juros, objetivam a remunerar o capital investido.

Outra questão interessante é a que diz respeito ao chamado “custo de oportunidade”, que não é considerado contabilmente na legislação tributária. Este custo advém do investimento com capital próprio no empreendimento e que poderia render juros ou maiores valores monetários proporcionais se fossem aplicados numa outra fonte de renda mas que ,

pela aplicação já feita, pouco ou não lucrativa, acaba por gerar um “custo” ou um “não ganho” denominado custo de oportunidade.

O tratamento dado aos custos financeiros ou de capital devem refletir, dentro de critérios técnicos, um tratamento onde eles possam ser divididos nos custos operacionais, medí-los e distribuí-los às unidades produzidas e vendidas, para uma referência gerencial e para análises compatíveis (por exemplo, o juro pago que pode incidir sobre uma parcela da produção), ainda que se dê tratamento contábil diferente na sua destinação final (fluxo de caixa). Em suma, as despesas financeiras, entre as quais, o juro é parte substancial de um fator dedutível do lucro, que está integrado aos custos.

Dentro da Central, optou-se pela simulação com a abertura de linha de crédito para a aquisição de máquinas e capital de giro, com financiamento apoiado pelo BNDES com linhas crédito com juros nominais de 10% sobre o investimento de aquisição de equipamentos e financiamento de 10% sobre o capital de giro para a comercialização de minerais, observando a TJLP de 16% a.a., considerando “spread”, com correção da inflação anual e pagamento da dívida em seis anos.

No cálculo da aquisição de equipamentos tem-se um financiamento de  $P1 = R\$ 144.850,00$  para os equipamentos do fluxograma 1 (o vermelho ou F1) e  $P2 = R\$ 107.300,00$  para os equipamentos do fluxograma 2 (o azul ou F2), com taxas de juros  $i = 16\%$  a.a., com prazo  $n = 6$  anos. Sendo R o pagamento anual, pelo financiamento.

$$R1(\text{vermelho ou F1}) = P1 * FRP(16\%,6) = 144850 * \left\{ \frac{[(1+0,16)^6 * 0,16]}{[(1+0,16)^6 - 1]} \right\}$$

$$R2(\text{azul ou F2}) = P2 * FRP(16\%,6) = 107300 * \left\{ \frac{[(1+0,16)^6 * 0,16]}{[(1+0,16)^6 - 1]} \right\}$$

$$\underline{R1(\text{vermelho ou F1}) = R\$ 39.310,82}$$

$$\underline{R2(\text{azul ou F2}) = R\$ 29.120,13}$$

### 8.1.1.I) Agências Financiadoras

As agências de financiamento à produção ou a empreendimentos produtivos, no Brasil, se apresentam, sobre muitos aspectos, numa ampla e diversificada rede de intermediação, compostas por bancos estatais e privados e que exercem as mais diversas funções financeiras, tais como, aplicações, depósitos, seguros, corretagem, créditos por cartão, etc., além de financiamentos.

Apesar de bastante desenvolvido, é importante ressaltar que o mercado financeiro (particularmente os bancos do setor privado) têm, ainda, apresentado limitada iniciativa no provimento de recursos, a prazos e custos (taxa de juros) compatíveis, para o investimento e produção das, denominadas, micro ou pequenas empresas (não irá se tratar aqui da categoria à qual se encontra a empresa Central de Matérias-primas, se micro-empresa ou pequena empresa). Logo, o auxílio ao desenvolvimento empresarial, para as empresas de pequeno porte, fica a cargo, quase que exclusivamente, dos bancos estatais e a algumas cooperativas de crédito.

Os bancos estatais, na sua maioria, obtêm seus recursos, para o estímulo e desenvolvimento tecnológico industrial, do capital externo, via instituições financeiras internacionais (FMI - Fundo Monetário Internacional, BIRD - Banco Mundial, BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento, bancos governamentais e particulares de países mais desenvolvidos ).

No Brasil, o principal órgão de fomento é o BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social), auxiliado pelo Banco do Brasil e instituições oficiais (com legislação mais restritiva), além de agências financiadoras particulares e setoriais.

O BNDES, controlado pelo governo federal, é constituído pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, pela agência especial de financiamento industrial (FINAME), pela BNDES Participações SA (BNDESPAR) e de uma rede de instituições financeiras - bancos comerciais, de investimento, de desenvolvimento estaduais e regionais - entre outros

repassadores de recursos do sistema conhecido como Agentes Financeiros do Sistema BNDES.

Entre os principais objetivos do BNDES, estão, apoiar o desenvolvimento industrial do país através de linhas de financiamento e de participação acionária, tanto para empresas nacionais como as de controle estrangeiro, dando-lhes apoio financeiro a projetos industriais que sejam geradores de emprego e de renda, competitivos em custo, produtividade e qualidade e a empreendimentos que tenham como finalidade: implantação, expansão, realocização, modernização, capacitação tecnológica, melhoria da qualidade e produtividade, conservação da energia e do meio ambiente, reestruturação e racionalização empresarial e gastos com infra-estrutura econômica e social no âmbito privado.

Nos investimentos passíveis de financiamento do projeto da Central de Processamento de Matérias-primas, são considerados como prováveis, dentre outros, alguns, como a própria finalidade operacional: construção, aquisição de máquinas e instalações dos equipamentos, consultorias, treinamento de mão-de-obra e, até mesmo, pesquisas geológicas, além de capital de giro associado aos investimentos fixos e recomposição do giro operacional e de despesas pré-operacionais.

Dentre os serviços e produtos que o BNDES poderá oferecer a Central, destacam-se:

- a) financiamento à empresa (FINEM) - este serviço destina-se ao financiamento de operações de investimento fixo e de capital de giro, associados, com valores superiores a R\$ 1.000.000,00, envolvendo os itens apoiáveis;
- b) BNDES Automático - serviço destinado ao financiamento no valor máximo de até R\$ 3.000.000,00 por empresa, com prazo de 12 meses, a ser feito exclusivamente através de Agentes Financiadores do Sistema BNDES;
- c) FINAME Automático - destina-se ao financiamento, através dos Agentes Financeiros do Sistema BNDES, exclusivamente para aquisição de

máquinas e equipamentos novos fabricados no país e cadastrados no FINAME;

- d) FINAME Especial - serviço voltado ao financiamento de máquinas e equipamentos integrantes de projetos que necessitem de condições financeiras mais apropriadas para sua viabilização; e,
- e) prestação de fiança e aval financeiro para financiamentos internos e externos, bem como garantia bancária em operações de comércio exterior.

Existem ainda outros serviços apresentados pelo BNDES às empresas, mas como a Central não se enquadra nem necessita das categorias daqueles determinados serviços, eles tornam-se, inicialmente, irrelevantes para este trabalho.

O sistema BNDES realiza operações de financiamento de três formas: através de financiamento direto do BNDES, do BNDESPAR através da rede de Agentes Financeiros, o Sistema BNDES; e através de participação na operação em conjunto com seus Agentes Financeiros, aportando recursos do financiamento direto aos do financiamento indireto.

Como garantias o BNDES exige, em suas operações de financiamento, cumulativamente e alternativamente: hipoteca, penhora, alienação fiduciária ou caução de títulos; fiança ou aval; vinculação em garantia ou cessão de recursos financeiros. Para as empresas privadas as garantias são, cumulativamente, reais e pessoais.

As condições básicas são:

- a) **Níveis de participação do Sistema BNDES** - a participação no investimento financiável depende do produto oferecido pelo órgão financiador do setor, da atividade e da região do país. Neste último caso, todas as unidades da federação, com exceção do RS, SC, PR, SP, RJ e MG (exceto a área incluída na SUDENE), podem ter a participação elevada em até 10%;

- b) **Custo financeiro** - é composto da Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) e de um *spread* (encargos do BNDES mais taxa de risco ou *Del Credere*) definido para cada produto oferecido pelo Sistema; e
- c) **Prazo** - o prazo total máximo (carência mais amortização) varia de acordo com o produto e a capacidade de venda do produto, bem como, a capacidade de pagamento do empreendimento, da empresa ou do grupo econômico. O prazo máximo, por exemplo, do FINEM é de 10 anos, para projetos de implantação, expansão, realocação e modernização, ou de capacitação tecnológica.

#### **8.1.1.II) Métodos de Financiamento para Aquisição de Equipamentos**

Os equipamentos passíveis de serem utilizados na Central de Matérias-primas têm, por parte das empresas fabricantes de equipamentos e máquinas, ofertas para suas aquisições, com planos de pagamentos bastante variados e, em muitos casos, com vantagens competitivas em relação aos concorrentes.

A avaliação e posterior aquisição de equipamentos, por parte da Central, deve considerar todos os aspectos inerentes ao mesmo e os objetivos a serem conquistados com a sua aquisição, bem como, o potencial de riqueza que este equipamento poderá proporcionar no decorrer de seu uso. Assim esta análise é bastante complexa e compreende as necessidade de se conhecer:

- A) as características físicas dos minerais, sua composição química e inerentes que devem apresentar quando de sua comercialização;
- B) as características técnicas que, basicamente, são as demandas pelas máquinas mais adequadas para processar a matéria-prima, dentro das especificações e volumes de produção exigidos, as instalações e serviços de infra-estrutura, além da manutenção; e,



C) as características financeiras que correspondem a todos os custos referentes à aquisição, produção, operação, consumo energético, financiamento e tributação oriundas da aquisição do equipamento.

Toma-se, como exemplo, o processo de compra e aquisição dos equipamentos de secagem em um levantamento financeiro.

### 8.1.1.III) Exemplo de Financiamento do Sistema de Secagem de Matérias-primas HAZEMAG (ICON-Industrial Conventos S/A)

Tabela 8.1) Preços dos Equipamentos de Processo

Qt.	Descrição dos Equipamentos	Preço TOTAL R\$
1	Caixão Alimentador c/ moega de carga 20.000 kg	39.500,00
1	Transportador de correia 20"x20 m	28.000,00
2	Eclusas mod. PPS 66M	26.000,00
1	Secador Rápido ASS-0940	155.000,00
1	Gerador de calor 2,50 Gcal / h - com duto de ar quente e ventilador	80.000,00
1	Queimador cap. 2,50 Gcal / h – óleo 1A	90.000,00
1	Painel de comando elétrico	25.000,00
	<b>Total com ICMS incluso ( 11% )</b>	<b>443.500,00</b>

Equipamentos de subfornecedor para aquisição direta, evitando refaturamento:

Qt.	Descrição dos Equipamentos	Preço Orientativo R\$
1	Sistema de captação de gases quentes	110.000,00

Cláusulas das disposições gerais da compra e prestação de serviços da ICON:

- ICMS de 11% já incluso nos preços;
- IPI a cargo do cliente, sendo isento conforme lei no. 2944, de 21/01/99, sujeito à alteração governamental a qualquer momento;
- condições de pagamento:

c.1) parcelado até a entrega dos equipamentos, condicionado a eventos físico/financeiros, estabelecidos de comum acordo entre a ICON e o cliente, tanto para pagamento com recursos próprios como em caso de FINAME. Outras condições poderão ser propostas dependendo do momento da negociação, sabendo-se que o tempo de entrega é de 90 dias após a assinatura do contrato;

c.2) os preços serão reajustados conforme variação de preços do IGP-DI (FGV), desde a data da proposta até o efetivo pagamento; e,

c.2.1) a atualização monetária que sujeita os preços dos equipamentos é calculada pela seguinte fórmula:

**$VF = VO [ 0,5 ( Ia / Ib ) + 0,5 ( Ya / Yb ) ]$** , onde:

VF - valor final da parcela a ser paga em moeda nacional;

VO - valor original da parcela;

Ia - é o índice da coluna 36 (máquinas e equipamentos industriais, indústria de transformação, preços por atacados), publicados na Revista Conjuntura Econômica, da Fundação Getúlio Vargas, referente ao segundo mês anterior ao mês do efetivo pagamento da parcela;

Ib - é o índice da coluna 36 (máquinas e equipamentos industriais, indústria de transformação, preços por atacado) publicados na Revista Conjuntura Econômica, da Fundação Getúlio Vargas, referente ao segundo mês anterior ao mês de emissão da proposta;

Ya - é o índice da coluna 2, Disponibilidade Interna, Índice Geral de Preços, publicado na Revista Conjuntura Econômica, da Fundação Getúlio Vargas, referente ao segundo mês do efetivo pagamento da parcela;

Yb - é o índice da coluna 2, Disponibilidade interna, Índice Geral de Preços, publicado pela revista Conjuntura Econômica, da Fundação Getúlio Vargas, referente ao segundo mês anterior ao mês de emissão da proposta

### **8.1.2) Custos de Transporte e Acondicionamento**

O custo referente a transporte está diretamente ligado às distâncias entre o cliente e o fornecedor, logo, é um fator que se insere no posicionamento geográfico, como sendo, estrategicamente, imprescindível para a competitividade do preço do produto na sua etapa final, ou seja, o preço do produto processado "CIF" ("traduzido do inglês em valores de cargas com custos de seguro e transporte inclusos).

Os custos referentes ao transporte (frete) do produto da Central para a indústria demandadora estão entre os mais caros e operacionalmente mais complexos, dentro do quadro geral dos estudos técnicos e econômicos da possível implantação da Central no município. Os preços praticados para transportar as matérias-primas (minério "in natura") das empresas mineradoras à Central, implicam em custos baixos e condizentes com a operação, visto que há várias empresas competindo, neste tipo de mercado em Itapeva e na região. O grande problema é ocasionado pelo astronômico aumento no custo do frete no transporte, da matéria-prima processada, da Central para as indústrias consumidoras.

Os custos de transporte de minérios bruto das minerações até a Central serão executados por caminhões basculantes normais, de 18 a 25t de massa mineral transportada e, este custo, está em torno de R\$ 8,00 .a tonelada; como deve ser transportada uma massa de 5.000 t/mês (descontando perdas e impurezas que serão descartadas do processo) têm-se o custo mensal de transporte para abastecimento de **R\$ 40.000,00**.

Como já foi aventado, anteriormente, Itapeva encontra-se geograficamente posicionada a 280 Km de São Paulo, 280 Km de Campinas e 330 Km de Curitiba, com localização relativamente próxima dos centros consumidores. As estradas rodoviárias são a SP 280 (Rod. Castelo Branco) e "Castelinho" (derivação para Sorocaba) que ligam São Paulo a Sorocaba trecho de 100 Km e/ou SP 79 que liga Campinas a Sorocaba outros 100 Km; Rodovia do SP 270 (Rodovia Raposo Tavares) de Sorocaba à Itapetininga que tem 60 Km; SP 127 que liga Itapetininga a Capão Bonito perfazendo 60

Km e SP 258 (Rodovia Francisco Alves Negrão) que liga Capão Bonito a Itapeva, que apresenta outros 60Km.

No trecho de Itapeva a Curitiba, tem-se a continuação da SP 258 cuja sigla passa para PR 151 até Ponta Grossa de extensão de 220 Km e de Ponta Grossa a Curitiba BR 376 que tem de extensão 110 Km, aproximadamente; a tabela 8.2 ilustra os fretes comparativos.

Considerando-se que a produção diária seja de, aproximadamente, 180 t de matérias-primas, acondicionadas em “big-bags” de 1000 Kg ou sacos de 40 Kg.

**Tabela 8.2) Valores de Fretes referentes (julho de 2003)**

<b>Considerações</b>	<b>Transp. Rodoviário</b>	<b>Transp. Ferroviário</b>
Quilometragem	qquer. Km dos itinerários	qquer Km dos itinerários
Carga transportada	28 t e 14 t por caminhão	5 vagões de 50 t /cada
Tempo de Viagem	~ 12 horas qquer. local	~ 30 horas qquer. Local
Número de Viag./dia	8,5 viagens / dia	1 viagem / dia
Custos – Total	R\$ 45,00/t – Praça SP R\$ 60,00/t – Praça PR.	R\$ 50,00/t + custos de translados intermodais.

Necessário se faz observar o problema enfrentado pelo transporte ferroviário, tendo em vista a impossibilidade da entrega do produto na fábrica do cliente; porém, com boa organização logística é possível obter transporte automotivo (caminhões) dos armazéns da ferrovia ao destino final, mantendo-se um cronograma de entregas sincronizado entre os intermodais ferrovia/rodovia.

A ALL (América Latina Logística antiga Ferrovias Sul Atlântica) dona das linhas ferroviárias privatizadas da RFFSA e FEPASA, está capacitada a oferecer completa assistência em deslocamentos, resultando na sinergia de transportes com interligação do sistema ferroviário junto ao rodoviário (caminhões para entrega da estação ferroviária até a porta da fábrica demandadora do produto). Seus custos para completa interligação são denominados “com deslocamento” à fábrica e aumentam em 18% o frete final.

A malha ferroviária no município de Itapeva é conectada a todo o Brasil pelo tronco Iperó (SP) - Pinhalzinho (PR) e como, no caso, os clientes em potencial, estão inicialmente, nas regiões de São Paulo, Campinas e sul do Brasil; todas estas regiões são, facilmente, conectadas pelo tronco ferroviário acima descrito.

Para o acondicionamento do produto processado, há a possibilidade de escolha de dois modelos de ensacamento:

a) "big-bags" - voltados para produtos minerais de baixo valor agregado mesmo após seu processamento e também de alto consumo industrial, pois são aplicados em grandes quantidades mássicas pelas indústrias consumidoras, tal como o filito para uso cerâmico. Os "big-bags" se apresentam em sacos 1000 Kg. Têm fácil processo de carregamento, não necessitando de ensacadeiras para a operação de ensacamento e sua descarga ocorre por válvulas inferiores, ou seja, "big bags" bi-valvulados. Seus custos estão em R\$ 15.000,00, se novo, o milheiro, e a R\$ 7.000,00 "bags" usados. Apresentam, como outra grande vantagem, a sua reutilização, após o processo de descarga do produto nas indústrias consumidoras. Para a Central, com uma expectativa de envasamento de 2.300 t/mês, em "bags" de 1000 kg, este custo mensal, se escolhido o semi-novo, seria de **R\$ 16.100,00**.

b) sacos de papel Kraft- voltados para produtos de aplicação mais "nobre", ou seja, produtos de maior valor agregado produzidos pela Central, ou que tenham o seu consumo dimensionado para pequenas quantidades, tais como filito de uso como aglomerantes natural, o talco e a sericita-xisto; que seriam acondicionandos em sacos de 20 kg e de 40 Kg. Seus custos foram extraídos de duas concorrentes líderes no mercado de envasamento mineral em sacos de papel:

b.1) CELUCAT - preço de R\$ 560,00/mil sacos (tamanho 130 cm X 94 cm para 40 kg com 3 camadas de papel) + 8% de IPI + frete de São Paulo a Itapeva, perfazendo em média 75.000 sacos mês para produção de 1.900

t/mês de matérias primas envasadas em sacos de 40 Kg; custo mensal de **R\$ 42.000,00.**

b.2) TROMBINI custo dependente da densidade do minério a ser ensacado variando da seguinte forma:

R\$ 550,00/mil sacos para produto com densidade aparente = 1,5 (tamanho dos sacos 130cm x 94cm para 40 kg); R\$ 395,00/mil sacos para produto com densidade de 1,2 (tamanho do saco 110cm X 78cm para 40 kg) e R\$ 385,00/mil sacos para produto com densidade = 1,3 (tamanho do saco 110cm X 74 cm para 40 kg) + 10% de IPI + frete de Jundiá a Itapeva, perfazendo em média 75.000 sacos para produção de 1900t/mês de matérias-primas envasadas, com custo mensal de,aproximadamente,**R\$ 25.712,50** em embalagens de 40 kg, .

Necessita-se de ensacadeiras, com diâmetro de boca de 140 mm, calibradas com balanças, para a manutenção correta da massa nos processos de ensacamento, atendendo a um ritmo de 1900 t de produtos ensacados (com sacos de 40 Kg) por mês e, com uma única ensacadeira, faz-se a produção total gerando até excedentes mensais. Como as produções das matérias-primas estão ligadas diretamente à demanda individual de cada uma e em suas respectivas áreas de aplicação, pode-se correlacionar .as 16 horas de atividades operacionais diárias e crescê-las ou diminuí-las, se necessário. Os custos inerentes à aquisição de ensacadeiras são:

a) de turbina para 250 sacos / h = **R\$ 55.000,00;**

b) helicoidal (rosca sem fim) para 250 sacos/h = 2 X R\$ 25.000,00 = **R\$50.000,00**

No caso dos sacos de 40 Kg há outras facilidades a serem consideradas tais como, o uso de “pallets” (suportes de madeira para facilitar de transporte de pilhas de sacos por empilhadeiras) e cujos custos são de R\$ 14,00/pallet, montados (dados obtidos na Serraria “LENA” - Serraria Erineu de Souza ME – Itapeva).

A aquisição de uma empilhadeira se faz necessária, pela enorme demanda de produtos ensacados e empilhados em “pallets”; os “big-bags”, para serem carregados em caminhões, também podem se utilizar deste equipamento.

**Tabela 8.3) Modelos de Empilhadeiras e seus custos de aquisição:**

Tipo / modelo / ano	Combustível / carga ( t )	Custo de aquisição
Empilhadeira CLARK/03	Gás / 3 t	R\$ 72.000,00
Empilhadeira usada	Gás/ 3 t	R\$ 28.000,00

### **8.1.3) Custos de Aquisição e Instalação na Cominuição e Classificação Granulométrica**

Os custos de cominuição estão entre os maiores dentro da Central, pois, além dos altos valores na aquisição e instalação dos equipamentos, há os custos operacionais que se enquadram dentro dos maiores da Central e crescem muito à medida que se exige menores granulometrias.

Nos estudos técnicos comparativos e das execuções e características resultantes sobre os materiais, optou-se por moinhos tipo SAM e moinhos de bolas que se adequam à cominuição da maioria dos produtos. Seus custos de aquisição e instalação são de **R\$ 145.000,00** e **R\$ 200.000,00**, respectivamente, e seus custos operacionais e de manutenção (reposição de cargas de corpos moedores e de lubrificação e peças sobressalentes) são de R\$900,00/t para corpos moedores de “cylpebs” de 28 mm e de R\$2.200,00 para os corpos moedores esféricos de 15 mm e 25 mm. Suas instalações estão em **R\$ 10.000,00** e **R\$ 14.000,00**, respectivamente.

O britadores escolhidos são de dois tipos:

A) o britador de mandíbulas de 1 eixo, série Jawmaster, que se apresenta em dimensões adequadas para receber alimentação e cominuir o produto dentro de uma faixa aceitável para alimentação da moagem, sem posterior

necessidade de rebitagem e com a geração de produtos em faixas dentro das especificações (o que torna desnecessária a aquisição e instalação de também de peneiramento); porém, há implicações negativas, decorrentes da possibilidade de obtenção do produto cominuído fora da faixa desejada para a alimentação do moinho de martelos, onde o material que o alimentará entrará com até 15% da massa, acima da granulometria desejada. Os custos de aquisição e instalação do britador Jawmaster são de **R\$ 113.000,00** (preço FOB com ICMS 11% incluso e IPI de 5% não incluso) e custos de instalação de **R\$ 4.000,00** (alvenaria e mão de obra). Seus custos operacionais e de manutenção estão no consumo de energia e reposição de placas (mandíbulas) a um custo de **R\$8.000,00/t** do aço.

B) o britador de impacto modelo KS 1000 x 1000 (motor de 150 hp) tem uma eficiência cominuidora muito maior que a do Jawmaster, porém com custos de aquisição, também, maiores. Seu preço é de **R\$ 280.000,00** (FOB, com ICMS de 11% incluso e IPI de 5% não incluso) e o custo de instalação é semelhante ao do britador Jawmaster - **R\$ 4.000,00**.

O Alimentador Vibratório Modelo MV 20040, motor 1,5 hp, que alimenta qualquer dos britadores, tem seu custo de aquisição em **R\$ 22.000,00** e de instalação (alvenaria e mão de obra) **R\$ 2.500,00**.

Para o moinho de martelos foi escolhido o modelo 75100S de motor com 300HP e grelhas de 2 mm. Apresenta um excelente uso como etapa final ou etapa de cominuição secundária para os diversos produtos em suas faixas granulométricas finais. Seu custo de aquisição é de **R\$ 91.000,00** e, de instalação, **R\$ 3.500,00**.

O aeroclassificador Delta Sizer tem um custo de aquisição da ordem de **R\$ 160.000,00**, com custo de instalação de **R\$ 16.000,00**.

Equipamentos acessórios têm seus custos de aquisição e instalação na tabela 8.4.



**Tabela 8.4) Custos de aquisição e Instalação de Equipamentos Acessórios**

<b>Equipamento</b>	<b>Custo de Aquisição</b>	<b>Custo de Instalação</b>
Ensacadeira Turb.	55.000,00	
Filtro c/ jato pulsante	110.000,00	4.650
Empilhadeira	28.000,00	
Compressor	2.000,00	600,00
Correia de 20 m	30.000,00	15.000,00
4 Elevadores de Canecas	18.000,00	7.000,00
3 Transportadores Helicoidais	12.000,00	3.000,00
Pá Carregadeira	63.000,00	
7 Silos	21.000,00	7.000,00

Os fornos Hazemag e Tubular têm seus custos de Instalação em **R\$17.800,00** e **R\$ 14.600,00**, respectivamente.

Os custos de manutenção e reposição de peças estão avaliados em 5% do investimento inicial, para os equipamentos de cominuição e 4% para os demais equipamentos e na manutenção das instalações em 4,5%. Assim, numa ponderação, consideram-se estes custos em 4,7% do investimento, perfazendo um total global **R\$ 72.500,00**, para o fluxograma 1 (vermelho) e **R\$ 53.700,00** para o fluxograma 2 (azul).

#### **8.1.4) Custos de Energia Elétrica**

Custos específicos, tais como o consumo energético da Central, principalmente, sobre as operações de beneficiamento, têm seu valor diretamente relacionado ao desempenho e potência dos equipamentos e, mais ainda, no que se refere, aos processos de moagem.

Outros fatos que devem ser considerados são as propriedades físicas que os minerais têm e seu comportamento em relação a cominuição que devam sofrer, pois, dentro da Central, diversos minerais apresentam características difíceis para a cominuição e acarretam, por isso, maior consumo energético para obter-se o resultado desejado.

Os equipamentos em operação dentro da Central seguirão o regime de consumo energético da tarifação azul, em detrimento da tarifação verde e da convencional (esta última não apresenta demanda contratada, mas tem a mais alta taxa para o consumo); os motivos da escolha residem:

-apesar do desnecessário funcionamento pleno da Central, no horário de ponta (18h00 às 21h00), uma demanda mínima, para serviços básicos (iluminação, telefonia), deve ser fornecida. Quando, no horário de ponta, houver necessidade de uma demanda extra de consumo, o Contrato por tarifação azul permite que seja disponível, com perigo de multas e excesso de custos, operar o forno de secagem, bem como qualquer outro equipamento, desde que dentro da demanda na ponta contratada;

-apresenta, contudo, uma menor taxa sobre o consumo na ponta dentro do sistemas de tarifação, comparativamente à tarifação verde;

Na tarifação azul, portanto, é necessário manter as demandas adequadas junto a fornecedora, para evitar as sanções, principalmente, no horário de ponta, que é de 1000% sobre o valor ultrapassado da demanda contratada para aquele horário.

Aparentemente a tarifação verde se apresenta mais negativa que a azul em alguns aspectos e mais positiva em outros, as escolhas devem ser pautadas, criteriosamente, em relação ao trabalho que se deseja executar; no caso, a Central permite a parada de, até mais de 80% de seu consumo de demanda energética nos horários de pico; portanto, a tarifação azul, aparentemente, se apresenta como melhor e ideal fora de situações de emergência; onde se tenha a necessidade de mais altas demandas na ponta e que, no caso, a tarifação verde melhor se adequa.

Como a Central tem de manter um mínimo de consumo energético para sua produção, independentemente do horário (motores dos fornos de secagem) a relação tarifação de consumo e demanda da azul é mais positiva que a verde. A tabela 8.5, demonstra o valor das taxas para cada tarifação industrial e a tabela 8.6 demonstra o custo relativo da energia em cada um dos circuitos.

**Tabela 8.5) Comparativo de Custo das Tarifações na Demanda e Consumo**

Tipos	Azul	Verde	Convencional
Demanda fora de ponta	R\$ 11,07/kW	R\$ 11,07/kW	Nada
Demanda na ponta	R\$ 33,49/kW	R\$ 0,00/kW	Nada
Consumo fora de ponta	R\$ 0,105/kWh	R\$ 0,105/kWh	R\$ 0,42/kWh
Consumo na ponta	R\$ 0,22/kWh	R\$0,65/kWh	R\$0,42/kWh

Tabela 8.6) Custos de Energia por Equipamento

Equipamento	Potência a plena carga	Consumo (kWh/mês) Rendimento 80% da carga	Custo mensal KWh = R\$ 0,105
Alimentador	4,4 kW	1.239,04	130,10
Britador Impacto(1)	80 kW*	22.528	2.365,44
Britador de mandíbulas(2)	55 kW*	15.488	1.626,24
Correia 1	3,7 kW	1.041,92	109,40
Correia 2	3,7 kW	1.041,92	109,40
Elevador de Canecas 1	3,7 kW	1.041,92	109,40
Elevador de Canecas 2	3,7 kW	1.041,92	109,40
Elevador de Canecas 3	3,7 kW	1.041,92	109,40
Elevador de Canecas 4	3,7 kW	1.041,92	109,40
Transport. Helicoidal 1	2,2 kW	619,52	65,05
Transport. Helicoidal 2	2,2 kW	619,52	65,05
Transport. Helicoidal 3	2,2 kW	619,52	65,05
Transport. Helicoidal 4	2,2 kW	619,52	65,05
Moinho de martelo	75 kW	21.120	2.217,60
Moinho SAM(1)	75 kW**	21.120	2.217,60
Moinho de Bolas(2)	75 kW**	21.120	2.217,60
Aeroclassificador	55 kW	15.488	1.626,24
Forno Hazemag(1)	14kW***	4.032	423,36
Forno Rotatório(2)	66 kW***	19.008	1.995,84
Ensacadeira/Vibrador	1,5 kW	422,40	44,35
Compressor	7,36 kW	2.072,58	217,62
Exaustor do Filtro Aeroclassificador	22 kW	6.195,2	650,50
<b>Total****</b>	<b>365,3/392,3</b>	<b>102.947/110883</b>	<b>10.809,44/11.642,7</b> 2

- \*Há escolha entre um destes equipamentos de britagem;

- \*\*Há escolha entre um destes equipamentos de moagem;
- \*\*\*Há escolha entre um destes equipamentos de secagem;
- \*\*\*\*Há escolha de equipamentos e nem todos trabalham conjuntamente, havendo sempre equipamentos e motores sem uso; e,
- Os dois conjuntos são independentes sendo compostos pelo circuito vermelho (1) e azul (2) e, os demais equipamentos, são associados a qualquer dos dois circuitos.

Rendimento energético também deve ser considerado nos custos do equipamento; normalmente, um equipamento, após entrada em operação e estabilização, trabalha com rendimento de 70% a 80% de sua potência nominal.

Seus custos de demanda variam de acordo com os fluxogramas escolhidos sendo:

Se fluxograma vermelho (1) = **R\$ 4.043,87**

Se fluxograma azul (2)= **R\$ 4.342,76**

#### **8.1.5) Custos de Mão-de-Obra**

A Central de processamento necessita de mão-de-obra, com qualificação técnica, para apresentar, sempre, um controle de qualidade de serviços compatível com a proposta de tecnologia e qualidade do produto ofertado, com diminuição de custos operacionais. Para tanto, deve ter um corpo funcional treinado e apto para mudanças rápidas no circuito de processamento e amplo conhecimento das características que o produto, a ser produzido, deva ter para o demandador.

A empresa deve funcionar em dois turnos de produção, para a mão de obra direta e, no horário comercial, para os setores comercial-administrativo, com 44 horas de jornada semanal. Os trabalhos em turno serão semanalmente invertidos nos dois horários estipulados apontados na tabela 8.7, que são:

- Turno A - das 08h00 às 17h00 (com 1 hora para almoço);
- Turno B --das 00h00 às 08h00

**Tabela 8.7) Divisão e Custo da Mão-de-obra da Central de Processamentos**

<b>Quant.</b>	<b>Pessoal</b>	<b>Horário</b>	<b>Jornada</b>	<b>Salário Bruto</b>
01	Vendedor/Comprador	8h00 às 17h00	44 h semanais	R\$ 1.200,00
01	Contábil/Depto Pess.	8h00 às 17h00	44 h semanais	R\$ 950,00
01	Analista Laboratório	8h00 às 17h00	44 h semanais	R\$ 700,00
01	Encarreg. Produção	Turno A ou B	44 h semanais	R\$ 1.200,00
02	Operador de Empilh.	Turnos A e B	44 h semanais	R\$ 400,00
04	Ensacadores	Turnos A e B	44 h semanais	R\$ 350,00
02	Mecânicos	Turnos A e B	44 h semanais	R\$ 500,00
02	Eletricista	Turnos A e B	44 h semanais	R\$ 500,00
04	Operadores Gerais	Turnos A e B	44 h semanais	R\$ 350,00
01	Serviços Gerais	8h00 às 17h00	44 h semanais	R\$ 250,00
<b>Total</b>				<b>R\$ 9.900,00</b>

As funções que estão nos turnos trabalham com a metade das quantidades expostas na tabela; por exemplo, no turno A trabalha apenas 1 mecânico e no turno B outro. O encarregado de produção pode alterar seu horário para melhor acompanhamento das operações produtivas.

Além do salário bruto, há encargos sociais, benefícios e bonificações que os funcionários da empresa obtém e que devem, na maioria dos casos, ser calculados em 100% sobre o salários.

Os custos totais com folha de pagamento, encargos e benefícios orçam em **R\$ 19.800,00**.

#### **8.1.6) Custos de Aquisição de Matérias-Primas**

A região de Itapeva permite, para a Central, duas condições positivas que o empreendimento pode aproveitar, que são:

1) a região tem alto potencial geológico das matérias-primas que serão processadas na Central, possibilitando, num futuro, a busca por novas jazidas;

2) devido a abundância de algumas jazidas e a baixa aplicação técnica e tecnológica, bem como, as dificuldades de inserção comercial competitiva de algumas empresas, as matérias-primas de suas minas são vendidas a preços bastante baixos, o que possibilita sua aquisição em condições vantajosas.

A Central, portanto, como empresa do setor mineral, em princípio não terá nenhuma jazida em seu escopo de negócios e buscará a comercialização das matérias-primas com terceiros, tomando o cuidado de assistir tecnicamente seu controle de lavra, firmando, para tanto, acordos e parcerias.

O investimento em geologia e, mais precisamente, em pesquisa de novas jazidas e também no desenvolvimento de novos produtos para novos mercados, ocorrerá à medida que a empresa crescer e se mostrar

capitalizada, que é um objetivo estratégico fundamental no futuro do empreendimento.

Os custos atuais de aquisição das matérias-primas brutas estão hoje (setembro de 2003), demonstrados na tabela 8.8.

**Tabela 8.8) Custos das Matérias-primas Brutas**

<b>Produto</b>	<b>Quantidades (t)</b>	<b>R\$/t</b>	<b>Custo Global(R\$)</b>
Filito	3200	12,00	R\$ 37.200,00
Talco	600	48,00	R\$ 28.800,00
Sericita-xisto	200	45,00	R\$ 9.000,00
Clorita talco-xisto	300	40,00	R\$ 12.000,00

Os custos mensais de aquisição de matérias-primas são de **R\$ 87.000,00.**

## **8.2) Demanda de Matérias-primas e sua Relação com a Produção de Bens Manufaturados**

A demanda por bens minerais pela Central de Matérias-primas está intimamente ligada ao interesse, por parte das indústrias transformadoras ou manufaturadoras, em aumentar sua produção. Logo, para determinar com maior segurança e estratégia, os passos a serem dados na escala produtiva e de investimentos, deve-se estudar a possibilidade produtora de quem consome e/ou consumirá os produtos ofertados pela Central.

Deduz-se daí que, o que comanda a produção e o nível de investimento do projeto, não é o arbítrio do empreendedor mas, sim, o sucesso comercial alcançado pelo produto junto aos consumidores, bem como, da capacidade de investimento dos mesmos.

Subordinando-se a este raciocínio e pesquisando-se, de antemão, os produtos a serem ofertados e suas possibilidades comerciais, expor-se-á a



posição quanto a escala de produção e especular-se-á sobre as tendências e rumos que tomarão os clientes na demanda das matérias-primas ofertadas pela Central:

### **8.2.1) Indústria Cerâmica**

Considerada uma importante consumidora para a Central de Matérias-primas, a indústria cerâmica passa por um fraco ritmo de produção onde, novos projetos e empreendimentos encontram-se estagnados, aguardando a retomada do desenvolvimento do país e, mais especificamente, na melhora no crescimento da Construção Civil, principal fonte de uso do produto.

As exportações não estão tomando o caminho idealizado com a desvalorização do real frente ao dólar pois, a competição acirrada, práticas protecionistas e facilidades tecnológicas maiores por parte de outros grandes produtores internacionais (que diminuem seus custos e, conseqüentemente, seus preços), corroem o possível benefício da diferença cambial. Por outro lado, boa parte dos subprodutos empregados, nas manufaturas cerâmicas, são importados (“engobes”, corantes orgânicos e inorgânicos e até matérias-primas componentes dos corpos cerâmicos tais como talcos e vidrados) o que, pela desvalorização cambial, aumentou os custos de produção.

O ritmo de produção encontrava-se na casa dos 380 milhões de m<sup>2</sup>/ano (COELHO 1997).

Considerando que 1m<sup>2</sup> de massa para cerâmica de revestimento (pisos e azulejos) tem, aproximadamente, 12,5 Kg, calcula-se que seu consumo em matérias-primas corresponde a 98% de seu peso e necessita de 4.655.000 t/ano, distribuídas em:

- a) argilas Plásticas e “magras” =~50 % da massa, com uma demanda de 2.327.500 t/ano;
- b) feldspatos =~27% da massa, dando uma demanda de 1.256.850 t / ano;
- c) argilas Cauliníticas =~10% da massa, dando demanda de 465.500 t/ano;

- d) areia Silicosa = ~10% da massa, dando uma demanda de 465.500 t/ano; e  
e) talco = ~3% da massa, dando uma demanda de 139.650 t / ano;

Outros dados (IPT apud revista Minérios & Minerales - edição de Agosto de 1999 no. 241) mostram que a produção anual se encontrava em 400 milhões de m<sup>2</sup> (se 12,5 Kg o m<sup>2</sup>), sendo demandada uma quantidade de 5.000.000 de toneladas anuais de matérias-primas divididas em:

- a) argilas plásticas e magras = ~ 20% dando 1,0 milhão de toneladas;  
b) argilas fundentes = ~ 40% dando 2 milhões de toneladas;  
c) fundentes = ~ 25% dando 1,25 milhões de toneladas; e,  
d) outros = ~ 15% dando 750 mil toneladas.

Segundo a Associação Brasileira de Cerâmicas (ABC – 2002)<sup>5</sup> a demanda por matérias-primas cerâmicas se encontra estabilizada em 6 Mt/ano para revestimentos cerâmicos, produzindo 400 milhões de m<sup>2</sup>/ano, 180 kt/ano de matérias-primas para louças sanitárias e 500 kt/ano de matérias-primas para cerâmicas refratárias, movimentando US\$6 bilhões/ano e tendo US\$750 milhões/ano diretamente relacionados às matérias-primas.

### **8.2.2) Indústria de Aglomerantes Naturais**

Os aglomerantes naturais fazem parte de uma indústria relativamente antiga, considerando-se a longa data de utilização de argilas (filitos moídos) no processo de assentamento de tijolos e argamassas de revestimento de paredes, os “rebocos” ou “reboques”. Com o advento dos aglomerantes artificiais ou pré-fabricados, as cales e o cimento Portland, estas argilas perderam quase totalmente o mercado, principalmente por questões de caráter técnico como resistência e poder de coesão. Contudo, existem aplicações e nichos de mercado assegurados para a produção e uso destes bens minerais (argilas aglomerantes) em escala industrial de grande monta.

---

5 - Consulta pessoal via internet [www.abc.org.br](http://www.abc.org.br) em 2003

Os aspectos que determinam a demanda atual destes insumos reside no seu preço, comparativamente menor que os demais materiais e também na aceitação devido a sua fácil maneabilidade junto aos pedreiros que são, em primeira instância; quem compra ou reivindica o material para a construção .

Sendo sanadas as dúvidas de confiabilidade, quanto a seu desempenho no mercado de argamassas, que exige algum tempo e um dispêndio extra em publicidade esclarecedora sobre o produto, a indústria de aglomerantes naturais deverá crescer bastante.

Importante salientar que, competitivamente, o produto apresenta muito menor custo que as cales, principalmente nos dispêndios com energia, armazenamento e durabilidade (prazo de utilização), apresentando menores preços e, lentamente, absorvendo um bom quinhão do mercado de aglomerantes para argamassas de revestimento, inclusive considerando o chamado “mercado formiga” que é dominado pelos clientes de baixa renda na sua necessidade de ampliação e reformas de moradias.

Os conjuntos habitacionais financiados pelo governo através do SFH (Sistema Financeiro de Habitação) e outros tais como COHAB (Conjuntos Habitacionais), CECAP (Companhia Estadual de Casas Populares) obras que exigem o baixo custo, apresentam um excelente nicho de mercado, com amplas possibilidades de crescimento. Numa obra de moradia popular costuma-se consumir, para cada m<sup>2</sup> de área de parede rebocada, 3 kg de plastificante e 12 kg de areia fina; obtendo-se a demanda de areia fina pelo Anuário Mineral Brasileiro de 2000, pode-se considerar, indiretamente, que o consumo nacional de massa plastificante (como se denomina o aglomerante natural) como sendo de 200.000 t, anuais.

### **8.2.3) Indústria de Plásticos**

Dentro das indústrias de plásticos, as cargas minerais estão encontrando um crescimento bastante agressivo. Os plásticos estão entre

as tecnologias de materiais mais difundidos e substituem com eficiência e vantagem a uma série de artigos antes só fabricados com outros materiais, a ponto de conquistar mercados de emprego nunca antes imaginado, tais como nas indústrias automobilística, de tubulações, de hidráulica, etc.

Os “fillers” minerais podem, além de diminuir os custos das matérias-primas poliméricas, substituir, parte da sua massa, melhorando o desempenho de muitos tipos de plásticos.

Os componentes minerais que a Central de Itapeva pode oferecer, a esse segmento, são o talco e as micas clorita e sericita (clorita/sericita-xistos), que tornam os plásticos com maior resistência e flexão.

A estimativa do consumo de fillers minerais por tipo de resina plástica, coloca os EUA (Revista Minérios & Minerales - julho de 1992) como maior consumidor mundial e, cruzando sua estimativa de consumo com os informes setoriais e da ABIPLAST<sup>6</sup> (Associação Brasileira da Indústria do Plástico) chegou-se ao dados da tabela 8.9.

**Tabela 8.9) Uso de cargas Minerais por Tipos de Plásticos**

Tipo	Produção (1996)	% Cargas Minerais	Massa de minerais
PVC	615.000 t	40%	246.000 t
PEBD	548.000 t	5%	27.400 t
PEBDL	187.000 t	5%	9.350 t
PEAD	516.000 t	2%	25.800 t
PP	590.000 t	9 %	53.100 t
PS	131.000 t	38 %	49.780 t
Total	2.587.000 t	XXXXXXXXXXXX	411.430 t

onde PVC - Policloreto de Vinila (sendo 60 % utilizado em tubos e conexões de obras de construção civil), PEBD - Polietileno de Baixa Densidade, PEBDL - Polietileno de Baixa Densidade Linear, PEAD -

6- Consulta pessoal internet : [www.abiplast.com.br](http://www.abiplast.com.br) em 2000

Polietileno de Alta Densidade, PP - Polipropileno, PS - Poliestireno.

Os valores de 1996 registram apenas uma marca para um setor industrial que está crescendo num ritmo extraordinário, passando de um consumo anual, *per capita*, de 9 Kg de plástico em 1993 para 20 Kg em 1997, ainda bem abaixo do consumo anual dos países desenvolvidos, que se encontra na ordem de 150Kg/ano; os dados de demanda podem ser projetados e correlacionados aos aspectos levantados nos anos seguintes em relação ao valor percentual da produção: 1997 crescimento de 24%; em 1998 houve uma brusca estagnação; em 1999 devido as altas taxas de juros e ao quadro financeiro local e internacional manteve um ritmo igual ao de 1998 ou pouco inferior para, no ano 2000, obter um modesto crescimento, em torno de 5%; nos anos 2001 e 2002 o ritmo de crescimento esteve diretamente relacionado às oscilações do mercado, que refletiu os problemas da crise de energia e de instabilidade política e não tiveram grandes avanços, 2% e 4%, respectivamente.

O uso de carbonato de cálcio  $\text{CaCO}_3$  (calcitas - diga-se, o principal componente dos calcários) tem um emprego muito grande nesta indústria, que chega a ser de 70% do mercado total (nos EUA e Europa), mas, não é a matéria-prima mineral almejada, momentaneamente, para processamento pela Central. Contudo, futuramente, poderá entrar, no "leque" de produtos ofertados pela empresa. Outro bem mineral utilizado, principalmente, pelas resinas plásticas de PVC, é o caulim, produto também em estudo e exploração geológica no município de Itapeva que, porém, ainda não se encontram dados confiáveis sobre suas reservas, características comerciais e industriais.

A concorrência entre os vários minerais é baseada, principalmente, no preço e na disponibilidade e, em menor extensão, na cor, características abrasivas e propriedades elétricas.

O talco é utilizado principalmente como carga em polipropileno, ao qual confere resistência à deformação, resistência a alta temperatura e rigidez.

As micas (sericitas e outras) aumentam a resistência e elasticidade dos plásticos, reduzem a expansão térmica, melhoram as propriedades dielétricas (isolantes), a impermeabilidade, a resistência à luz ultravioleta e a reagentes químicos. As micas podem ser tratadas com agentes ligantes de **silane** e **organosilane**, que as melhoram tornando-as apenas ligeiramente inferiores às fibras de vidro, como reforço para polipropileno.

A mica é largamente empregada na indústria de motores, em componentes de plástico, tais como painéis de instrumento, para-choques, condicionadores de ar e aquecedores.

A indústria de motores é líder no desenvolvimento de novas aplicações para plásticos com cargas minerais, assim como os fabricantes de componentes eletrônicos. Enquanto se prevê que o consumo de plásticos nos EUA e Europa deva aumentar em 5% a 7% ao ano, respectivamente, o consumo de cargas minerais crescerá de 8% a 10%. O poliéster e o PVC respondem pela maior parte do consumo de cargas minerais, mas o nylon e o polipropileno tornam-se, cada vez mais, importantes consumidores e devem ser grandes demandadores do insumo. O uso de cargas minerais em superfície tratada, especialmente mica e wollastonita, que têm excelentes propriedades em materiais compostos, devem aumentar consideravelmente.

#### **8.2.4) Indústria de Tintas**

A indústria de tintas de emprega uma quantidade substancial de matérias-primas minerais na composição de seus produtos, sejam eles utilizados como cargas, pigmentos ou tenham aplicações especiais como aditivos, tais como a não reatividade em ambientes hostis.

O crescimento do mercado de tintas que se utilizam de cargas minerais tem crescido em cerca de 10% ao ano (nos anos 1996, a 1998; de 1999 a 2000. Nos últimos 3 anos, contudo, houve diminuição neste ritmo) e

deve ser considerado como importante insumo a ser ofertado dentro do quadro de produtos da Central de Matérias-primas de Itapeva.

Destes bens minerais, a Central pode ofertar as micas sericitas e o talco como componentes das cargas minerais integrantes das tintas; os dois bens minerais, são utilizados devido, principalmente, a sua capacidade de ação junto aos fluídos tixotrópicos. Este fator resulta em melhor proteção dos equipamentos e superfícies onde se aplicam as tintas, dificultando a passagem de radiações ultravioleta e demais reações prejudiciais que o ambiente agressivo possa vir a causar, além de manter a coesão da película de tinta por mais tempo, evitando trincas e descascamento.

O setor industrial de tintas, principalmente as de tintas industriais (que é o que mais consome os insumos que seriam ofertados pela Central), está em franca expansão e o talco é, inclusive, um produto muito empregado nas tintas automotivas e tem mercado cada vez mais assegurado como componente marcante no ramo .

Segundo a ABRAFATI (Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas) no ano de 1997, o Brasil produziu 828 milhões de litros de tintas, mas, com queda em 1998 e 1999 e recuperação em 2000, como percebe-se na tabela 8.10:

**Tabela 8.10) Uso de Tintas por Setor de Consumo no Brasil**

<b>Uso</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
Imobiliário	620	578	680
Repintura autom.	40	38	42
Ind. Automotiva	34	32	35
Ind. Geral	90	82	95
Total ( milhões L)	784	730	805

O mercado de tintas industriais, apesar da redução, utilizou, no ano de 1999, em torno de 45.100t de cargas minerais em seu processo de fabricação (considerando-se a densidade da tinta em 1,1, as cargas minerais perfazem 25% da sua composição em massa). Já as tintas látex (cujo solvente é a água) consomem, aproximadamente, 76.000t de cargas minerais, considerando que compõem 20% de sua massa e elas

representam 60% do produto consumido na área imobiliária. Há indicadores que nos anos de 2001 e 2002 o consumo manteve-se estabilizado, com crescimento pequeno de 2% ao ano e as cargas minerais acompanharam a demanda.

É um mercado importantíssimo para as cargas minerais, resultando em uma demanda global de 121.100 t/ano, que devem ser ofertadas pelos produtores nacionais em substituição à matéria-prima importada, desde que, o produto ofertado, seja adequado granulometricamente, homogêneo e dentro de especificações técnicas como cor, formato dos grânulos, características químicas, dentre outras, que são as exigências pertinentes e que devem, obrigatoriamente, ser obedecidas pelo fornecedor.

As micas não foram, ainda, avaliadas em seu pleno potencial e têm um consumo mais reduzido (segundo GNECCO 1997)<sup>7</sup>, o consumo mensal de micas ultrafinas é de cerca de 10 toneladas, relativamente pequeno para a produção mensal da empresa porém, tudo leva a crer que têm, também, futuro neste mercado, principalmente se for processada, comercial e tecnicamente, dentro das exigências e especificações; um dos fatores do seu pouco uso é motivado pela heterogeneidade dos lotes do material que chegam a indústria pois não apresentam a homogeneidade exigida por parte dos fabricantes, acarretando prejuízos operacionais devido às constantes mudanças e readaptações nas condições de misturas da produção.

Assegurando aos consumidores garantia de uma oferta constante e garantida, com qualidade, do insumo, certamente haverá aumento do consumo.

A relação de cargas minerais em proporção à massa total de tintas está em 25%, ou seja, dentro da produção de 1 t de tintas industriais, 250 kg advém, em média, das cargas.

---

7-GNECCO, Celso – Gerente Técnico da Sumaré Tintas. Comunicação Pessoal, 1997.



### **8.3) Composição dos Preços**

O mercado nacional de minerais industriais, por ser bastante competitivo e com grande concorrência interna, sofre ainda, a competição acirrada dos produtos importados, que chegam ao país com baixos preços e com condições, de homogeneidade granulométrica e de teores, excelentes, atendendo as exigências dos consumidores.

Para tornar o produto ofertado pela Central competitivo, busca-se através de tecnologia, implementar qualidade com baixos custos, no intuito de diminuir o valor do preço dos produtos e desta forma dar o espaço almejado para a oferta dos mesmos neste mercado. Os produtos ofertados e seus preços podem ser resumidos na seguinte tabela 8.11.

**Tabela 8.11) Preços de Produtos da Central em Relação ao Mercado Destino**

<b>Produto</b>	<b>Características físicas/ área de comercialização</b>	<b>Preço* (R\$/t. (FOB) – tipo de embalagem</b>
Filito	H2O < 1% coloração clara 100% < 0,075 mm Agglomerante natural.	R\$50,00/t.- sacos de 40Kg
Filito	H2O < 2% 100% < 0,075 mm comp. Homogênea p/ ind. Cerâmica	R\$ 40,00/t – big bags de 1000 Kg
Talco	H2O < 0,5% 100% <0,044 mm ind. tintas.	R\$ 350,00/t - sacos de 40 kg
Talco	H2O < 0,5% 80% <0,032 mm ind. Plásticos	R\$ 400,00/t - sacos de 40 Kg
Talco	H2O < 2 % 100% < 0,075 mm ind. Cerâmica	R\$ 285,00/t - sacos de 40 Kg
Sericita-Xisto	H2O < 0,5% 80% < 0,032 mm ind. Plásticos	R\$ 600,00/t - sacos de 40 Kg
Sericita-Xisto	H2O < 0,5% 80% < 0,032 mm ind. de tintas	R\$ 600,00/t - sacos de 40 Kg

\* Preços obtidos de referência abaixo dos valores de mercado (consultas telefônicas) e também via valores do Anuário Mineral Brasileiro para produtos beneficiados, visando torná-los competitivos.

Dentro da composição total para o fluxo de caixa pode-se calcular, em cima dos preços ofertados pelos produtos, o faturamento da empresa para e, a partir daí, estabelecer o fluxo de caixa.

#### **8.4) Fluxos de Caixa das duas Alternativas da Central**

Foram elaborados fluxos de caixa, com TIR e VA, como métodos de avaliação econômica, do projeto, conforme mostram as Tabelas 8.12, 8.13 e 8.14, no Anexo 2 foi feita a Análise de Sensibilidade com alguns parâmetros procurando determinar a viabilidade econômica da Central.

Tabela 8.1) Fluxo de Caixa da Central de Processamento de Matérias-primas de Itapeva - SP

Item	Ano 1		Ano 2		Ano 3	
	F1/Verm.	F2/ Azul	F1/Vermelho	F2/Azul	F1/ Vermelho	F2/ Azul
<b>1- Custos Fixos Totais</b>	<b>1.929.910,82</b>	<b>1.526.220,13</b>	<b>271.091,69</b>	<b>239.781,74</b>	<b>292.779,02</b>	<b>258.964,28</b>
1.a - Pró Labore	36.000,00	36.000,00	38.880,00	38.880,00	41.990,40	41.990,40
1.b - Instalações	90.400,00	91.200,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.c - Aquisição de Equip.	1.478.500,00	1.103.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.d - Fina. 10 % com TJLP 16% a.a.	39.310,82	29.120,13	42.455,69	31.449,74	45.852,14	33.965,72
1.e - Administrativos	103.200,00	103.200,00	111.456,00	111.456,00	120.372,48	120.372,48
1.f - Imóvel e Construções	110.000,00	110.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.g - Manutenção/Reposição	72500,00	53.700,00	78.300,00	57.999,00	84.564,00	62.635,68
<b>2 - Custos Variáveis Totais</b>	<b>6.621.071,80</b>	<b>6.634.657,80</b>	<b>7.150.757,54</b>	<b>7.166.430,42</b>	<b>7.722.818,15</b>	<b>7.738.664,86</b>
2.a - Energia Elétrica	178.240,00	191.826,00	192.499,20	207.172,08	207.899,14	223.745,85
2.b - Combustível	452.302,80	452.302,80	488.487,02	488.487,02	527.565,99	527.565,99
2.c - Mão de obra opera.	134.400,00	134.400,00	145.152,00	145.152,00	156.764,16	156.764,16
2d - Embalagens	501.750,00	501.750,00	541.890,00	541.890,00	585.241,20	585.241,20
2.e - Transporte	2.748.000,00	2.748.000,00	2.967.840,00	2.967.840,00	3.205.267,20	3.205.267,20
2.f - ICMS (18%); PIS+COFINS (2,65%)	1.562.379,00	1.562.379,00	1.687.369,32	1.687.369,32	1.822.358,87	1.822.358,87
2.g - Compra Matérias-primas	1.044.000,00	1.044.000,00	1.127.520,00	1.127.520,00	1.217.721,60	1.217.721,60
<b>1+2 Custos Totais</b>	<b>8.560.982,62</b>	<b>8.160.877,93</b>	<b>7.421.849,23</b>	<b>7.405.212,16</b>	<b>8.016.597,17</b>	<b>7.997.629,14</b>
<b>3 - Faturamento Bruto</b>	<b>3.783.000,00</b>	<b>3.783.000,00</b>	<b>8.171.280,00</b>	<b>8.171.280,00</b>	<b>8.824.982,40</b>	<b>8.824.982,40</b>
3.1 - Filito	810.000,00	810.000,00	1.749.600,00	1.749.600,00	1.895.668,00	1.895.668,00
3.2 - Talco	1.173.000,00	1.173.000,00	2.533.680,00	2.533.680,00	2.736.374,40	2.736.374,40
3.3 - Clorita-talco-xisto	1.800.000,00	1.800.000,00	3.888.000,00	3.888.000,00	4.199.040,00	4.199.040,00
4 - Lucro Bruto	-4.767.982,62	-4.377.877,93	749.430,77	766.067,84	809.385,23	827.353,26
5 - Depreciação (5 anos)	295.700,00	220.800,00	749.430,77	441.200,00	440.310,00	220.600,00
6 - I. R. (27%)	0,00	0,00	0,00	87.714,32	99.650,31	163.823,38
7 - Lucro Líquido	-4.767.982,62	-4.377.877,93	749.430,77	678.353,52	709.734,92	663.529,88

Supondo que no ano 1 só há produção após o segundo semestre

Supondo inflação média 8% a.a., reposição salarial, reajuste de preços e custos de capital no mesmo patamar de crescimento.

A Depreciação fiscal do ano 1 é somada a depreciação fiscal do ano 2 e 3 para fins de abatimento de IR no anos 2 e 3

Tabela 8.I) Fluxo de Caixa da Central de Processamento de Matérias-primas de Itapeva - SP

Item	Ano 4		Ano 5		Ano 6	
	F1/ Vermelho	F2/ Azul	F1/ Vermelho	F2/ Azul	F1/ Vermelho	F2/ Azul
1- Custos Fixos Totais	316.201,34	279.681,42	341.497,45	302.055,94	368.817,25	326.220,41
1.a - Pró Labore	45349,63	45349,63	48977,60	48977,60	52895,81	52895,81
1.b - Instalações	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.c - Aquisição de Equip.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.d - Fina. 10 % com T.JLP 16% a.a.	46520,31	36682,98	53481,94	39617,62	57760,49	42787,02
1.e - Administrativos	130002,28	130002,28	140402,46	140402,46	151634,66	151634,66
1.f - Imóvel e Construções	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.g - Manutenção/Reposição	91329,12	67646,53	98635,45	73058,26	106526,29	78902,92
2 - Custos Variáveis Totais	8.340.643,60	8.367.758,06	9.007.896,09	9.028.378,69	9.728.526,69	9.748.488,99
2.a - Energia Elétrica	224.531,07	241645,51	242493,55	260977,16	261893,0364	281855,3277
2.b - Combustível	569.771,26	569771,26	615352,97	615352,97	664581,2033	664581,2033
2.c - Mão de obra opera.	169.305,29	169305,29	182849,72	182849,72	197477,6935	197477,6935
2.d - Embalagens	632.060,50	632060,50	682625,34	682625,34	737235,3625	737235,3625
2.e - Transporte	3.461.688,58	3461688,58	3738623,66	3738623,66	4037713,555	4037713,555
2.f - ICMS(18%); PIS+COFINS(2,65%)	1.968.147,57	1968147,57	2125599,38	2125599,38	2295647,331	2295647,331
2.g - Compra de matérias-primas	1.315.139,33	1315139,33	1420650,47	1420650,47	1533978,512	1533978,512
1+2 Custos Totais	8.656.844,94	8.637.439,47	9.349.392,54	9.328.434,63	10.097.343,94	10.074.709,40
3 - Faturamento Bruto	9530980,99	9530980,99	10293459,47	10293459,47	11116936,23	11116936,23
3.1 - Filito	2040733,44	2040733,44	2203992,115	2203992,115	2380311,484	2380311,484
3.2 - Talco	2955284,35	2955284,35	3191707,1	3191707,1	3447043,668	3447043,668
3.3 - Clorita-talco-xlsto	4534963,20	4534963,20	4897760,256	4897760,256	5289581,076	5289581,076
4 - Lucro Bruto	874.136,05	893.541,52	944.066,93	965.024,85	1.019.592,29	1.042.226,83
5 - Depreciação (5 anos)	295.700,00	220.600,00	295.700,00	220.600,00	0,00	0,00
6 - I. R. (27%)	156.177,73	181.694,21	175.059,07	200.994,71	275.289,92	281.401,24
7 - Lucro Líquido	717.958,32	711.847,31	769.007,86	764.030,14	744.302,37	760.825,59

Tabela 8.I) Fluxo de Caixa da Central de Processamento de Matérias-primas de Itapeva - SP

Item	Ano 7		Ano 8		Ano 9		Ano 10	
	F1/ Vermelho	F2/ Azul	F1/ Vermelho	F2/ Azul	F1/ Vermelho	F2/ Azul	F1/ Vermelho	F2/ Azul
1- Custos Fixos Totais	335.941,29	306.108,06	362.816,60	330.596,70	391.841,93	357.044,44	423.189,28	385.607,99
1.a - Pró Labore	57127,48	57127,48	61697,67	61697,67	66633,49	66633,49	71964,17	71964,17
1.b - Instalações	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.c - Aquisição de Equip.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.d - Fina. 10 % com TJLP 18% a.a.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.e - Administrativos	163765,43	163765,43	176866,66	176866,66	191016,00	191016,00	206297,28	206297,28
1.f - Imóvel e Construções	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.g - Manutenção/Reposição	115048,39	85215,15	124252,26	92032,36	134192,44	99394,95	144927,84	107346,55
2 - Custos Variáveis Totais	10.506.808,83	10.528.368,10	11.347.353,54	11.370.637,55	12.255.141,82	12.280.288,56	13.235.553,16	13.262.711,64
2.a - Energia Elétrica	282.844,48	304403,75	305472,04	328756,05	329909,8007	355056,5385	356302,5847	383461,0616
2.b - Combustível	717.747,70	717.747,70	775167,52	775167,52	837180,9167	837180,9167	904155,3901	904155,3901
2.c - Mão de obra opera.	213.275,91	213.275,91	230337,98	230337,98	248765,0203	248765,0203	268666,2219	268666,2219
2d - Embalagens	796.214,19	796.214,19	859911,33	859911,33	928704,233	928704,233	1003000,572	1003000,572
2.e - Transporte	4.360.730,64	4.360.730,64	4709599,09	4709599,09	5086356,218	5086356,218	5463264,715	5463264,715
2.f - ICMS(18%); PIS+COFINS(2,65%)	2.479.299,12	2.479.299,12	2677643,05	2677643,05	2891854,491	2891854,491	3123202,85	3123202,85
2.g - Compra de Matérias-primas	1.656.696,79	1.656.696,79	1789232,54	1789232,54	1932371,14	1932371,14	2066960,831	2066960,831
1+2 Custos Totais	10.842.760,12	10.834.476,16	11.710.170,13	11.701.234,25	12.646.983,74	12.637.332,99	13.688.742,44	13.648.319,63
3 - Faturamento Bruto	12006291,13	12006291,13	12966794,42	12966794,42	14004137,97	14004137,97	15124469,01	15124469,01
3.1 - Filito	2570736,40	2570736,40	2776395,315	2776395,315	2998506,941	2998506,941	3238387,496	3238387,496
3.2 - Talco	3722807,16	3722807,16	4020631,735	4020631,735	4342282,273	4342282,273	4689664,855	4689664,855
3.3 - Clorita-talco-xisto	5712747,56	5712747,56	6169767,368	6169767,368	6663348,757	6663348,757	7196416,658	7196416,658
4 - Lucro Bruto	1.163.541,00	1.171.814,97	1.256.624,28	1.265.560,16	1.357.154,23	1.366.804,98	1.465.726,56	1.476.149,37
5 - Depreciação (5 anos)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 - I. R. (27%)	314.156,07	316.360,04	339.288,56	341.701,24	366.431,64	369.037,34	395.746,17	398.560,33
7 - Lucro Líquido	849.384,93	855.424,93	917.335,73	923.858,92	990.722,69	997.767,63	1.069.980,39	1.077.589,04

Tabela 8.m) Mét. de Avaliação Econ. do Projeto com os dois Possíveis Fluxogramas e com diferentes Taxas de Retorno

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7
<b>Lucro Líquido F1/Vermelho</b>	-4.767.982,62	749.430,77	709.734,92	717.958,32	769.007,86	744.302,37	849.384,93
<b>Lucro Líquido F2/Azul</b>	-4.377.877,93	678.353,52	663.529,88	711.847,31	764.030,14	760.825,59	855.424,93
	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>				
<b>Lucro Líquido F1/Vermelho</b>	917.335,73	990.722,59	1.069.980,39				
<b>Lucro Líquido F2/Azul</b>	923.858,92	997.767,63	1.077.589,04				

**Pelo Método do VA**

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 10% a. a.;

**VA F1 (vermelho) = (R\$ 178.223,75)**

**VA F2 (azul) = R\$ 195.675,69**

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 15% a.a.;

**VA F1 (vermelho) = (R\$ 957.743,11)**

**VA F2 (azul) = (R\$653.502,07)**

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 8% a. a.;

**VA F1 (vermelho) = R\$ 317.186,29**

**VA F2 (azul) = R\$ 619.825,75**

Nota-se que a taxa de atratividade mínima dos empreendimentos estão boas, mas o fluxograma azul apresenta um melhor retorno. Observar que estes lucros só ocorrerão se houver toda produção vendida dentro das expectativas teoricamente projetadas.

Pelo Método da TIR (Taxa Interna de Retorno)

**VA(TIR%) = 0** **TIR = 9,46480%**

**VA(TIR%) = 0** **TIR = 11,09154%**

Tabela 8.n) Análise de Sensibilidade aplicado a dois casos:

caso 1(C1) - quando das oscilações nas vendas do produto final (oscilações de - 3% - 5% + 3% e + 5%) ao longo de 10 anos;

caso 2 (C2) - quando das oscilações na compra das matérias-primas minerais ( oscilações de - 10%, - 15%, + 10% e + 15%) em 10 anos;

	C 1 (-3%)	C 1 (-5%)	C 1 (+3%)	C 1(+5%)	C 2 (-15%)	C 2 (-10%)	C 2 (+15%)	C 2 (+ 10%)
<b>TIR F1</b>	5,11527%	2,05192%	12,52446%	14,51877%	11,31197%	10,65523%	6,44488%	7,36748%
<b>TIR F2</b>	6,57059%	3,83122%	14,46852%	16,49602%	13,23921%	12,57220%	8,31365%	9,24416%

## 9) CONCLUSÃO

Este estudo demonstra que o empreendimento da Central de Processamento pode ser viável em todos os aspectos estudados.

No aspecto físico, ficou demonstrado o potencial geológico mineral de Itapeva e micro região onde se verificou que, além dos três produtos almejados para serem, inicialmente, processados na Central ou seja, o filito, o talco e a clorita-sericita-talco xisto, há uma série de outros minerais e rochas que podem vir a ser colocados no rol de ofertas para as indústrias, desde que estudos de caracterização mineral e pesquisas mais aprofundadas sejam executados. Com certeza será de interesse futuro da Central financiar estes estudos, focando principalmente, o caulim, o granito, a wollastonita e rochas carbonáticas com alto grau de pureza, principalmente, calcários calcíticos. Estas ocorrências minerais, muitas delas já verificadas "in locu", ainda não sofreram pesquisas detalhadas, com objetivo de processamento industrial pois, necessitam de fundos para serem executadas e, este, é um objetivo e compromisso estratégico da Central de Processamento de Itapeva.

No aspecto técnico, apesar de o fluxograma 2 ser mais clássico, ele apresenta alguns equipamentos que, operacionalmente, são desvantajosos para os minerais e rochas específicos do processo, tais como o britador de mandíbulas, que não trabalha bem com rochas lamelares ou muito argilosas e pode gerar materiais com granulometria acima da desejada para posterior uso no moinho de martelos. Já o britador de impacto, do fluxograma 1 que, apesar de operar bem com estes materiais, pode vir a ter problemas se a Central começar a processar rochas muito coesas ou abrasivas tais como o granito.

Em outros aspectos, são vistos, com vantagens operacionais e de instalações, diversos outros equipamentos do fluxograma 1, tais como a economia de combustível do forno Hazemag em relação ao tubular. O moinho SAM, em relação ao de bolas, apresenta, também, uma maior

eficiência de cominuição que, no caso particular dos minerais filossilicáticos (formato placóide), apresenta uma relação de cominuição por fricção muito maior que o mais ajustado dos moinhos de bolas. Por estes fatores tem-se tecnicamente maior empatia com estes o fluxograma 1.

Nos aspectos de mercado e de economia a Central, também, apresenta viabilidade devido a diversificação de produtos e mercados de consumo, bem como, a expectativa otimista do crescimento do mercado consumidor das matérias-primas, tais como as indústrias cerâmica, de revestimento, de louça sanitária, de refratários, de tintas, de plásticos e a própria construção civil que, especialistas, apontam para demandas crescentes no país; as crises econômicas, que são ciclos endêmicos, não interferem na vontade do brasileiro de ter sua residência e/ou melhorá-la.

Toda indústria consumidora de matérias-primas minerais quer produtos de qualidade contínua e com preços competitivos e os produtos ofertados, aliados a um rígido controle de seus custos, oferecem uma boa oportunidade competitiva e são, indiscutivelmente, um forte apelo para a boa comercialização dos produtos da Central.

O fluxo de caixa demonstrou viabilidade com taxas positivas, tanto para o fluxograma 1 quanto para o fluxograma 2 sendo, este último, com melhor retorno.

A análise de sensibilidade estudou, particularmente, os principais fatores internos que afetam, a Central, como a variação de volume comercializado de seus produtos e a variação no preço de compra das matérias-primas e condicionou, a solução para estes problemas, na conquista de novos clientes, crescimento econômico do país, desenvolvimento contínuo de novos mercados para seus produtos, uso de novas matérias-primas, novas e maiores quantidades de fornecedores de matérias-primas e investir em mineração própria.

A análise de sensibilidade apontou que o principal fator de déficit do empreendimento se caracterizou pela má comercialização de produtos, cujo faturamento não poderia oscilar, como o foi, com decréscimo de 5% ao



longo de 10 anos, que resultaria numa taxa de retorno muito abaixo das necessidades de crescimento do empreendimento e comprometimento de seu futuro. A necessidade de que toda sua produção seja comercializada tem, como desafio, a conquista e posterior manutenção de clientes. O aumento de preço das matérias-primas a serem processadas pela Central, não afetará tanto o empreendimento, sendo observado que se houver tendência de aumento de, até, 15% nos preços, ao longo de 10 anos de operação da Central haverá, ainda, uma taxa de retorno entre 4% e 5%.

A Central, em si, deverá crescer mas, é de suma importância, reafirmar-se, a constante necessidade de desenvolvimento de outros produtos, pesquisa geológica e exploração de novas minas, a busca da exportação, a diversificação de produtos ofertados e a procura constante de novos clientes, tanto para novos produtos quanto pelos já produzidos.

## 10) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Fernando F. M. de , HASUI Yociteru, PONÇANO Waldir Lopes ,DANTAS Agamenon S.L., CARNEIRO Celso Dal Ré, MELO Mário Sérgio de, BISTRICHI Carlos Alberto . **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. Vol. 1. Divisão de Minas e Geologia Aplicada - IPT / USP - São Paulo - 1981.

**Anuário Mineral Brasileiro** - Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) Min. das Minas e Energia. 1997 e 2000.

ARRUNATEGUI, Hugo. **Tratamento de Minerais II**. Ed. EM/UFOP - Ouro Preto - 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. **VI Encontro de Mineradores e Consumidores**. Comissão de Minerais Industriais. Jornal Pólo Cerâmico - Laguna - Santa Catarina. 1998.

BERALDO, José Luiz. **Moagem de Minérios em Moedores Tubulares**. Ed. Edgar Blucher Ltda. São Paulo. 1987.

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Mineração no Brasil: informações básicas para o investidor**. DNPM - Brasília - 1996.

CAMPIGLIA, Américo O. & CAMPIGLIA, Oswaldo R.. **Controles de Gestão - Controladoria Financeira das Empresas**. Ed. Atlas - São Paulo - 1994.

CIMINELLI, Renato R. **A Tecnologia como Chave de Sucesso no Negócio**. Brasil Mineral nº 204. 2002.

CHAVES, Arthur Pinto , **Teoria e Prática do Tratamento de Minérios - Vol. 1.** Ed. Signus - São Paulo - 1996.

COELHO, Edilson. **Crescimento da Indústria Cerâmica** Jornal OESP – Caderno de Economia , 17/10/1997

COELHO, José M.. **A Importância das Matérias-primas Minerais na Competitividade do Segmento de Revestimento Cerâmicos.** Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências / UNICAMP - Campinas - 1996.

COELHO, José M.; SOUZA, Petain A.; SUSLICK, Saul B.. **Custo Brasil na Comercialização de Minerais Industriais.** Revista Cerâmica Industrial p 14 a 22, ano 1 Mar/Abr. Ed. ABC ( Assoc. Brasileira de Cerâmica ) - São Paulo - 1996.

COSTA, Edilson A.. **Modelo de Custeio para Indústrias Consumidoras de Bens Minerais: Estudo de Caso do Setor de Revestimento Cerâmico.** Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências / UNICAMP - Campinas - 1996.

DANNA, W. & HUBOLDT, F.. **Manual de Mineralogia.** Ed. Livros Técnicos e Científicos S.A. Rio de Janeiro.1983.

FEDERICI, Mateo & GONZALES, Adelino. **A Moagem Contínua a Úmido na Indústria do Grés Porcelânico.** Revista Kéramica 1998.

FERNANDES, E. C.. **O Sistema tributário do Mercosul.** Revista dos Tribunais - São Paulo - 1997.

- FERREIRA, Gilson E.. **Pequena Empresa: A Base para o Desenvolvimento da Mineração Nacional**. Série estudos e documentos, 32 MCT/CNPq/CETEM - Rio de Janeiro. 1996.
- FOLK, Robert. L.. **Practical Petrographic Classification of Limestone**. Bulletin ( of the ) American Association of Petroleum Geologists - Tulsa - Oklahoma, 43: 1-38, 1959 / id..Spectral Subdivisions of limestone types. s.l.,1962 ( American Association Petroleum Geologists. Memoir. 1, p 62-85 ).
- GENTRY, D. W. & O'NEIL, T. J..**Mine Investment Analysis**. Society of Mine Engineers - AIME ( Association Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, Inc. ) - New York - 1994.
- Lei Orgânica do Município de Itapeva**. Ed. Visão - São Paulo - 1990.
- LEINZ, Vitor & AMARAL, Sérgio E. do. **Geologia Geral**. Editora Nacional - São Paulo - 1982.
- LUZ, Adão B. da, SAMPAIO João Alves, LIMA João Freitas- **Tratamento de Minérios**. Ed. CETEM/CNPq. Rio de Janeiro, 1995
- MACCALÓZ, Salete M. et alii. **Globalização Neoliberalismo e Direitos Sociais**. Ed. Destaque - São Paulo - 1996.
- MACHADO, Iran F..**Recursos Minerais; Política e Sociedade**. PRÓ-MINÉRIO. Ed. Edgar Blücher Ltda.. São Paulo. 1989.
- Manual de Britagem FAÇO / SVEDALA**. 5ª. edição. São Paulo - 1994.
- Manual dos Equipamentos de Transporte FAÇO / SVEDALA**. 5ª. edição. São Paulo. 1994.

**Manual Secadores Hazemag (Consulta Técnica e Financeira).** ICON - Industrial Conventos S.A.. Crisciúma - Santa Catarina. 1999

**Manual Projetos Mecânicos Refratários e Consultoria.** Ed. Pela PROFER - São Paulo. 1995

MARANHÃO, Ricardo J. L.. **Introdução à Pesquisa Mineral.** BNB. ETENE. Fortaleza - 1982.

MINGUZZI, Rubens B. - **Carteira Forense.** KONFINO (Coletânea das Leis do Brasil) - TOMO II - 2ª. ed. - Rio de Janeiro - 1978.

OLIVEIRA, Juarez de. **Código Comercial / Organização de textos, notas remissivas e índices (Legislação Brasileira).** Ed. Saraiva - São Paulo - 1992.

PORTER, Michael E.. **Estratégia Competitiva. Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência.** Ed. Campus - Rio de Janeiro. 1986.

PORTER, Michel E.. **A Vantagem Competitiva das Nações.** Ed. Campus - Rio de Janeiro - 1993.

Revista ANAFF - **Legislação, Jurisprudência e Atos Administrativos.** Órgão da Associação Nacional Agentes do Fisco Federal. Ano XXXIII no. 444. São Paulo. Março de 1999.

Revista Minérios e Minerales - **Argamassas** (Plantas cuja produção excedem 200 mil t / ano) Ed. Univers Setembro 1999.

Revista Minérios & Minerales - **A hora de Ocupar Espaço** (Nichos de mercado estão se consolidando para produção e consumo de minerais

industriais). Ed. Univers - São Paulo. Agosto de 1999. *Apud* Artigo publicado pelo DARM / IG / UNICAMP por COELHO, José M. ; SOUZA, Maria C. de e SUSLICK, Saul B..

Revista Minérios & Minerales - **Os Plásticos se Aliam aos Minerais**. Ed. Univers - São Paulo. Julho de 1991. *Apud* "Mintek Bulletin" No. 38, da África do Sul.

Revista Minérios & Minerales - **Equipamentos que Aumentam a Produtividade das Plantas de Beneficiamento**. Ed. Univers - São Paulo. Junho de 1995.

Revista Minérios & Minerales - **Minerais Industriais - Nichos Emergentes**. Ed. Univers - São Paulo. Julho de 1995.

SANTOS, Pêrsio de Souza **Tecnologia de Argilas - Aplicações**. Vol. 2. Ed. Edgar Blücher Ltda. - São Paulo - 1975.

VIEIRA SOBRINHO, José Dutra. **Matemática Financeira**. Ed. Atlas, São Paulo, 1996.

SOUZA, Petain A.. **Avaliação Econômica de Projetos de Mineração - Análise de Sensibilidade e Análise de Risco**. IETEC - Belo Horizonte - 1995

SUGUIO, Kenitiro. **Rochas Sedimentares: Propriedades, Gênese, Importância Econômica**. Ed. Edgard Blücher. São Paulo, 1980.

TAVARES, L. M. . **Um Novo Método para o Cálculo da Eficiência Energética de Moinhos Industriais**. Depto. Eng. Metalúrgica e de Materiais EE/CORPE/UFRJ. 2001.

THEODOROVICZ, A.; CAMARA, Mário M.; MORAIS, Sílvia M.; GODOY, Hélio K.; TAKAHASHI, Armando T – **Projeto Engenheiro Maia – Ribeirão Branco**. Volume 1 CPRM / SRSP. 1986

WEISS, N. L.. **SME Mineral Processing Handbook**. Ed. By Norman L. Weiss Society of Mining Engineers. New York 1985.

VALE, Eduardo, **Avaliação da carga tributária incidente sobre o setor mineral**. DNPM - Brasília - 1992.

VELOSO, José Pedro. **Relatório Final de Pesquisa Mineral Processo DNPM 820531/87**. DNPM. 2001

“VOX LEGIS” ( equipe de organização, atualização, referências, notas, índices, revisão e supervisão ). **Código Civil Brasileiro**. Ed. Sugestões Literárias S.A. - São Paulo - 1976.

## ANEXO 1

### 1) Os Secadores Rápidos de Matérias-primas Hazemag

Podem ser descritos como um sistema de captação, aquecimento de ar e injeção, em contra-fluxo deste mesmo ar ao do material que se deseja secar; este material está sob a ação de pás agitadoras, internas do equipamento, que fazem o revolvimento do material e facilitam o contato e troca de calor entre as partículas e o turbilhonamento do ar quente. Mas, para melhor estudar o secador deve-se, antes, considerar alguns aspectos técnicos para avaliar o seu desempenho com um bom rendimento e produtividade.

Considerações gerais:

- a) material a secar é argiloso em sua totalidade;
- b) a granulometria de alimentação do equipamento é de 63 x 0,044mm;
- c) massa específica média 1,2 t/m<sup>3</sup>;
- d) umidade na alimentação máxima de 25%;
- e) umidade, após secagem, 0,5%; ter-se-á ganhos energéticos e de desempenho se o material, na alimentação, entrar com a umidade máxima de 18% sendo que, acima deste limite os ganhos serão inexpressivos;
- f) capacidade de alimentação 13,1 t/h - o que perfaz, em 16 h/dia e 26 dias/mês, um total de produção estimada em e 5.500.,00 t/mês; como a viabilidade dos equipamentos de secagem dependem da sua perenidade e boa utilização, para otimizar o seu uso e minimizar custos extras de consumo de energia, opta-se pelo trabalho seqüente de 24 h/dia, durante o tempo que se necessitar;
- g) a quantidade de água evaporada será em torno de 25% de umidade, ou máximos 2,525 t/h;



- h) combustível óleo 1 A BPF (óleo com Baixo Ponto de Fluidez 1A devido a alta taxa comparativa de enxofre e cinzas) ou GLP (Gás Liquefeito de Petróleo); no momento, apesar das restrições ambientais, o BPF ao custo de R\$ 0,87/Kg (dados de 11/2003) tem sido aplicado com enorme vantagem econômica em relação ao GLP que custa R\$ 1,98/kg (preços de novembro de 2003), com uma relação de poder calorífico de 9.750 kcal/kg e 11.600 kcal/kg, respectivamente; deve-se considerar, ainda, que o BPF necessita de pré aquecimento, pois só entra em ignição a 120° C e, mesmo assim, a minimização dos custos é largamente vantajosa;
- i) temperaturas máximas dos gases 800°C para as matérias-primas trabalhadas, sendo que 500°C são suficientes para retirada da água de cristalização;
- j) sistema de limpeza dos gases por filtros de mangas; e,
- k) altitude média local 680 m acima do nível do mar.

### **1.I) Caixão Alimentador com Moega de Carga (20 t) SL20**

Equipamento destinado a alimentação do moinho. Este equipamento é constituído de uma moega retangular, com uma esteira metálica de descarga na parte inferior.

#### **Características Técnicas**

Referência.....DAB 4000 X 1000;  
 Capacidade Volumétrica.....20 m<sup>3</sup>;  
 Potência Total ( 4 + 4 cv ).....6 kW;  
 Estrutura e Pés.....aço carbono; e,  
 Peso Aproximado .....9.000 kgf.

### **1.II) Transportador de correia 20" X 20 m - TC2020**

Equipamento destinado ao transporte de matéria-prima do alimentador vibratório até o secador rápido. Construído em perfis de aço carbono, composto de acionamento com motor, redutor, polias, correias, roletes, suportes dos roletes, esticadores, rolo motriz, rolo tensor e correia transportadora.

#### **Características Técnicas**

Largura da correia.....	610 mm;
Tipo de correia.....	Nylon;
Coberturas.....	superior 3/16" / inferior 1/16";
Roletes de carga ( blindados ).....	Ø 4";
Roletes de retorno ( blindados ).....	Ø 4";
Espaçamentos.....	superior 1,2 m/inferior 3,0 m;
Polia motriz.....	Ø 400 mm;
Polia retorno.....	Ø 320 mm;
Esticador.....	parafuso;
Estrutura Treliçada.....	H = 400 mm;
Apoios.....	perfis de viga "U" - 6";
Callha de carga.....	L= 2,5 m;
Chute de descarga.....	aço carbono;
Acionamento de cabeceira.....	5,5 kW; e,
Peso aproximado.....	2000 kgf.

#### **1.III) Eclusa Dupla Pendular Hazemag DPS66M-EDP66M**

A eclusa dupla pendular é uma válvula usada para alimentação ou descarga de material em sistemas fechados, especialmente em secadores, resfriadores, entre outros, evitando a entrada de ar falso ou saída de ar dos equipamentos onde está instalada.

Dois pares de comportas são arrançados, um acima do outro e que se abrem, alternadamente, possibilitando, assim, a passagem do material com estanqueidade.

É construída de chapas e perfis de aço carbono, soldados entre si, podendo conter chapas de desgaste aparafusadas na comporta, quando necessárias.

O acionamento é feito por motoredutor acoplado a um mecanismo com “came” e alavancas, os quais promovem a abertura ou fechamento das comportas.

#### **Características Técnicas**

Capacidade nominal.....	30 m <sup>3</sup> / h;
Tamanho máximo.....	150 mm;
Potência Instalada.....	2,2 kW; e,
Peso aproximado.....	700 kgf.

#### **1.IV) Secador Rápido Hazemag ASS-0940-AS2S0940**

O secador é constituído por uma estrutura com forma tubular oval, em módulos, construída em chapas de aço carbono soldadas entre si e flangeadas, onde estão localizadas portas de inspeção e de limpeza, tampas de explosão (quando necessárias), boca para entrada de material úmido, de entrada de ar quente, para exaustão dos gases saturados e de descarga do material seco.

A câmara de secagem possui revestimento interno na parte inferior, com placas de desgaste aparafusadas na carcaça, paredes divisórias (chicanas) suspensas internamente na carcaça (com regulagem de altura) para orientar o fluxo de ar quente e/ou material, ajudando no aumento ou diminuição do tempo de permanência do material dentro da câmara de secagem.

A movimentação de material se dá por dois eixos constituídos por braços lançadores, sendo fixadas, nas extremidades dos mesmos, as pás lançadoras, fabricadas em material especial, adequado a cada condição de trabalho. O posicionamento e inclinações destas pás são responsáveis, em conjunto com as chicanas, pelo tempo de permanência do material dentro



Largura da câmara.....	2200mm;
Altura da câmara.....	3200mm;
Comprimento da câmara.....	4100mm; e,
Peso aproximado.....	16000 kgf.

### **1.V) Gerador Horizontal de Ar Quente 2.500.000 kcal/h - GH2500MO**

O gerador horizontal de ar quente é constituído por câmaras de combustão e de mistura, de formas cilíndricas e concêntricas, construídas em chapas de aço carbono, sendo a câmara de combustão revestida internamente com tijolos refratários isolantes. A câmara de mistura é provida de uma entrada de ar, onde será conectado um ventilador de ar de diluição.

A parte traseira dos cilindros concêntricos, é complementada por um disco de chapa de aço comum, revestido com tijolos refratários isolantes e preparado para a conexão com o corpo queimador.

Todo o conjunto é apoiado em dois berços construídos com chapas de aço carbono, formando estruturas tipo caixão, que são assentadas no solo. O gerador é complementado por um duto de ar quente, curto, construído em chapas de aço carbono e revestido internamente com módulos de fibra cerâmica com 125 mm de espessura.

#### **Características Técnicas**

Capacidade nominal.....	2500000 kcal/h;
Tipo de combustível.....	Óleo 1A ou GLP;
Diâmetro externo.....	2400mm;
Comprimento da câmara.....	4000 mm;
Temperatura de saída de ar.....	900°.C; e,
Peso aproximado.....	19000kgf.

### **2) Secador Tubular Rotativo PROFER**

Pode ser descrito como um sistema de secagem contínuo, onde o material sofre o efeito do calor em contrafluxo ao sentido do mesmo.

As paredes internas do secador são espiraladas e causam o deslocamento do material quando de sua movimentação, sempre no sentido da entrada de calor. O tubo cilíndrico encontra-se com determinada declividade, em relação a horizontal, para facilitar o deslocamento do material que, também, desta forma, sofre o efeito da gravidade.

Seu comprimento é dependente do grau de secagem e da quantidade de material e volume de água a ser processada na operação. Alguns tipos de secadores, tendo comprimentos menores, apresentam larguras maiores e rotações mais lentas e, as espirais internas, com menor espaçamento entre si, produzem um mesmo volume de material secado.

Seus custos de aquisição são de **R\$ 180.000,00** com a parte de montagem e serviços de engenharia fora do escopo e suas instalações estão por volta de **R\$14.600,00** (acrescidas pelos maçaricos e tanques de combustível).

## **2.1) Gerador de Calor**

O ponto de geração de calor denominado queimador, normalmente é composto de um conjunto de dutos e válvulas que determinam o regime de combustão e o volume de mistura entre o ar fornecido por um aspirador/exaustor, e o combustível (BPF e ou GLP); vai gerar a chama que aquecerá o ar na zona do maçarico (ponto de combustão do queimador).

Um fluxo de ar quente é ventilado por um exaustor na zona oposta a da geração da chama, promovendo desta forma a circulação de ar quente ao longo do tubo.

A geradora de calor ou zona do maçarico é revestida de cerâmica refratária e o maçarico é confeccionado de uma liga especial de aço e apresenta dois tubos de alimentação, independentes, um para entrada de ar e outro para passagem do combustível.

Um sistema eletrônico de regulação e quantificação de vazão do combustível e ar é determinada por um termostato interno que determina uma maior ou menor queima de combustível, estabilizando a temperatura desejada.

## **2.II) Zona Tubular Rotatória de Secagem**

A zona de secagem do material, fica enclausurada num tubo cilíndrico com bordas internas espiraladas (de trajetória helicoidal) que imprimem movimento ao material.

É constituída de aço 1020 calandrado a frio, com 25 mm de espessura média e com um volume interno de 23m<sup>3</sup> e as espiras são soldadas de acordo com a direção de saída e declividade do material. Possui um sistema de rotação acionado por rodas dentadas (coroa/eixo pinhão acoplado a redutor e motor), com declividade angular, ajustável ao eixo de impulsão do redutor/acionador que movimenta o forno; um jogo de polias, para a absorção de peso, está na base de sustentação da peça e rotaciona, em sentido contrário ao do equipamento, mantendo o equilíbrio e a permanência no sistema; polias, com inclinação semi horizontais, mantém sua ancoragem impossibilitando seu deslocamento longitudinal.

## **2.III) Eclusas de Entrada e Saída do Material**

O material é alimentado, continuamente, pela extremidade “fria” do tubo, num regime ditado, empiricamente, pela melhor vazão resultante e que, só será eficiente, dentro dos limites de residência necessários para atingir o grau de umidade requerida. A comporta de alimentação é feita por uma rosca helicoidal que introduz a massa dentro do tubo e, ao mesmo tempo, impede a saída do ar quente devido ao constante bloqueio de material na boca de entrada. O fluxo de ar quente direcionado neste sentido é coletado por orifícios periféricos superiores e fora da zona de rotação do

tubo e enviados a filtros de mangas que impedem a fuga das poeiras finas carregadas.

A saída do material acontece por gravidade, em boca de saída, após passagem na zona de alto calor, em posição logo a frente da zona de chama do maçarico; numa plataforma/canaleta côncava (calha), o material seco é direcionado a um processo de transporte, na parte inferior do equipamento (uma transportadora de rosca helicoidal).

#### **2.IV) Motores de Acionamento**

O sistema, como um todo, utiliza quatro motores que podem ser descrito em :

1 motor de 75 cv (55,2 kW) para acionamento do sistema redutor da rotação do tubo e de movimentação do forno, por coroa e pinhão, sustentado por eixo e redutor;

1 motor de 5 cv (3,68 kW) para aspiração e insuflação de ar na alimentação do queimador;

1 motor de 5 cv (3,68 kW) para acionamento da rosca helicoidal alimentadora do forno; e,

1 motor de 5 cv (3,68 kW) para exaustão e criação do fluxo de ar quente dentro do sistema.

#### **Características Técnicas**

Capacidade Nominal.....	3.500.000 kcal/h;
Combustível.....	Óleo 1A ou GLP;
Diâmetro externo.....	1600 mm;
Comprimento.....	15000 mm;
Zona do queimador e descarga.....	4000 mm;
Zona de alimentação e exaustão.....	1500 mm; e,
Zona tubular rotativa.....	11500 mm.

### **3) Britador de Mandíbulas série Jawmaster**



Dentre os modelos disponíveis um dos que sobressaiu, pelos melhores aspectos técnicos, é o britador de mandíbulas de 1 eixo Jawmaster da Metso Mineral, empresa de reconhecida reputação na fabricação de equipamentos de cominuição para processamento mineral.

Observe-se que, mesmo não sendo o tipo de britador mais indicado para se trabalhar produtos argilosos e, muitas vezes, com elevado grau de umidade, possui excelente desempenho mecânico e produtivo e, bem ajustados na boca de saída, dão bom ritmo de alimentação, oferecem, perfeitamente, um ótimo serviço; o modelo escolhido foi o **HD 806**.

Além de baixos custos operacionais, bem como, de manutenção e reposição de peças, sua robustez construtiva, sua fácil manutenção, pois não possui peças hidráulicas (afora “macacos hidráulicos” que ajustam a abertura e que nada têm a ver, diretamente, com o processo cominuidor ), ao contrário dos britadores de impacto, que, quando trabalham com tectossilicatos (quartzo presente em faixas arenosiltosas), têm acentuado desgaste de peças de contato.

Robustez da carcaça, mancal e eixo, que são extra pesados, resultando em vida mais longa ao equipamento. A carcaça é em monobloco, seu “queixo” tem construção tipo viga caixão projetados, com auxílio de análises em elementos finitos; para garantir operação com baixas tensões; a placa de proteção do “queixo” tem fixação positiva e calços de chapa, tipo cunha, substituíveis e protegem-no e também à carcaça por trás das mandíbulas.

O mancal é aparafusado para facilitar substituição e, o eixo, é forjado e rígido, com diâmetro maior do que a maioria dos britadores de tamanho similar e com pontas cônicas para facilitar a desmontagem do volante. Têm rolamentos esféricos reforçados e autocompensadores de rolo, lubrificadas com graxa e possuem labirintos profundos, com retentores extras de borracha, que impedem a entrada de sujeira e contaminantes nos rolamentos.

As mandíbulas, móveis e fixas, intercambiáveis, permitem melhor aproveitamento das peças de desgaste. A abanadeira é padrão, de rolamento a seco que reduz o desgaste e dispensa lubrificação. A disposição da câmara de britagem, com mandíbulas de inclinação simétrica e de grande profundidade vertical, elevam a uma maior capacidade de produção do que as similares comuns. A regulagem da abertura ajustada por molas, graças ao “macaco hidráulico”, assim como, também, a alta velocidade cominuidora, proporcionam um produto mais uniforme e cúbico. A tabela 3.1 mostra suas principais características.

**Tabela ANEXO 3.1) Britador de Mandíbulas Jawmaster Modelo 806 HD e suas características:**

Abertura de alimentação	0,80 m X 0,55 m
Comprimento ( dim. de instalação )	2,33 m
Largura ( dim. De instalação )	1,74 m
Altura ( dimensão de instalação )	2,22 m
Diâmetro do volante	1,40 m
Volume de exportação	11 m <sup>3</sup>
APF(Abert. Posição Fechada)máx-min	0,15 m – 0,05 m
Peso Total	9850 Kg
Potência motor	55 KW
Rotação	300 RPM
Produção	95 t / h a 150 t / h

Apresenta a capacidade variável em relação a abertura de saída referenciada pela abertura APF que, nas condições operacionais necessitadas pela Central, deve estar em APF = < 0,075 m ou 3” o que resulta numa produção, extraída da tabela de capacidade em t/h , entre 95 a 150 t/h, muito acima das necessidades da Central que se encontram em 12 t/h mas, devido a condicionantes de processamento chegam, na prática, ao equivalente a 50,6 t/h. Estas condicionantes dizem respeito a fatores que interferem, diretamente, na capacidade produtora do equipamento e a seu desempenho real em relação ao teórico.

Os fatores que interferem no desempenho produtor são:

a) densidade aparente dos materiais britados ( A );

- b) Work Index ( B );
- c) Fator do tamanho da alimentação ( C ); e,
- d) Fator de umidade ( D ).

resultando numa produção ( Q ) diferente da produção ideal ( Qt ) referendada nas tabelas e diferencia-se do contexto de produção idealizado no projeto:

$$Q = Q_t \times A \times B \times C \times D , \text{ onde } Q = \text{prod. real};$$

$$Q_t = 95 \text{ t / h - prod. ideal};$$

A = 0,8042 - média ponderada das densidades aparentes interpolada pelo valor de referência da tabela;

B = 0,86 - média ponderada do  $W_i$  interpolada com o valor de referência da tabela;

C = 1,1 - média da relação de tamanho da alimentação da britagem com sua abertura de saída;

D = 0,7 - valor de menor grandeza dentro da expectativa de umidade para os produtos a serem britados (considerando dias de chuva e material armazenado fora de coberturas);

Logo, temos que:

$$Q = 95 \times 0,8042 \times 0,86 \times 1,1 \times 0,7 = 50,6 \text{ t /h.}$$

Este é o valor real que deve ser enquadrado na produção horária. Granulometricamente, a escolha da abertura de boca de saída em 3" resulta num produto cuja a análise pode ser dada na tabela 7.d.

**Tabela ANEXO 3.2) Abertura de saída 75 mm X desempenho cominuidor**

Tamanho de alimentação	Minério de Baixa Dureza Wi=8,8 a13,2 kWh/t	Minério de Média Dureza Wi=13,2 a 17,6 kWh/t	Minério de Alta Dureza Wi=17,6 a 24,3 kWh/t
150 mm 6"	-	100%	100%
125 mm 5"	100%	98%	97%
10 cm 4"	97%	94%	92%
88 mm 3 ½"	92%	88%	78%
75 mm 3"	85%	75%	65%
63 mm ou 2 ½"	74%	64%	52%
50 mm ou 2"	61%	52%	40%
38 mm ou 1 ½"	47%	39%	30%
25 mm ou 1"	33%	26%	19%
13 mm ou ½"	20%	14%	9%

Analisando seu desempenho cominuidor nota-se que, para "APF" de 75 mm (abertura de saída quando a mandíbula se posiciona fechada), com três tipos distintos de material, apenas pequena parte do mesmo efetivamente não se encontra dentro das necessidades de uso posterior dos materiais, que são a produção de granulometrias menores que 3" ou 75 mm. Ressalve-se, também que não há produto de alta dureza em uso hipotético pela Central.

Mais especificamente, quanto ao material de baixa dureza esta tabela apresenta que apenas 3% se encontram em granulometrias acima de 4" sendo destas 100% menores ou iguais à 5" e tem-se que apenas 8% do material não atinge a faixa mínima ideal de alimentação da etapa posterior os 75 mm.

#### **4) Britador de Impacto**

São máquinas especialmente projetadas para a britagem de materiais com baixo índice de abrasividade e possuem, como características

principais, a alta produção e poder de redução com menor consumo de energia, produzindo com alta porcentagem de finos.

Sua grande robustez e resistência mecânica permite, também, o seu uso em materiais como granito ou basalto ou, até mesmo minérios de ferro, fornecendo alta produção e ótimas curvas granulométricas, porém, com custos operacionais maiores que os de instalações convencionais.

O modelo escolhido, dentre os diversos tipos, foi um britador de impacto modelo **KSH 1000** que tem, entre suas características construtivas:

- 1) cortina de correia e corrente para evitar retorno de material;
- 2) ampla câmara de impacto que permite britagem de longos blocos;
- 3) mesa de alimentação patenteada, acionada hidraulicamente, evitando assim o engaiolamento da alimentação;
- 4) revestimentos de grande espessura, resistentes ao desgaste e de difícil necessidade de substituição;
- 5) barras totalmente encamisadas que protegem bicas e transportadores, onde recebem o material a ser britado, cujas partículas vêm em alta velocidade;
- 6) rotor com barras de aço manganês fixadas por cunhas que evitam seu desprendimento; a solda de proteção na superfície do rotor evita o seu desgaste por abrasão;
- 7) barras de impacto, protegidas por anéis de aço manganês, ajustáveis horizontalmente por meio de calços, permitem regular a granulometria do produto. Pinos de segurança os protegem contra materiais não britáveis;
- 8) secção posterior, pivotada, abre-se por meio de pistão hidráulico permitindo fácil manutenção na câmara de britagem; e,
- 9) secção superior removível, permite melhor ventilação em casos de eventuais soldagens para manutenção.

**Tabela ANEXO 4) Britador de Impactos e suas Características**

<b>Britador KS 1000</b>	<b>Características intrínsecas</b>
Aplicação	Britagem Primária
Peso (t)	15
Boca A X B (cm)	70 X 100
Rotor D X L (cm)	90 X 90
Motor (kW)	75 a 110
Rotação (rpm)	500 – 800
Produção (t/h)	80 – 150
Tamanho máximo da alimentação (m)	0,50
Produto gerado menores que (mm)	32 – 75

Observando-se a tabela nota-se seu grande poder cominuidor, o que retira a necessidade de se utilizar de rebitagens mas, contudo, comparativamente ao Jawmaster, apresenta alguns aspectos negativos, tais como, necessidade do dobro de potência e conseqüente maior consumo energético. Quanto aos problemas, inerentes a britagem de rochas abrasivas, podem ser considerados dentro dos padrões aceitáveis de desgaste tendo em vista a baixa abrasividade do material a ser processado pela Central, permitindo-lhe uma assegurada vida útil. Contudo, se houver necessidade de produção e venda de rochas e minerais abrasivos, o equipamento perderá seu desempenho em relação ao de mandíbulas.

O equipamento supre as necessidades produtivas com fácil desenvoltura, gerando materiais em faixas granulométricas desejáveis para posterior moagem. Momentaneamente, super dimensionado, pode vir, futuramente, ser mais exigido se houver incremento de produção, assim como, também, o é o britador Jawmaster. Para o grosso dos materiais da Central o britador de Impacto é o melhor equipamento do ponto de vista técnico, porque produz as menores faixas granulométricas. após seu uso na cominuição primária e apresenta material com boa cubicidade após a passagem pelo equipamento, além de aceitar alimentação de materiais lamelares com melhor desenvoltura cominuidora, se comparados com o Jawmaster, contudo, passível de ser preterido por apresentar maiores custos energéticos e, este, é um fato desabonador.

## 5) Moinho de Martelos

Os moinhos de martelos são os exemplos de similares, em menores escalas, de seus “irmãos maiores”, os britadores de impacto. Apresentam também o mesmo processo cominuidor de partículas minerais que são o impacto entre as barras (martelos) rotativas, em alta velocidade, sobre as partículas minerais que permanecem retidas, internamente, por uma grelha classificadora, que só permite a passagem de partículas menores que sua abertura. Tornando-se, assim, num fator de eficiência classificadora, o que aumenta a capacidade funcional do equipamento e melhor desempenho de cominuição.

São indicados, principalmente, para materiais menos abrasivos, típicos das industriais moageiras de calcário, cerâmica, cal, carvão mineral, e outras. Versáteis, possuem diversos ajustes para obtenção da granulometrias e produções desejadas tais como, velocidade periférica, potência, abertura da grelha retentora e regulagem da distância entre a placa de impacto e a superfície de trabalho do martelo impactor e apresentam uma excelente relação de potência por tonelada produzida.

Três tipos foram estudados e são ofertados e produzidos pela Metso Minerals, e a escolha recaiu sobre o que apresentava uma melhor possibilidade de trabalho com diversidade de tipos de materiais a serem cominuídos, aliado a um alto desempenho de cominuição. Os da série 12080 P apresentam ótimo poder cominuidor, porém não são apropriados para uso com minerais abrasivos e de grande resistência mecânica. Os da série HD (“Heavy Duty” - serviços pesados) apresentam poder de trabalho com partículas abrasivas, porém têm menor poder cominuidor. Assim, o modelo escolhido foi o **75100 S da série S (Standard)** que, apesar de um desempenho cominuidor menor que os da série 12080 P e apresentar uma menor resistência que os da série HD, compõe o modelo mais promissor para a Central, visto que apresenta razoável resistência a abrasão levando-

se, ainda, em conta que a Central não trabalhará, pelo menos, inicialmente, em nenhuma de suas operações, com massas de material de alta abrasividade e apresenta um excelente desempenho cominuidor atingindo até 40 % da massa de materiais friáveis, com granulometrias menores que malha 200 ( $< 0,075$  mm), com abertura de grelha de saída de 2 mm e  $d_{80} = 0,700$  mm e, 30% da massa cominuída, para materiais de alta dureza com granulometria menor que a 0,075 mm e  $d_{80} =$  malha 0,840 mm.

A alta velocidade periférica proporciona granulometrias mais finas do produto mas eleva os níveis de desgaste, reduzindo a durabilidade dos martelos e grelhas. Sua escolha está relacionada com o material e a abertura da grelha pois, quanto menor a abertura, melhor será a moagem obtida, o que implica, também, em um maior desgaste e, por isso, só devem ser utilizados para materiais mais macios e com  $A_i$  ( índice de abrasividade ) menores que 0,1.

### **5.1) Características Construtivas**

A carcaça de chapas, com revestimentos laterais laminados e frontais fundidos e tampa de abertura, opcionalmente, com macaco hidráulico. Rotor com discos substituíveis, permitem 3 regulagens de avanço dos martelos e placa regulável para ajuste da granulometria, trabalha com duas ou quatro fileiras de martelos. É acionado por polias e correias ou acoplado diretamente no motor. Mancais com rolamentos auto compensadores de rolos, lubrificados com graxa e vedação por labirintos. Suas características mais expressivas podem ser observadas na tabela Anexo 5.

**Tabela ANEXO 5) Características Moinho de Martelos Modelo 75100 S**



<b>Dimensões</b>	<b>Modelo 75100 S</b>
Rotor (diâmetro em mm)	750 X 1000
Boca de alimentação (mm)	130 X 1000
Potência (KW)	74,75
Rotação (rpm)	1200 – 1800
Velocidade Periférica (m/s)	45 – 68
Alimentação (tam. máx. em mm)	102 ( 4 polegadas )
Peso (Kg)	3200
Volume de exportação (m <sup>3</sup> )	3,8
Wi da série S	10 – 12
Produção (t/h)	16 – 30
Vel. Perif. Mín. Recomen. (m/s)	60 – 70

Os martelos, para os materiais a serem processados na Central, deverão ser do tipo multiface, construídos em formato cúbico e suportados por um braço central individual, que permite a montagem de oito posições distintas. A durabilidade do martelo, graças a isso, pode chegar a ser 50% maior. Para sua troca, basta deslocá-lo para o lado, abaixá-lo e virá-lo 45°, permitindo a passagem dos entalhes da cabeça do braço pelos rasgos internos do mesmo; observe-se que este movimento é impedido, durante o trabalho, pelo martelo vizinho garantindo, assim, fixação segura. Fundido em ferro branco 33F (liga com bom teor de Mg para catalização e carbonatação da grafita, na redução do processo), com dureza de até 550 HB (índice de resistência para abrasivos e trabalhos duros).

A grelha utilizada é do tipo laminada, construída pelo alojamento de barras individuais, com saliências separadoras, apoiadas em um leito, formado por arcos usinados nas laterais da carcaça, compondo um conjunto semi-circular concêntrico ao rotor; o tamanho escolhido da sua abertura foi a de 2 mm, o material é de aço “mola” temperado para 50 RC (Rocwell C – índice de dureza da liga).

As placas de impacto do revestimento do moinho são de ligas especiais de alta dureza e resistência a abrasão, são mais grossas nos locais mais fortemente atingidos pelo impacto e são de grande durabilidade, devido às características do material aliado ao desenho do projeto.

## **6) Moinhos SAM (Pulverizadores)**

Os moinhos SAM são, com excelente economia energética, uma nova concepção nos processos de cominuição de minerais, que objetivem finíssimas faixas granulométricas e ausência de contaminação de ferro, principalmente, para minerais de aplicação industrial. Têm sido usados em operações de diferentes tipos de bens minerais, tais como, feldspatos, quartzo, cimentos, calcários e escória de altos fornos e podem operar, eficientemente, com partículas lamelares e argilosas.

Podem trabalhar tanto em via seca quanto úmida mas, para as necessidades da Central, a opção recai sobre o sistema de operação por via seca, que exige pequena necessidade de fluxo de ar, mesmo em circuitos fechados como é o caso. Sua operação oferece produtos da faixa de 0,075 mm a, até, partículas de 0,003 mm., dependendo de ajustes no movimento rotatório do rotor, do arranjo dos pinos giratórios, das exigências de trabalho (grau de moagem requerida) e das características intrínsecas do material a ser cominuído. As capacidades produtivas são inerentes ao produto e dependem de testes a serem executados nos laboratórios piloto da Metso Minerals.

Seu consumo energético, relativo ao grau de cominuição, é medido em KWh/t e apresenta, comparado aos moinhos de bolas convencionais, muito maior eficiência para cominuir um mesmo produto. Para a Central foi dimensionado o moinho de 75 kW.

Como principal desvantagem, em comparação ao moinho de bolas, apresenta uma hora/produção menor. Contudo se ainda bastante adequado para as condições a serem operadas na Central.

### **6.1) Princípios Operacionais Via Seca**

A cominuição ocorre pelos processos de impacto e fricção e são ocasionados por um rotor, incrustado de pinos revestidos de carbetto de

tungstênio que, em um processo rotativo, agita bolas moedoras, do mesmo material dos pinos (corpos de moagem), garantindo uma eficiente transferência de energia para a fricção entre as bolas e o material, ocasionando a moagem.

O desenho externo é levemente diferente do de via úmida e é alimentado pela parte superior e, sua saída, pela parte inferior, passando por uma grelha espessa (tipo um diafragma), confeccionada com o mesmo material usado no revestimento dos corpos moedores (mas com tratamento para obter ainda maior rigidez) e, embaixo, uma espiral transportadora faz a descarga.

O nível de material que alimenta o moinho é checado e controlado por níveis empíricos obtidos em testes, que atuam alterando o tipo de material que irá alimentá-lo, bem como, o seu fluxo de entrada, tem-se a verificação dos resultados obtidos, cada mudança, nas suas descargas. Após cada alteração, determina-se a otimização do seu emprego e ritmo de produção, necessária para cada material a ser cominuído.

A reposição das bolas de moagem é feita, separadamente, por uma entrada independente na parte superior do equipamento.

## **6.II) Características Construtivas**

As dimensões podem ser verificadas na tabela VII.g. O revestimento interno da carcaça é feito de aço Mn de altíssima dureza, no qual ocorre o encruamento e à medida que vai trabalhando tem sua resistência aumentada, de forma crescente. A placa de descarga (tipo grelha) é feita de aço plano tipo HARDOX 600 (Aço Níquel para alta abrasividade).

O rotor tem seu eixo principal confeccionado em liga de aço-cromo-wolfrânio, protegido, assim como a placa da descarga, por carbeto de tungstênio e é equipado com pinos de aço, revestidos com carboneto de tungstênio. Os ladrões da placa grelhada da descarga, no fundo do moinho, são feitos de forma tal que, as esferas moedoras, devido às suas formas,

não obstruam a passagem do material cominuído e, com a ajuda de um revolvedor existente na base do rotor, são impelidas para movimentarem-se, evitando, assim, a retenção de produtos.

A descarga do material seco é feita com um tanoeiro, espécie de tronco cônico, abaixo da placa grelha, que capta o material e o direciona para espiral de transporte, também chamado alimentador de rosca, que tem sua capacidade de descarga variável, de acordo com a necessidade de vazão da moagem.

A reposição das esferas cominuidoras e demais peças do sistema de moagem é patenteada e só pode ser adquirida através dos representantes da Metso Minerals e suas características mais importantes estão resumidas na tabela 6.

**Tabela ANEXO 6) Características Moinho SAM Modelo 75**

<b>Dimensões</b>	<b>Modelo SAM 75</b>
Rotor (diâmetro em mm)	300 X 1200
Boca de alimentação (mm)	130 X 300
Potência (KW)	75
Rotação (rpm)	1200 – 1800
Alimentação (tam. Máx. em mm)	6,35 ( 1/4 polegadas )
Peso (Kg)	2300
Volume de exportação (m <sup>3</sup> )	3,8
Produção (t/h)	0,8 – 6

### **7) Moinhos de Bolas com Revestimento de Borracha**

Os moinhos de bolas são dos mais comuns e eficientes processos cominuidores, em que se deseje obter partículas bem finas. Apresentam boa capacidade produtiva e baixa necessidade de repasse ou de recirculação de cargas, se comparados a outros tipos, tais como os Raymond - verticais de rolos pendulares, ou os Lopulco - verticais de rolos horizontais que chegam a recircular em, até, 1500% suas cargas, para uma comparação de, no máximo de 100% nos moinhos de bolas, em circuitos fechados.

Normalmente se utilizam de esferas de aço fundido, ou ferro fundido, com alto ou baixo cromo, como corpos moedores, embora, também caibam nestas designações, os que empregam pequenos cilindros, ou troncos cônicos (cylpebs), ou bolas de alumina, ou., ainda, outros corpos de forma similar, como os moinhos de seixos de quartzito ou sílex.

Podem ser usados em via úmida ou seca e em circuitos abertos ou fechados de moagem.

Os tamanhos dos corpos moedores (bolas) devem ser selecionados de acordo com o tamanho do material de alimentação, a carga circulante, a velocidade do moinho, diâmetro do moinho e do  $W_i$  do material (AZZARONI *apud* BERALDO, 1987). A experiência demonstra que a redução entre os corpos moedores é diretamente proporcional, por exemplo, se um moinho contém bolas de 3", 2", e 1", elas perderão, com o uso 1/8" no diâmetro de qualquer delas, num mesmo intervalo de tempo.

A escolha que melhor se adequou às necessidades técnicas da Central, devido a seus atributos individuais de moagem e às condições de alimentação, foram pelo moinho de bolas "ballpeb" ou "tube mills" compartimentado, com duas câmaras internas separadas por grelhas e empregando sempre, diafragmas de descarga.

Apresentam, no arranjo de alimentação o tipo de entrada denominada "Spout Feeder" que garante fluxos eficientes do material, tanto em via seca quanto úmida. São moinhos de bolas longos com  $L/D \geq 2,5$  a 3 (razão entre comprimento e diâmetro), que recebem alimentação já fina ( $d_{80} = 1,2\text{mm}$  a  $0,84\text{ mm}$ , ou seja, diâmetro de corte do material cuja massa seja 80% passante na malha) e fornecem produtos muito finos  $d_{80} = 0,075\text{ mm}$  para menores tamanhos. Usam bolas de alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) pequenas, variáveis de compartimento para compartimento, sendo decrescentes em tamanho de acordo com a câmara em que atuam.

Seu revestimento interno tem a nova tecnologia de placas de borracha com ímãs permanentes que, entre outras vantagens, dispensam parafusos para sua fixação, além é claro, de proporcionar menor

contaminação do produto a ser cominuído e que deve ser isento, ao máximo possível, de contaminação por ferro.

No tocante a possibilidade de uso de bolas de aço em lugar das cerâmicas à base de alumina, reconhece-se em estudos que, aquelas, ao se atritarem, nos processos em via seca, sofrem uma ionização eletrostática que as torna coligadas às partículas minerais do material cominuído, advindo, daí, uma cobertura que se apresenta sobre a superfície das esferas e evita o contato do aço com aço que, pode se desprender das bolas e contaminar o material moído; assim, através desta observação, sua utilização é passível, tecnicamente, de ser usada mas, para evitar que, mesmo este mínimo de contaminação ocorra, utilizar-se-ia de bolas de alumina que tornariam o material isentos do contaminante. Ressalte-se que o processo cominuidor fica mais oneroso devido a menor eficiência da moagem por bolas de alumina, em relação as de aço, proveniente de seu menor peso específico o que implica em menor energia de fricção.

Outro aspecto que deve ser salientado é que, as moagens efetuadas com esferas rochosas (quartzito e sílex), deixam muito a desejar no aspecto de eficiência cominuidora e, em processos que se desejam granulometrias extremamente finas, são totalmente inviáveis, principalmente nos processos em via seca.

O fato do revestimento ser de borracha também implica em maior energia cinética dos corpos moedores, o que acarreta, naturalmente, em maior desgaste e reposição de bolas cerâmicas. A velocidade de rotação do moinho pode diminuir esta energia cinética se o efeito revolucionário dos corpos moedores estiverem mais voltados ao movimento “cascata”, ou seja, deslizamento e cominuição por fricção.

## **7.1) Características Operacionais**

Os aspectos que têm importância bastante relevantes nos processos operacionais com moinhos de bolas são sua velocidade crítica, seu volume de carga, o  $W_i$  e o  $A_i$  e a massa específica do material a ser cominuído.

Estes fatores são dimensionados de acordo com as características almejadas para se obter um produto dentro das faixas granulométricas necessárias e com um mínimo de custos operacionais.

O talco-sericita-xisto, para uso na fabricação de tintas industriais ( $d_{95} = 45\mu\text{m}$  ou 325#), foi o material escolhido para dimensionar a potência exigida para a cominuição por ser o que apresenta maior consumo de energia, dentre todos os que serão processados, visto que, devido as suas características inerentes; as micas apresentam baixa resistência no plano de clivagem, que é basal mas, grande resistência a ruptura no sentido transversal e boa elasticidade quanto a deformação, ocasionando, com isso, um enorme consumo energético para sua cominuição.

Cálculo do consumo de potência horária por tonelada curta (N)

$N = 10 \times W_i \times [ 1 / ( P )^{1/2} - 1 / ( A )^{1/2} ] \times 1,1^*$ , onde \* conversão de toneladas curtas em toneladas comuns.

$$N = 10 \times 18 \times [ 1 / ( 45 )^{1/2} - 1 / ( 840 )^{1/2} ] \times 1,1 = 22,68 \text{ KWh/t} .$$

Onde  $W_i = 18$

Contudo, existem uma série de fatores que devem ser enfatizados e que representam a eficiência do equipamento, para com o material e para com o tipo de operação a ser executada, que são:.

A) EF1 - Fator de moagem em via seca, onde o material a ser moído, pode escapar do contato com os corpos moedores, pois estes e as placas de revestimento, ficam recobertos com partículas finas que lhe reduzem a eficácia, ocasionando uma menor velocidade no avanço do material, do que se o fosse em via úmida, sendo, portanto, menor sua eficiência; logo EF1 = 1,3;

B) EF2 - Fator do diâmetro (D) - a relação entre o aumento ou diminuição do diâmetro interno do revestimento do moinho com o aumento da energia para a moagem:

$$EF2 = ( 2,44 / D )^{1/5} , \text{ onde } D \text{ em metros}$$

$$\underline{EF2 = 1,08}, \text{ considerando interno do moinho em } 1,68 \text{ m}$$

C) EF3 - Fator da alimentação com tamanho excessivo - há um tamanho ótimo na alimentação dos moinhos para que a distribuição de diâmetros dos corpos moedores seja a mais homogênea e pouco dispersa, que pode ser achado por:

$$Ao = ( 13 / Wi )^{1/2} \times 4000 , \text{ onde } Ao \text{ é em } \mu\text{m}.$$

$$EF3 = [ Rr + ( Wi - 7 ) \times ( A - Ao ) / Ao ] / Rr , \text{ onde } Rr = A / P - \text{relação de redução.}$$

$$\underline{EF3 = 0,57}$$

D) EF4 - Fator da espessura para moinhos de bolas - as bolas dos moinhos são, na maioria das vezes, muito maiores que as necessárias para cominuir o material a granulometrias pequenas, principalmente as menores que 0,075 mm;

E) como resultado, há perda de eficiência quando se usam formatos comerciais para realizar as moagens finas.

$$EF4 = ( P + 10,3 ) / ( 1,145 \times P ) , \text{ onde } P \text{ é em } \mu\text{m}.$$

$$\underline{EF4 = 1,07}$$

$$EF5 - \text{Fator de Taxa de redução, a taxa de redução } Rr = A / P$$

Para moinhos de bolas

$$EF5 = ( Rr - 1,22 ) / ( Rr - 1,35 )$$

Observe-se que só se deve aplicar esta fórmula quando a taxa de redução do moinho de bolas for menor que 6:1. E como  $Rr = 18,67$  logo maior que 6 suprime-se este valor do cálculo.

Tem-se depois de calculadas todas as EFs:

$$N = 22,68 \times 1,3 \times 1,08 \times 0,57 \times 1,03 = 18,69 \text{ KWh/t.}$$

A velocidade crítica ( $V_c$ ) do moinho deve ser conhecida, para determinar a velocidade de rotação em que as partículas minerais sofrem aderência às placas de revestimento, motivadas pela ação da força centrífuga.



Calcula-se pela fórmula:  $V_c = 42,305 / ( D )^{1/2}$  (D em metros), logo temos  $V_c = 32,63 \text{ rpm}$ , para um  $D = 1,68 \text{ m}$

Para moagens em via seca, com moinhos de bolas do tipo compartimentado e saída do tipo diafragma, a velocidade deve ser de 70% a 78% da  $V_c$ . Obedecendo aos aspectos operacionais vigentes e dentro das premissas de execução de instalação opta-se por um moinho na tabela Anexo7:

**Tabela ANEXO 7) Condição Operacional de Moinhos de Bolas a Seco**

Diâmetro Nominal (m)	1,83
Comprimento (m)*	$2 \times 1,83 = 3,66$
Tam. das Bolas (mm)	50 a 25
Velocidade ( rpm )	22,8
Velocidade crítica ( % )	70,00
Veloc. Periférica (m/min )	131,08
Potência (KW) **	76,81
Diâm. Int. ao revest. (m)	1,68

\* Para moinho compartimentado em duas câmaras com diferentes tamanhos de corpos moedores. Observe-se que as grelhas divisórias devem ser de ligas de aço manganês hadfield ou de aço com cromo e molibdênio, que são as já ofertadas no mercado com baixo processo de contaminação, além de bons preços para aquisição e reposição.

### 8) Classificador Delta-Sizer

Consiste em um classificador mecânico em circuito pneumático de transporte, para separações granulométricas ultrafinas. Desenvolvido, portanto, especificamente para produtos impalpáveis de uso industrial, tais como os produtos a serem ofertados pela Central.

O Delta-sizer, pode ser integrado com a moagem convencional nas formas de circuito fechado e circuitos abertos, sendo um equipamento totalmente independente ou complementado com aerociclone, filtro de

mangas (despoeirador) e exaustor, completando o conjunto separador em quatro subprodutos:

- a) o produto grosseiro da classificação (carga circulante);
- b) o produto fino da classificação que alimentará o aerociclone;
- c) o overflow do aerociclone, que alimentará o filtro de manga; e,
- d) underflow do aerociclone, que gera o produto classificado dentro das especificações granulométricas desejadas pelos clientes.

O Delta-sizer é uma máquina de construção robusta, projetada para separar, com excelente desenvoltura, granulometrias que vão de faixas de 200  $\mu\text{m}$  à 5  $\mu\text{m}$  distinguindo e separando as frações desejadas com alta eficiência e baixos custos energéticos.

Os modelos padrão são configurados de acordo com a sua taxa de recepção de alimentação e podem variar de 0,1t/h à 25t/h, dependendo, além de seu tamanho, de outras variáveis tais como massa específica do produto e do ponto de corte granulométrico, ou seja quanto mais finas forem as partículas a serem separadas do restante da massa, menor será o ritmo mássico horário de vazão do produto final.

### **8.1) Princípios Operacionais do Delta-Sizer**

Um fluxo de ar ascendente e turbulento, em torno do rotor (que contém as ventoinhas) assegura a dispersão da alimentação. A ventoinha succiona, pela força aerodinâmica, as partículas finas para dentro do rotor, enquanto a força centrífuga rejeita o material grosseiro.

A reclassificação interna ou classificação secundária, ocorre quando, no processo, o material grosseiro que esta caindo da primeira tentativa, é revolucionado, em turbilhonamento, com a ajuda do novo fluxo de ar da entrada lateral, na parte interna da seção cônica do equipamento, recapturando as restantes partículas finas, que aderiram às grossas e não foram selecionadas na primeira tentativa. Uma porta ou cancela, com ar succionado da atmosfera, mantém o material revolucionando e acarreta sua

varredura junto a base do rotor, entre o conduto de saída do material fino e o duto da borda externa (cônico). Este fluxo de ar impede a passagem do material fino, recirculando-o para a direção ascendente, no domínio do rotor (onde nova possibilidade de captura dos finos ocorrerá), assegurando ao processo a isenção de partículas finas no material grosseiro.

## 8.II) Características Construtivas

Existem cinco modelos de Delta-sizer sendo produzidos no mercado, e o escolhido para a usina foi o modelo DS 32 que apresenta suas características na tabela Anexo 8:

**Tabela ANEXO 8) Características do Classificador Delta-sizer**

Tipo	DS 32
Peso do Equipamento (Kg)	3800
Taxa de alimentação nominal (t/h)	8 a 25
Potência Nominal Classificador (kW)	55
Pot. Nom. do exaustor de sucção (kW)	22
Velocidade do rotor (rpm)	0 a 1850

## 9) Aerociclones e Exaustores de Transporte

Os aerociclones são equipamentos de separação das partículas, por tamanho, em fluxos tais que, a maior parte das partículas grosseiras sejam carreadas para o “underflow” (fluxo inferior da saída do equipamento) e, as maiores proporções de partículas finas sejam encaminhadas para o “overflow” (fluxo superior da saída). São de grande utilidade na classificação dos produtos resultantes dos processos finais separação granulométrica onde, parte do material separado, vai para o ensacamento (normalmente o produto do underflow) e, o restante, para os filtros de manga (produtos ultrafinos).

Os exaustores são os equipamentos que succionam os fluxos de ar, mais partículas (suspensões) e que possibilitam o processo de classificação

e transporte dos materiais internamente nos aerociclones bem como, separações nos filtros de manga. São dimensionados de acordo com a capacidade destinada a produção (volume de produção, desempenho dos equipamentos, e características físicas do material, sendo sua pressão proporcional a seu diâmetro e sua vazão relacionada a dimensões das palhetas e rotação).

### **10) Alimentador Vibratório com Variador de Frequência**

São máquinas destinadas a atender a alimentação, retomada e dosagem de britadores, particularmente os primários e, devido a sua robustez, suportam duras condições de trabalho. O variador de frequência é um equipamento eletrônico, apoiado no sistema motor do alimentador, que pode oscilar o ritmo de descargas de corrente elétrica ao sistema acionador do motor do equipamento, diminuindo ou aumentando seu ritmo de rotações e, conseqüentemente, alterando a vazão de alimentação.

#### **10.1) Características Construtivas**

Compõe-se de uma mesa vibratória revestida com placas de aço Mn (aço hadfield) e, em sua parte final, com grelhas sobre trilhos para separação prévia de fragmentos menores aliando, numa só operação, a alimentação e a pré-classificação. A mesa vibratória descreve um movimento linear, inclinado a 45°, motivada pelo sincronismo de um par de vibradores universais, posicionados sob a mesa vibrante e que giram em sentido contrário e se utilizam de motores individuais para sua rotação, que são escalonadas, através de um variador de frequência ou a mudança do número de pólos do motor (motor ajustável de dupla polaridade) e que acarreta no aumento ou diminuição do ritmo de alimentação do britador, de acordo com o transcorrer das operações. O modelo que mais se adequou aos trabalhos para alimentação, tanto do britador de mandíbulas uni-eixo

jawmaster, quanto do britador de impacto KS 1000, foi o MV 20040. pode ter suas características principais visualizadas na tabela Anexo 10.

**Tabela ANEXO 10) Características do Alimentador KS 1000**

Motores: Quantidade / KW	2 / 2,2
Volume de exportação (m <sup>3</sup> )	8
Peso com tremonha (Kg)	1600
Peso básico sem tremonha (Kg)	900
Dim. Com base e trem. L x B x H (m)	2,82 x 1,94 x 1,45
Dim. Da mesa vibrat. (m)	0,4 x 2
Comprimento da grelha (m)	0,67
Abertura da grelha (cm)	2" ou 5 cm – 3" ou 7,62 cm
Tamanho máximo do material (m)	16" ou 0,4064 m
Capacidade (m <sup>3</sup> /h)	15 a 60
Volume raso / coroadado (m <sup>3</sup> )	2,4 / 4,4
Vibradores Quant. / tamanho	2 x V-10

## 11) Calhas Vibratórias

Para a alimentação dos equipamentos que contém silos de acondicionamento e que necessitam de alimentação regular e contínua, as calhas vibratórias são as opções mais econômicas e versáteis. De construção simples e robusta atendem a uma variada gama de produtos e vazões desejadas.

O equipamento será utilizado na base do silo de alimentação do moinho de martelos e na base do silo de alimentação do secador.

### 11.1) Características Operacionais e Construtivas

Uma mesa vibrante revestida, contra desgaste, na face superior, é isolada da estrutura de apoio por quatro molas helicoidais de grande flexibilidade e resistência. A estrutura de apoio é normalmente fixada na flange inferior dos silos, podendo apoiar-se no solo, se necessário.

A taxa de alimentação pode ser variada dada a sua ampla possibilidade de regulagem e, estas, podendo ser feitas:

- a) variando a amplitude de vibração,; modificando-se a massa excêntrica dos contrapesos do vibrador;
- b) variando a frequência de operação visto que, sua polia escalonada standard, montada no eixo do motor, permite a escolha da rotação de 900 ou 1100 rpm (outros valores ainda podem ser modificados aumentando ou diminuindo o diâmetro da polia).

O posicionamento da comporta ajusta-se a altura da camada do material. O seu acionamento, pode ser instalado, indistintamente, em ambos os lados, permitindo a escolha do mais conveniente e acessível para manutenção. O acionamento é parte integrante do sistema e não necessita de bases adicionais.

Os modelos escolhidos levaram em consideração as vazões mássicas horárias da Central e a granulometria de alimentação dos equipamentos a serem abastecidos. E optou-se pelo modelo **CV 1005** cujas características específicas são apresentadas na tabela Anexo 11.a:

**Tabela ANEXO 11) Características da Calha Vibratória CV1005**

Modelo	CV 1005
Peso ( Kg )	300
Dimensões Principais ( m )	1,15 x 0,65 x 0,61
Volume de exportação ( m <sup>3</sup> )	0,8
Potência do vibrador ( KW )	3 x 2,2 KW em 3 x V-10 (vibrador V10)
Capacidade volumétrica ( m <sup>3</sup> / h )	30 – 80
Tamanho máx. da alim. em ( cm )	10
Boca de alim. ( m )	0,5 x 0,4

## 12)Correias Transportadoras

As correias transportadoras são dos mais usuais equipamentos para transportes de produtos minerais a seco dentro da usina de beneficiamento e apresentam, contudo, algumas restrições quanto ao tipo de material que

podem transportar. Estas restrições são evidenciadas se considerarmos os fatores de granulometria, principalmente de produtos muito finos, que criam possibilidade de carreamento, pelo deslocamento de ar (ventos), gerando perdas e impactos ambientais negativos sendo, portanto, este, o principal item prejudicial, a ser considerado inicialmente para este tipo de transporte; outro fato que deve ser apontado é quanto a umidade do material (principalmente se produto argiloso), que interfere no transporte pois, grudando na superfície da correia (borracha vulcanizada), impede o livre deslocamento das partículas para o seu destino, além de criar o acúmulo de material nos pontos de raspagem das correias e este material, necessariamente, ter que sofrer reprocessamento.

O dimensionamento das correias ainda leva em consideração seu comprimento, largura, base de sustentação, se de roletes duplos ou triplos, o ângulo de estabilidade do material, seu peso específico, sua velocidade e o seu ângulo de declividade para elevação do material, para, daí, poder-se determinar a vazão mássica e volumétrica horária no deslocamento do produto para o ponto desejado.

Dentro dos parâmetros de escolha do melhor dimensionamento para a Central considerou-se os quatro pontos do fluxograma de processamento que se utilizarão de correias transportadoras, seus comprimentos, ângulos de declividade, em relação a horizontal, para elevação das cargas aos pontos de despejo. Os dois pontos em que o processo de transporte serão feitos pelas correias transportadoras são:

- A) saída da britagem primária (inclusive capturando material passante direto pelas grelhas de alimentação na pré-classificação) e cujo ponto de descarga é o silo alimentador do secador;
- B) do alimentador do secador até o próprio secador;

Todas as correias terão 20" (~0,50 m) de largura, com duplos roletes de sustentação, perfazendo um ângulo de base e laterais de 20° na zona triangular.

## 12.1) Características Construtivas

As correias transportadoras são equipamentos complexos, do ponto de vista de montagem industrial pois, um grande leque de componentes faz parte, de maneira relevante do equipamento e em seu funcionamento.

Listando os principais, dentro da opção escolhida para a Central, coloca-se:

A) roletes - são o conjunto de rolos cilíndricos e seus suportes. Os rolos efetuam livre rotação em torno de seu eixo e são usados para suportar ou guiar a correia transportadora. Os roletes escolhidos para uso na Central foram:

A.1) roletes de carga - apoiam os trechos carregados da correia transportadora;

A.2) roletes de retorno - apoiam o trecho de retorno da correia; e,

A.3) roletes de impacto - apoiam a correia transportadora junto aos pontos de carregamento e absorvem os impactos do material.

B) tambores - são os elementos que transmitem potência à correia transportadora e, também, as tencionam, retornam e desviam; são denominados:

B.1) tambores de acionamento - que são os que transmitem o torque;

B.2) tambores de retorno - para o retorno da correia; e,

B.3) tambores esticadores - para dar-lhe a tensão necessária.

C) motor de 4 pólos – fechado, com ventilação externa e velocidade nominal de 100 m/min; com a transmissão feita através de correias em "V", permite a variação da velocidade de operação do transportador;

D) redutor e contra-recuos - equipamento que reduz a velocidade rotatória angular, com dispositivo de contra-recuo montado internamente na carcaça (muito prático em casos de queda de energia, impossibilitando o retorno da correia com carga em descida);

E) esticador horizontal - é mais econômico que os esticadores verticais devido ao baixo custo de instalação. Sendo montado em um carrinho,



juntamente com o tambor de retorno, desloca-se sobre trilhos. Utilizável em todos os tipos de transportadores;

F) tremonhas de cargas - são utilizadas nos pontos de despejo sobre as correias, com desenhos trapezoidais e abas laterais vedantes e altas, impedem o escape de material pelas laterais e diminuem o desgaste da correia, além de oferecerem uma melhor distribuição do material na sua superfície;

G) coberturas superiores - para evitar carreamento das partículas finas nos deslocamentos de ar e no aumento de velocidade da correia e coberturas inferiores, que são chapas de proteção, colocadas no retorno da correia, para evitar que materiais da parte superior, dejetos, ou qualquer corpo estranho, caiam no lado limpo de correia, danificando os tambores e a própria correia.

H) as estruturas em treliça - são feitas em armações soldadas de aço com vãos livres de 8 m a 38 m, conforme a carga transportada;

I) raspadores - utilizados em contato com o lado sujo da correia, após o tambor de descarga do material, para limpá-la e, seu resíduo, cai na calha de descarga; os mais comuns são os de lâminas simples; e,

J) limpadores - utilizados em contato com a parte limpa da correia, antes dos tambores esticadores (tensionadores) e de retorno, para evitar que o material caia de lado e danifique as peças, consistindo em uma estrutura em aço, de formato em "V", revestida com uma lâmina de borracha, articulada nas extremidades e agindo na correia pela ação do próprio peso.

### **13) Transportadores Espirais**

É equipamento para transporte de material ultrafino e consiste em uma tubulação (pode ser feita com diversos materiais, inclusive canos de PVC rígido) que, internamente, possui uma lâmina no formato helicoidal, revestida em plástico ou borracha anti-abrasiva que age, em rotação, deslocando o material a ser transportado. Suas dimensões (comprimento,

diâmetro, tipo de material da tubulação e do helicóide, potência dos motores acionadores, velocidade de deslocamento do material, vazão, etc.) são variáveis e dependem dos pontos de interligação e das características do material além, é claro, das condições de operosidade do material.

#### **14)Elevadores de Canecas**

Para transportar as matérias-primas a posições elevadas em espaços curtos os equipamentos, no caso da Central, que melhor se adequam são os elevadores de canecas. Consistem em canecas, de formato trapezoidal, ligadas a superfície de uma esteira plana, geralmente de borracha vulcanizada ou também adaptados a correntes. A esteira, ao se deslocar verticalmente, eleva junto, as canecas em adequada posição para captura e transporte do material que a ela alimenta. Sendo um equipamento de concepção bastante simples contudo, tal qual as correias transportadoras, necessita de um conjunto de acessórios imprescindíveis para seu bom desempenho.

Seu dimensionamento esta diretamente relacionado à necessidade de vazão do material a ser transportado bem como do número de canecas utilizado por metro da correia e, também, pela dimensão individual de cada caneca; entretanto, é importante salientar que o processo, só se tornará eficiente, se o material a ser transportado tiver umidade e granulometria baixa. O equipamento é utilizado apenas nas etapas pós-cominuição e secagem das matérias-primas.

#### **15)Ensacadeira de Turbina**

Em se trata de materiais finos, o uso do sistema de enchimento por turbina é o indicado , pois emprega menor quantidade de ar e dá um maior grau de compactação do produto dentro do saco sendo que, os materiais

abrasivos, também, não interferem no processo pois, os revestimentos internos do equipamento, são de alta resistência.

### **15.1) Características Operacionais e Mecânicas das Ensacadeiras**

A Haver & Boecker apresenta uma excelente experiência e tem o equipamento que melhor se adequa às necessidades da Central. A ensacadeira de fluxo turbinado, com revestimento anti-abrasivo, de turbina vertical e eixo horizontal, trabalha com um sistema de fluidização controlada, onde é criado um anel de ar, ocasionando uma baixa resistência ao deslocamento para o produto. Um sistema regulador permite adequar este anel de ar, com efeito fluidizador, a cada tipo específico de material, dentro das faixas granulométricas impostas pelo equipamento. A operação pode ser executada em sistema linear onde, o operário, insere o saco vazio na válvula de alimentação da máquina estacionária, ou no sistema radial automático para máquinas rotativas (sistema Radimat), cuja capacidade produtiva (superior a 4000 sacos/h de 50kg/cada) excede, em muito, as necessidades da Central que demandará em torno de 610 sacos/h. As ensacadeiras que melhor se adequam, a máquinas de baixa capacidade, são as do sistema linear.

Para materiais de pouca fluidez e baixa densidade, como os produzidos pela Central, após a classificação final, a ensacadeira mais indicada é a de turbina horizontal, que trabalha em conjunto com um silo alimentador vertical com vibradores na base, sendo desejável que cada silo, tenha sua respectiva ensacadeira, ou um modelo seja móvel e possa ser instalada em cada silo.

Outro modelo que atende perfeitamente às necessidades da Central é a ensacadeira de rosca sem fim (helicoidais) mas, que apresenta muita dificuldade de limpeza. Na mudança de produtos a serem ensacados, o melhor modo de limpeza apresentado, segundo POSTE (1999)<sup>7</sup> seria a introdução inicial de uma quantidade do produto final que seria, no começo

do ensacamento, desprezada, evitando-se, assim, a contaminação do posterior lote.

Os principais acessórios das ensacadeiras, que atendem a variações operacionais são, o que ajusta a altura da cadeira de sacos, permitindo sua rápida adaptação a diferentes tamanhos de sacos e o dispositivo que proporciona um rápido esvaziamento da máquina para mudança de produto.

Todas as ensacadeiras são equipadas com a balança eletrônica MEC-II, totalmente digital e com todos os parâmetros necessários para seu uso. Opcionalmente é possível o uso do software DPS para a aquisição de dados, que permite completo controle de ensacagem, visualizando pesos, desvios e demais dados do processo.

**ANEXO 2**

Tabela Anexo 12) Métodos de Avaliação Econômica do Projeto com os dois Possíveis Fluxogramas e com preço de matéria-prima 10% menor que o preço comprado pela Central

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6
<b>Lucro Líquido F1/Vermelho</b>	-4.767.982,62	715.525,07	689.516,71	748.295,18	812.461,24	802.653,84
<b>Lucro Líquido F2/Azul</b>	-4.377.877,93	687.116,13	682.356,37	742.184,17	807.483,51	819.177,06

	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
<b>Lucro Líquido F1/ Vermelho</b>	924.608,76	1.011.617,73	1.106.480,70	1.209.887,19
<b>Lucro Líquido F2/Azul</b>	930.648,75	1.018.140,92	1.113.525,75	1.217.495,84

Pelo Método do VA

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 10% a. a.;

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= \text{R\$ } 138.184,40 \\ \text{VA F2 (azul)} &= \text{R\$ } 12.083,85 \end{aligned}$$

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 15% a. a.;

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= (\text{R\$ } 783.134,41) \\ \text{VA F2 (azul)} &= (\text{R\$ } 412.267,09) \end{aligned}$$

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 8% a. a.;

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= \text{R\$ } 599.138,35 \\ \text{VA F2 (azul)} &= \text{R\$ } 974.760,04 \end{aligned}$$

Pelo Método da TIR (Taxa Interna de Retorno)

$$\begin{aligned} \text{VA(TIR\%)} &= 0 \\ \text{TIR} &= 10,65523\% \\ \text{VA(TIR\%)} &= 0 \\ \text{TIR} &= 12,57220\% \end{aligned}$$

**Tabela Anexo 13) Métodos de Avaliação Econômica do Projeto com os dois Possíveis Fluxogramas e com preço de matéria-prima 15% abaixo dos preços de compra atuais da Central de Processamento**

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7
<b>Lucro Líquido F1/Vermelho</b>	-4.767.982,62	719.643,81	698.296,22	762.331,01	832.407,18	829.226,99	958.595,06
<b>Lucro Líquido F2/Azul</b>	-4.377.877,93	691.234,87	691.135,88	756.220,00	827.429,45	845.750,21	964.635,05

	Ano 8	Ano 9	Ano 10
<b>Lucro Líquido F1/ Vermelho</b>	1.053.877,88	1.157.956,65	1.271.609,08
<b>Lucro Líquido F2/Azul</b>	1.060.401,08	1.165.001,70	1.279.217,73

**Pelo Método do VA**

**Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 10% a. a.;**

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= \text{R\$ } 280.913,56 \\ \text{VA F2 (azul)} &= \text{R\$ } 654.813,00 \end{aligned}$$

**Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 15% a. a.;**

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= (\text{R\$ } 674.116,66) \\ \text{VA F2 (azul)} &= (\text{R\$ } 303.249,34) \end{aligned}$$

**Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 8% a. a.;**

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= \text{R\$ } 759.129,91 \\ \text{VA F2 (azul)} &= \text{R\$ } 1.134.751,61 \end{aligned}$$

**Pelo Método da TIR (Taxa Interna de Retorno)**

$$\begin{aligned} \text{VA(TIR\%)} &= 0 \\ \text{TIR} &= 11,31197\% \\ \text{VA(TIR\%)} &= 0 \\ \text{TIR} &= 13,23921\% \end{aligned}$$

Tabela Anexo 14) Métodos de Avaliação Econômica do Projeto com os dois Possíveis Fluxogramas e com preços de matérias-primas 10% acima preços de compra da Central de Processamento ao longo de 10 anos

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6
Lucro Líquido F1/Vermelho	-4.767.982,62	697.999,85	651.662,23	686.968,60	724.144,29	683.412,45
Lucro Líquido F2/Azul	-4.377.877,93	669.590,91	644.501,89	680.857,59	719.166,56	699.935,66

	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Lucro Líquido F1/ Vermelho	770.048,57	816.835,11	866.008,82	917.636,62
Lucro Líquido F2/Azul	776.088,56	823.358,30	873.053,86	925.245,27

Pelo Método do VA

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 10% a. a.;

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= (\text{R\$ } 512.793,23) \\ \text{VA F2 (azul)} &= (\text{R\$ } 138.893,78) \end{aligned}$$

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 15% a.a.;

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= (\text{R\$ } 1.278.833,10) \\ \text{VA F2 (azul)} &= (\text{R\$ } 907.965,78) \end{aligned}$$

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 8% a. a.;

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= (\text{R\$ } 131.465,57) \\ \text{VA F2 (azul)} &= \text{R\$ } 244.156,13 \end{aligned}$$

Pelo Método da TIR (Taxa Interna de Retorno)

$$\begin{aligned} \text{VA(TIR\%)} &= 0 \\ \text{TIR} &= 7,36748\% \\ \text{TIR} &= 9,24416\% \end{aligned}$$



Tabela Anexo 15) Métodos de Avaliação Econômica do Projeto com os dois Possíveis Fluxogramas e com preços de matéria-prima 15% acima dos preços de compra atuais da Central ao longo de 10 anos

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6
<b>Lucro Líquido F1/Vermelho</b>	-4.767.982,62	693.881,11	642.648,78	672.174,79	702.561,03	653.891,77
<b>Lucro Líquido F2/Azul</b>	-4.377.877,93	665.472,17	635.488,44	666.063,79	697.583,31	670.414,99

	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
<b>Lucro Líquido F1/ Vermelho</b>	731.286,43	767.352,16	804.128,94	841.462,96
<b>Lucro Líquido F2/Azul</b>	737.326,43	773.875,35	811.173,98	849.071,61

Pelo Método do VA

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 10% a. a.;

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= (\text{R\$ } 676.618,43) \\ \text{VA F2 (azul)} &= (\text{R\$ } 302.718,98) \end{aligned}$$

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 15% a.a.;

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= (\text{R\$ } 1.403.216,90) \\ \text{VA F2 (azul)} &= (\text{R\$ } 1.032.349,58) \end{aligned}$$

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 8% a. a.;

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= (\text{R\$ } 315.543,33) \\ \text{VA F2 (azul)} &= \text{R\$ } 60.078,37 \end{aligned}$$

Pelo Método da TIR (Taxa Interna de Retorno)

$$\begin{aligned} \text{VA(TIR\%)} &= 0 \\ \text{TIR} &= 6,44488\% \\ \text{VA(TIR\%)} &= 0 \\ \text{TIR} &= 8,31365\% \end{aligned}$$

Tabela Anexo 16) Métodos de Avaliação Econômica do Projeto com os dois Possíveis Fluxogramas e com aumento de 5% nas vendas ao longo de 10 anos

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6
<b>Lucro Líquido F1/Vermelho</b>	-4.767.982,62	739.212,25	740.972,41	832.125,43	933.856,49	967.454,99
<b>Lucro Líquido F2/Azul</b>	-4.377.877,93	710.803,31	733.812,07	826.014,43	928.878,77	983.978,20

	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
<b>Lucro Líquido F1/ Vermelho</b>	1.139.380,21	1.283.728,14	1.444.192,25	1.622.454,14
<b>Lucro Líquido F2/Azul</b>	1.145.420,20	1.290.251,33	1.451.237,30	1.630.062,80

Pelo Método do VA

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 10% a. a.;

VA F1 (vermelho) = R\$ 1.043.851,76

VA F2 (azul) = R\$1.417.751,20

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 15% a.a.;

VA F1 (vermelho) = (R\$ 94.342,00)

VA F2 (azul) = R\$276.525,32

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 8% a. a.;

VA F1 (vermelho) = R\$ 1.616.080,56

VA F2 (azul) = R\$1.991.702,26

Pelo Método da TIR (Taxa Interna de Retorno)

VA(TIR%) = 0

TIR = 14,51877%

VA(TIR%) = 0

TIR = 16,49602%

**Tabela Anexo 17) Métodos de Avaliação Econômica do Projeto com os dois Possíveis Fluxogramas e com aumento de 3% nas vendas ao longo de 10 anos**

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7
<b>Lucro Líquido F1/Vermelho</b>	-4.767.982,62	726.387,43	713.149,87	786.856,17	868.384,15	878.681,41	1.023.827,28
<b>Lucro Líquido F2/Azul</b>	-4.377.877,93	697.978,48	705.989,53	780.745,16	863.406,42	895.204,63	1.029.867,27

	Ano 8	Ano 9	Ano 10
<b>Lucro Líquido F1/ Vermelho</b>	1.137.495,64	1.262.911,30	1.401.235,78
<b>Lucro Líquido F2/Azul</b>	1.144.018,83	1.269.956,35	1.408.844,44

**Pelo Método do VA**

**Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 10% a. a.;**

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= \text{R\$ } 556.693,54 \\ \text{VA F2 (azul)} &= \text{R\$ } 930.592,99 \end{aligned}$$

**Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 15% a.a.;**

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= (\text{R\$ } 464.943,37) \\ \text{VA F2 (azul)} &= (\text{R\$ } 94.076,05) \end{aligned}$$

**Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 8% a. a.;**

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= \text{R\$ } 1.069.126,34 \\ \text{VA F2 (azul)} &= \text{R\$ } 1.444.748,03 \end{aligned}$$

**Pelo Método da TIR (Taxa Interna de Retorno)**

$$\begin{aligned} \text{VA(TIR\%)} = 0 & \\ \text{TIR} &= 12,52446\% \\ \text{VA(TIR\%)} = 0 & \\ \text{TIR} &= 14,46852\% \end{aligned}$$

Tabela Anexo18 ) Métodos de Avaliação Econômica do Projeto com os dois Possíveis Fluxogramas com queda de 3% nas vendas ao longo de 10 anos

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7
Lucro Líquido F1/Vermelho	-4.767.982,62	687.137,50	628.370,03	649.512,33	670.607,59	611.680,17	677.788,68
Lucro Líquido F2/Azul	-4.377.877,93	658.728,56	621.209,69	643.401,32	665.629,87	628.203,39	683.828,67

	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Lucro Líquido F1/ Vermelho	701.479,14	724.730,72	747.329,86
Lucro Líquido F2/Azul	708.002,33	731.775,76	754.938,51

Pelo Método do VA

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 10% a. a.;

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= (\text{R\$ } 900.573,80) \\ \text{VA F2 (azul)} &= (\text{R\$ } 526.674,35) \end{aligned}$$

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 15% a.a.;

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= (\text{R\$ } 1.574.641,32) \\ \text{VA F2 (azul)} &= (\text{R\$ } 1.203.774,01) \end{aligned}$$

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 8% a. a.;

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= (\text{R\$ } 566.369,87) \\ \text{VA F2 (azul)} &= (\text{R\$ } 190.748,18) \end{aligned}$$

Pelo Método da TIR (Taxa Interna de Retorno)

$$\begin{aligned} \text{VA(TIR\%)} &= 0 \\ \text{TIR} &= 5,11527\% \\ \text{VA(TIR\%)} &= 0 \\ \text{TIR} &= 6,97059\% \end{aligned}$$

Tabela Anexo 19 ) Métodos de Avaliação Econômica do Projeto com os dois Possíveis Fluxogramas queda de 5% nas vendas.

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6
<b>Lucro Líquido F1/Vermelho</b>	-4.767.982,62	674.336,54	614.500,82	605.109,19	606.946,00	526.111,89
<b>Lucro Líquido F2/Azul</b>	-4.377.877,93	645.927,59	593.680,25	598.998,19	601.968,27	542.635,11

	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
<b>Lucro Líquido F1/ Vermelho</b>	567.375,86	562.965,70	554.511,08	541.414,78
<b>Lucro Líquido F2/Azul</b>	573.415,85	569.488,89	561.556,12	549.023,43

**Pelo Método do VA**

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 10% a. a.;

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= (\text{R\$ } 1.353.788,10) \\ \text{VA F2 (azul)} &= (\text{R\$ } 991.178,10) \end{aligned}$$

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 15% a.a.;

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= (\text{R\$ } 1.918.382,65) \\ \text{VA F2 (azul)} &= (\text{R\$ } 1.557.844,43) \end{aligned}$$

Supondo que a taxa mínima de atratividade para qualquer das escolhas seja de 8% a. a.;

$$\begin{aligned} \text{VA F1 (vermelho)} &= (\text{R\$ } 1.075.764,63) \\ \text{VA F2 (azul)} &= (\text{R\$ } 711.854,39) \end{aligned}$$

**Pelo Método da TIR (Taxa Interna de Retorno)**

$$\text{VA(TIR\%)} = 0.$$

$$\text{TIR} = 2,05192\%$$

$$\text{VA(TIR\%)} = 0$$

$$\text{TIR} = 3,83122\%$$