

MONICA SPECK CASSOLA

Características primárias do amianto crisotila
de Minaçu - Goiás e sua influência na qualidade
do produto final.

*Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Engenharia.*

*Área de Concentração:
Engenharia de Minas*

*Orientador:
Laurindo de Salles Leal Filho*

São Paulo

1993

MONICA SPECK CASSOLA

**Características primárias do amianto crisotila
de Minaçu - Goiás e sua influência
na qualidade do produto final**

*Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Engenharia.*

São Paulo

1993

ficha catalográfica

Cassola, Monica Speck

Características primárias do amianto crisotila
de Minaçu - Goiás e sua influência na qualidade do
produto final. São Paulo, 1993.
19 p., 170 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo. Departamento de
Engenharia de Minas.

1. Minérios - Caracterização Tecnológica. 2. Crisotila.
I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.
Departamento de Engenharia de Minas II. t

*Ao Hamilton, Rodrigo e Nicolle
com todo meu amor.*

AGRADECIMENTOS

Desejo expressar os meus agradecimentos a todas as pessoas que possibilitaram e colaboraram para a execução deste trabalho.

Ao IPT, pelo apoio na execução do trabalho, em especial ao Eng. Oscar de Nucci.

A SAMA - S.A. Mineração de Amianto, pela autorização de utilização dos dados industriais neste trabalho, em especial ao coordenador do convênio IPT-SAMA, Geól. Renato Ivo Pamplona e ao Eng. José Gilberto Saura.

Ao prof. Dr. Laurindo S. Leal Filho, orientador desta dissertação, pelas críticas e opiniões.

Ao Eng. José Luiz Beraldo, pela colaboração na concepção, orientação e na análise dos resultados.

Ao prof. Dr. Arthur Pinto Chaves, pelas críticas, opiniões e permanente incentivo profissional.

Ao Eng. Paulo R. Q. Carneiro, pela organização do banco de dados e auxílio na interpretação dos resultados obtidos.

Ao Eng. Diógenes Jerônimo pelo apoio nas pesquisas e no tratamento dos dados.

A Sra. Maria Cristina Martinez Bonesio pelo auxílio na revisão bibliográfica.

A Geol. Míriam Cruxên Barros de Oliveira por ter gentilmente cedidas as fotografias.

Aos técnicos e estagiários do Laboratório de Beneficiamento de Minérios Sandra L. de Moraes, Josélio Bezerra da Trindade, Renildo Oliveira dos Santos, Paula Sayuri Seki, Ciro M. Saito Iwakawa e Flávio Y. Teramatsu que colaboraram na execução deste trabalho.

ficha catalográfica

Cassola, Monica Speck

Características primárias do amianto crisotila
de Minaçu - Goiás e sua influência na qualidade do
produto final. São Paulo, 1993.
19 p., 176 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo. Departamento de
Engenharia de Minas.

1. Minérios - Caracterização Tecnológica. 2. Crisotila.
I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.
Departamento de Engenharia de Minas II. t

Sumário

Lista de Tabelas

Lista de Figuras

Lista de Fotos

Lista de abreviaturas ou símbolos

Resumo

"Abstract"

	Pag.
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. OBJETIVO.....	04
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	05
3.1 Amianto - sua natureza mineralógica e propriedades.....	05
3.2 Geologia.....	07
3.3 Forma e natureza dos depósitos de amianto.....	10
3.4 Caracterização do amianto crisotila.....	11
3.5 Classificação e usos industriais da crisotila.....	20
3.6 SAMA S/A Mineração de Amianto.....	24
. Histórico - Descobertas e desenvolvimento da mina de Cana Brava em Minaçu - Goiás.....	24
. Caracterização do amianto de Cana Brava.....	26
. Processo de beneficiamento e fluxograma geral....	28
. Investimento e Controle de qualidade.....	36
. Controle ambiental e Saúde Ocupacional.....	37

4.	ESTUDO PRELIMINAR DE CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO AMIANTO CRISOTILA COM VISTAS A DEFINIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS PRIMÁRIAS E INFLUÊNCIA NO PRODUTO FINAL.....	39
4.1	Metodologia.....	39
4.2	Análise do banco de dados das Usinas de Beneficiamento.....	40
4.3	Análise preliminar do banco de dados modificado....	47
4.3.1	Análise da freqüência.....	47
4.3.2	Análise da recuperação.....	65
4.3.3	Regressões com os dados globais.....	65
4.4	Definição das variáveis de controle.....	70
4.4.1	Metodologia.....	70
4.4.2	Organização dos dados em função da Alimentação Diária.....	71
4.4.3	Organização dos dados em função do IC da Cava (CavIC).....	75
4.4.4	Organização dos dados em função do Teor da Cava (CavTeor).....	80
4.4.5	Comentários.....	84
4.5	Estudo das variáveis do minério CavIC e CavTeor....	86
4.5.1	Metodologia.....	86
4.5.2	Estudo do efeito das variáveis de minério CavIC e CavTeor.....	102
	. Por faixa de alimentação	102
	. Para toda a faixa de alimentação	102
4.5.3	Comentários.....	105

4.6	Estudo da variável operacional Alimentação Diária..	106
4.6.1	Metodologia	106
4.6.2	Estudo do efeito da Alimentação Diária.....	107
4.6.3	Comentários.....	115
4.7	Estudo do efeito conjunto das variáveis do minério CavTeor e CavIC e da variável operacional Alimentação Diária.....	116
4.7.1	Metodologia.....	116
4.7.2	Comentários.....	117
4.8	Estudo dos desvios dos parâmetros de qualidade do produto Pó, Blaine, Vl.Eq. e Rendimento.....	118
4.8.1	Metodologia.....	118
4.8.2	Aplicabilidade das Equações.....	120
4.8.3	Comentários.....	121
4.9	Avaliação das características de operação.....	123
4.9.1	Metodologia.....	123
4.9.2	Classificação dos resultados.....	128
4.9.3	Comentários.....	135
4.10	Avaliação das características do minério.....	136
4.10.1	Metodologia.....	136
4.10.2	Análise da fragilidade.....	139
4.10.3	Comentários.....	142
5.	ANÁLISE GERAL E CONCLUSÕES.....	143

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Lista de Tabelas

	Pág.
Tabela 1 - Variedades do amianto.....	06
Tabela 2 - Composição química de diferentes amostras de amianto.....	13
Tabela 3 - Propriedades das fibras de amianto.....	14
Tabela 4 - Produtores mundiais de amianto.....	25
Tabela 5 - Características do conteúdo de "Pó" nas fibras.....	36
Tabela 6 - Banco de dados da Usina (original).....	42
Tabela 7 - Valores econômicos equivalentes.....	44
Tabela 8 - Banco de dados da Usina (modificado).....	45
Tabela 9 - Características das fibras por bloco (dados "krigagem").....	61
Tabela 10 - Resumo das diversas regressões dos dados globais da usina.....	68
Tabela 11 - Matriz de coeficientes de correlação - dados globais.....	69
Tabela 12 - Agrupamento dos valores por Alimentação Diária.....	72
Tabela 13 - Resumo de grupos por Alimentação Diária e regressões.....	74
Tabela 14 - Agrupamento dos valores de IC da Cava(Cavic)..	77
Tabela 15 - Resumo das médias por IC da Cava e regressões.....	79

Tabela 16 - Agrupamento dos valores por Teor da Cava (CavTeor).....	81
Tabela 17 - Resumo das médias por Teor da Cava e regressões.....	83
Tabela 18 - Matriz de correlação dos dados globais e para as médias.....	85
Tabela 19 - Grupo CTa (Grupo com CavTeor acima da média).....	88
Tabela 20 - Grupo CTb (Grupo com CavTeor abaixo da média).....	89
Tabela 21 - Grupo CTaICa (Grupo com CavTeor e CavIC acima da média).....	90
Tabela 22 - Grupo CTaICb (Grupo com CavTeor acima da média e CavIC abaixo da média).....	91
Tabela 23 - Grupo CTbICab (Grupo com CavTeor abaixo da média e CavIC acima da média).....	92
Tabela 24 - Grupo CTbICb (Grupo com CavTeor e CavIC abaixo da média).....	93
Tabela 25 - Média dos grupos da divisão por CavTeor e CavIC resultado das regressões.....	94
Tabela 26 - Agrupamento dos valores por faixas de alimentação com CavTeor e CavIC acima da média.....	96
Tabela 27 - Agrupamento dos valores por faixa de alimentação com CavTeor acima da média e CavIC abaixo da média.....	97

Tabela 28	- Agrupamento dos valores por faixa de alimentação com CavTeor abaixo da média e CavIC acima da média.....	98
Tabela 29	- Agrupamento dos valores por faixa de alimentação com CavTeor e Cavic abaixo da média.....	99
Tabela 30	- Média dos grupos de minérios homogêneos para CavIC e CavTeor por faixa de alimentação.....	100
Tabela 31	- Grupo homogêneo para CavIC e CavTeor com faixa de alimentação superior a 12.300t/dia..	101
Tabela 32	- Grupo homogêneo para CavIC e CavTeor com faixa de alimentação entre 11.300 t/dia e 12.300 t/dia.....	101
Tabela 33	- Grupo homogêneo para CavIC e CavTeor com faixa de alimentação inferior a 11.300 t/dia.....	101
Tabela 34	- Estudo do efeito conjunto das variáveis do minério CavIC, CavTeor e Alimentação Diária e suas interações.....	104
Tabela 35	- Influência das variáveis CavIC e CavTeor sobre a amplitude dos parâmetros de qualidade do produto.....	105
Tabela 36	- Média dos grupos homogêneos para CavTeor e CavIC e regressões das variáveis de controle..	108
Tabela 37	- Resumo das regressões em grupos de minério com CavTeor e CavIC similares.....	107
Tabela 38	- Regressões para as médias dos grupos homogêneos para CavTeor e CavIC	109

Tabela 39 - Regressões dos grupos para CavIC e CavTeor similares subdivididos em três faixas de alimentação.....	111
Tabela 40 - Resumo das regressões (parâmetros x alimentação) em grupos de minérios com CavIC e CavTeor similares utilizando-se as parâmetros corrigidos.....	110
Tabela 41 - Resumo dos coeficientes de correlação em função da Alimentação Diária.....	112
Tabela 42 - Regressões das variáveis de controle em função de três níveis de alimentação para o grupo global.....	114
Tabela 43 - Influência da variável Alimentação Diária sobre a amplitude dos parâmetros de qualidade do produto.....	115
Tabela 44 - Avaliação dos desvios entre valores calculados e de teste.....	119
Tabela 45 - Desvios padrão das diferenças entre as variáveis de teste e das variáveis calculadas	120
Tabela 46 - Relação entre Variâncias Total e Residual.....	121
Tabela 47 - Classificação qualitativa dos desvios dos parâmetros de qualidade do produto por dia de operação.....	134
Tabela 48 - Resumo das operações qualitativas dos parâmetros de qualidade do produto por períodos Pó, Blaine, V1.Eq. e Rend.....	134

Tabela 49 - Porcentagem em peso passante na malha 200....	138
Tabela 50 - Classificação tentativa segundo fragilidade..	139
Tabela 51 - Classificação conjunta das características dos minérios.....	141
Tabela 52 - Diferença entre variância total e residual para os parâmetros de qualidade do produto.....	144

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
LABORATÓRIO DE QUÍMICA ANALÍTICA

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 - Esquema de uma parte das camadas curvas da parede de uma fibrila de crisotila.....	15
Figura 2 - Fluxograma simplificado de beneficiamento da SAMA.....	29
Figura 3 - Freqüência da Alimentação Diária.....	49
Figura 4 - Freqüência do Teor da Cava (CavTeor).....	50
Figura 5 - Freqüência do Teor da Usina.....	51
Figura 6 - Freqüência do IC da Cava (CavIC).....	52
Figura 7 - Freqüência do IC da Usina.....	53
Figura 8 - Freqüência dos valores de "Pó".....	54
Figura 9 - Freqüência dos valores do Blaine.....	55
Figura 10 - Freqüência do Teor do Rejeito Fino.....	56
Figura 11 - Freqüência do Valor Equivalente "Vl.Eq.".....	57
Figura 12 - Freqüência de IC da Cava e IC da Usina.....	58
Figura 13 - Freqüência de IC da Cava por bloco de "krigagem".....	59
Figura 14 - Freqüência de Teor da Cava e Teor da Usina....	60
Figura 15 - Freqüência da Recuperação.....	67
Figura 16 - Desvio do Pó - Pó teste x Pó estimado por dia de operação.....	124
Figura 17 - Desvio do Blaine - Blaine teste x Blaine estimado por dia de operação.....	125
Figura 18 - Desvio do Vl.Eq. - Vl.Eq. teste x Vl.Eq. estimado por dia de operação.....	126

Figura 19 - Desvio do Rend. - Rendimento teste x Rend. estimado por dia de operação.....	127
Figura 20 - Média Móvel do Desvio do Pó (10 dias).....	130
Figura 21 - Média Móvel do Desvio do Blaine (10 dias).....	131
Figura 22 - Média Móvel do Desvio do Vl.Eq. (10 dias).....	132
Figura 23 - Média Móvel do Desvio do Rend. (10 dias).....	133

ESCOLA POLITECNICA DE ENGENHARIA
DE MINERACAO
1950

Lista de Fotos

	Pág.
Foto 1 - Aspecto geral da rocha.....	16
Foto 2 - Aspecto geral da matriz da rocha.....	16
Foto 3 - Detalhe de agregados de fibras de crisotila.....	17
Foto 4 - Detalhe da matriz da rocha.....	17
Foto 5 - Aspectos gerais de vênulas de crisotila na mina.....	26
Foto 6 - Detalhe da vênula de crisotila em fragmento de serpentinito na mina.....	27
Foto 7 - Aspecto microscópico de vênula serpentinitica.....	27
Foto 8 - Vista geral da alimentação do britador primário...	30
Foto 9 - Vista geral do pátio de estocagem.....	30

Lista de Abreviaturas ou Símbolos

TonTo	= Tonelagem Total de Fibras Produzidas
Vl.Eq.	= Valor Econômico Equivalente
Rend.	= Rendimento da Usina (TonTo/Alimentação)
JM	= Impactador tipo "JM"
IC da Usina	= Índice de Comprimento da Fibra na Usina
CavIC	= Índice de Comprimento da Fibra na Cava
TonRG	= Tonelagem de Rejeito Grosso
Rec.	= Recuperação na Usina (TonTo/Alimentação*Teor Usina)
Alim.	= Alimentação Diária
Teor da Usina	= Teor de Fibras na Alimentação da Usina
CavTeor	= Teor de Fibras no Minério da Cava
Teor do MBC	= Teor Médio de Fibras Base Calculada
ICMBC	= Índice de Comprimento Médio das Fibras com Base Calculada
Freq.	= Frequência
Teor RF	= Teor de Fibras no Rejeito Fino
#	= "Malha Tyler"
CTa	= Grupos com CavTeor alto
CTb	= Grupos com CavTeor baixo
CTaICa	= Grupos com CavTeor alto e IC alto
CTaICb	= Grupos com CavTeor alto e IC baixo
CTbICa	= Grupos com CavTeor baixo e IC alto
CTbICb	= Grupos com CavTeor baixo e IC baixo
Å	= Angstrom

Resumo

As tendências de mercado indicam um aumento do consumo nos últimos anos, após um período de estagnação devido à controvérsia levantada sobre a questão da saúde relacionada ao uso industrial das fibras de amianto.

Seguindo a mesma tendência de crescimento do consumo de produtos contendo amianto, os requisitos de qualidade para os produtos de exportação também aumentaram.

Este trabalho realizou um estudo das características primárias do amianto crisotila da mina de Cana Brava, localizada em Minaçu, Goiás, e pertencente à SAMA S/A Mineração de Amianto.

Assim, tendo por objetivo o controle do produto final comercializável, realizou-se um estudo de caracterização do amianto crisotila em função de suas características primárias e da influência destas no processo de beneficiamento.

Abstract

The recent trends shows the increasing consumption of asbestos around the world, after a long period of estagnation due to the controverse concernig the healthy injures related to the industrial use of asbestos.

On the same way of the growing consumptions, the quality request for exportations products increased.

This work presents the characteristics of the chrysotile asbestos fibers from ore of Cana Brava, exploted by SAMA S/A Mineração de Amianto.

The study analyses the relationships between the primary characteristics of asbestos fibers and the quality parâmetros of fiber products and their influences at the process to make possible prediction of the quality of the product.

EXSTOQUIA DO GOVERNO ADMINISTRADOR FLORES
1980 1980

Características primárias do amianto crisotila de Minaçu - GO e sua influência na qualidade do produto final.

1. INTRODUÇÃO

O amianto é conhecido pelo homem há mais de dois mil anos, porém a maior expansão de sua indústria deu-se apenas neste último século. A crescente demanda da fibra por parte das empresas manufatureiras inspirou a procura de minérios. Assim, no início do século XX, foram encontrados depósitos de amianto crisotila nos Estados Unidos, Rodésia e África do Sul.

Amianto ou asbestos são os termos genéricos aplicáveis comercialmente a silicatos fibrosos encontrados na natureza. A variedade asbestiforme mais importante, sob o ponto de vista comercial, é a crisotila, pertencente ao grupo das serpentinas.

O beneficiamento do amianto crisotila é realizado normalmente por via seca e, objetiva a liberação da fibra da rocha com determinado grau de abertura, definido pela permeabilidade aqui designada por "Blaine", e o mínimo conteúdo de impurezas, que são provenientes do ambiente de lavra ou dos equipamentos utilizados no seu beneficiamento. A quantidade de contaminantes é definida pelo "Pó", ou seja, pela fração com granulometria inferior à malha 200 (0,075 mm), seja ela constituída por fibras finas ou de fragmentos da rocha encaixante. Estes dois parâmetros de qualidade do produto são definições do mercado consumidor.

A produção da SAMA S/A Mineração de Amianto de 240 mil t/ano, faz do Brasil o terceiro maior produtor de amianto crisotila no mundo, precedido pelo Canadá e pela Rússia (CEI).

A SAMA investe anualmente cerca de US\$10 milhões para o desenvolvimento de tecnologia voltada à produtividade e à melhoria da qualidade do produto. Para apoiá-la nestes aprimoramentos, ela mantém um convênio de pesquisa e desenvolvimento com o IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. Uma de suas metas é a diminuição do "Pó" contido no produto final, seja por controle da matéria-prima, seja por melhoria no processo de beneficiamento.

Os estudos ora descritos tiveram por objetivo principal a obtenção de equações que permitam prever a qualidade das fibras produzidas, onde os parâmetros de qualidade de produto possam ser relacionados matematicamente às variáveis de minério ou de processo, com base em informações constantes no banco de dados do planejamento de lavra.

Os estudos, que se iniciaram em setembro de 1992, estão sendo desenvolvidos com os recursos do convênio IPT/SAMA, e dividem-se nas seguintes etapas:

- levantamento de informações sobre o tema, enfocando características do minério e do processo;
- análise estatística das informações constantes do banco de dados, compilado pela SAMA no período de outubro de 1991 a julho 1992, o qual contém os parâmetros de minério, condições operacionais e caracterização do produto final;

- desenvolvimento de ensaios preliminares em laboratório para avaliação dos tipos de minério, que poderiam intervir no processo de beneficiamento gerando uma maior quantidade de "Pó";
- análise dos resultados e proposição de métodos de caracterização tecnológica dos minérios na frente de lavra, a partir de ensaios preliminares de laboratório para posterior mapeamento tecnológico da jazida.

EXATIDÃO DE COPIA IMPRESSA
1980-1981

2. OBJETIVO

Os estudos têm por meta principal a obtenção de equações para prever a qualidade do produto final, com base nas diversas variáveis do minério e do processo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Amianto - sua natureza mineralógica e propriedades

Amianto ou asbestos são os termos genéricos aplicáveis comercialmente a silicatos fibrosos encontrados na natureza. Segundo SANTOS, " estes termos são aplicados aos minerais fibrosos de duas famílias distintas de minerais, a das serpentinas e a dos anfibólios" ⁽¹⁾. Assim em mineralogia, "asbestos" tornou-se um coletivo, algo como "argilas" ou "gemas".

O termo "fibroso" é mais geral e "asbestiforme" indica um tipo específico de fibrosidade, que segundo CAMPBELL⁽²⁾, é aplicado a certos minerais, que se classificam segundo grupos baseados na estrutura cristalina, quando estes cristalizam-se como variedade asbestiforme.

As variedades de amianto distinguem-se umas das outras, quer pelas propriedades físicas apresentadas, quer por suas composições químicas e mineralógicas.⁽³⁾

A variedade asbestiforme mais importante, sob o ponto de vista comercial, é a crisotila, pertencente ao grupo das serpentinas. A ampla aplicação da crisotila deve-se à sua alta resistência à tração, características de flexibilidade, insulação térmica e elétrica.

Estas propriedades permitem a utilização da fibra do amianto na tecelagem de tecidos protetores, confecção de materiais de fibro-cimento e peças de fricção, dentre outras tantas aplicações. (1),(3),(5)

As outras variedades comerciais de amianto pertencem ao grupo dos anfibólios e recebem as denominações mineralógicas de antofilita, amosita, crocidolita, tremolita e actinolita. As fibras de antofilita e tremolita são fracas e quebradiças e por esta razão seus usos são limitados. A actinolita praticamente não possui valor comercial. A amosita e a crocidolita são variedades comerciais africanas.

Na Tabela 1 temos apresentadas as diversas espécies de amianto, que de uma maneira resumida passaremos a descrever a seguir, onde se listam também alguns minerais silicáticos comuns e suas respectivas variedades asbestiformes.

Tabela 1 - Variedades do amianto

Grupos de amianto		
GRUPO DAS SERPENTINAS	composição	Variedade Asbestiforme
Serpentina	$(Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8)$	crisotila
GRUPO DOS ANFIBÓLIOS	composição	Variedade Asbestiforme
Antofilita	$(Mg, Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH, F)_2$	amianto antofilita
Tremolita-actinolita	$Ca_2(Mg, Fe^{2+})_6Si_8O_{22}(OH, F)_2$	amianto tremolita-actinolita
Cumingtonita-grunerita	$(Mg, Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)_2$	amianto cumingtonita-grunerita
Amosita(?)	$(Fe, Mg)SiO_3 \cdot H_2O$	amosita
Riebeckita	$(Na_2Fe_3^{2+}Fe_2^{3+}Si_8)_{22}(OH, F)_2$	crocidolita

Fonte: CAMPBELL⁽²⁾

3.2 Geologia

Cerca de 96% do amianto produzido no mundo é da variedade crisotila e a maior parte da crisotila provém de depósitos de rochas ultrabásicas. (3),(5)

A serpentinização das rochas ultrabásicas é um assunto bastante controvertido.⁽³⁾ A teoria mais adotada é a de que a serpentinização é um fenômeno de auto-hidratação, sendo que a água constituinte da serpentina seria proveniente do próprio magma ultrabásico que interveio numa fase mais tardia, pouco após a cristalização das olivinas e dos piroxênios. Esta modificação de um produto magmático por um líquido residual, oriundo do próprio magma, enquadra-se na classe dos fenômenos de autometamorfismo.

Segundo KOLBE, as fibras de amianto são originárias de rochas ígneas, as quais podem ser divididas em 5 grupos segundo seu conteúdo de sílica, ou seja:

- "1. rochas ultra-ácidas fortemente saturadas em SiO_2 (>75%);
2. rochas ácidas super saturadas em SiO_2 (65% a 75%);
3. rochas intermediárias saturadas em SiO_2 (52 a 65%);
4. rochas básicas insaturadas em SiO_2 (40 a 52%);
5. rochas ultrabásicas fortemente insaturadas em SiO_2 (<40%)".⁽⁵⁾

As jazidas de amianto são originárias quase que exclusivamente do 5º grupo e, principalmente, em formações intrusivas. A formação das serpentinas e dos anfibólios está associada ao enriquecimento em SiO_2 das rochas originais.

A formação da serpentina ocorre com a retenção de água e a anfíbolização envolve perda de água.⁽⁵⁾

Segundo OLIVEIRA⁽⁶⁾, as rochas ultrabásicas da mina de Cana Brava - localizada em Minaçu-GO - são correlacionáveis a dunitos e peridotitos, dada a sua composição química e textura. Estes, por sua vez, deram origem ao serpentinito por hidrotermalismo. Neste processo, a água é um fator preponderante, provocando a hidratação dos minerais silicáticos magnesianos anidros (olivina) e a oxidação dos minerais ferrosos (magnetita), gerando serpentinas do tipo antigorita e/ou lizardita e hematita, às quais podem estar respectivamente relacionados o enriquecimento de Cl^- e Co^{2+} .

O serpentinito na mina de Cana Brava, é dividido, segundo OLIVEIRA⁽⁶⁾, em dois tipos:

- o "Serpentinito 1"-(SP-1), cuja cor macroscópica é marrom, devido à pigmentação por óxidos e/ou hidróxidos de ferro; preserva resquícios dos minerais primários, olivina e piroxênio, em meio à matriz granular constituída por antigorita, lizardita ou crisotila; a magnetita martitizada está sempre presente, além de alguma calcopirita .
- o "Serpentinito 2"-(SP-2), de coloração verde, devido à cor natural dos minerais serpentínicos e à falta de pigmentação férrica, representa uma variedade mais evoluída hidrotermalmente. A matriz é constituída por crisotila fibrosa e não são observados minerais primários; é essencialmente constituído por serpentina e magnetita não alterada.

Aparentemente, o serpentinito SP-2, originou-se da alteração hidrotermal do SP-1, sendo mais pobre em SiO_2 , H_2O^+ , MnO , Fe_2O_3 , Cl^- e Co^{2+} . Esta segunda fase hidrotermal, de características redutoras, foi responsável também pela formação dos veios de crisotila. (6)

O comportamento físico-mecânico dos dois serpentinitos, SP-1 e SP-2, também difere, havendo para o SP-2 um maior grau de cristalização de serpentinas fibrosas, além de maior grau de alteração hidrotermal e de fissuramento. (6)

INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS LIMÃO

3.3 Forma e natureza dos depósitos de amianto

A disposição das fibras nas rochas, pode ocorrer de três formas:

. Fibra "Cross" - É a mais comum das formas de deposição de fibras, enfeixando-as lado a lado e dispondo-as perpendicularmente às paredes rochosas que limitam o veio. Embora a posição a 90° da fibra com a rocha seja a mais comum, existem, com freqüência, inúmeros casos onde a movimentação de blocos causa um pequeno desvio destas fibras de sua atitude perpendicular. Em outros casos, pressões rochosas comprimindo fibras em seu sentido longitudinal fazem com que estas dobrem-se, ou até mesmo quebrem-se em sua posição média.

. Fibra "Slip" - Os movimentos de escorregamento diferencial entre os blocos rochosos, em virtude de tensões de cisalhamento e falhas, são os responsáveis por deposições de fibras minerais deitadas e acompanhando as fraturas em que se formam.

. Fibra "Mass" - Este tipo de inter-relacionamento entre fibras destaca-se pela total ausência de orientação das mesmas. Tal geometria caótica é bastante comum nas diversas classes de amianto anfibólico. (3)

3.4 Caracterização do amianto crisotila

As serpentinas, segundo DEER⁽⁷⁾, são silicatos de magnésio hidratados, de fórmula da cela unitária $Mg_5Si_4O_{10}(OH)_9$, que apresentam estrutura cristalina em folhas ("sheet silicates", "filosilicates") e que cristalizam no sistema monoclinico.

As serpentinas são classificadas, por BRINDLEY⁽⁸⁾, como pertencentes ao grupo de minerais de 7,0 Å; as serpentinas são, pois, os equivalentes magnesianos trioctaédricos do grupo da caulinita, que são os minerais aluminosos $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$.

Segundo CAMPBELL⁽²⁾, o grupo de minerais da serpentina é limitado à serpentina como variedade comum e à crisotila como variedade asbestiforme. A antigorita e lizardita não são listadas como variedades separadas, mas se compreende incluí-las no termo "serpentina" porque elas representam dois polítipos ("polytypes"), freqüentemente nomeados, de cerca de dez polítipos reconhecidos de serpentina. Os polítipos diferem somente em pequenos empilhamentos estruturais dos componentes e não são suficientemente diferentes para ter uma classificação mineral separada.

São argilominerais do grupo das serpentinas: a lizardita ou ortoserpentinó de uma camada, que possui textura lamelar e é o componente principal da rocha denominada serpentinó; a crisotila e as ortoserpentinó de seis camadas, denominadas antigoritas.⁽¹⁾

Segundo CAMPBELL⁽²⁾, quimicamente, estes minerais são todos silicatos hidroxilados. O termo "hidroxilado" é preferido ao "hidratado" porque estes minerais contém íons OH^- em vez de água de cristalização. As serpentinas contém aproximadamente 13% em peso de água.

Como suplemento à microscopia ótica, a presença ou a ausência de serpentina ou minerais de anfibólio pode ser determinada em amostras de 10 a 100 mg por técnicas instrumentais, tais como: difração de raios-X, DTA ou espectrofotometria de infra-vermelho. Em geral a sensibilidade destes métodos instrumentais é de aproximadamente 1% em peso, sendo afetada pela presença de outros minerais que dão resposta junto ou no pico da serpentina e dos anfibólios. É importante notar que estes métodos só distinguem grupos minerais; a microscopia eletrônica é necessária para obter as características morfológicas necessárias para identificar as variedades do mesmo material. ⁽²⁾

Segundo JENKINS, " a análise química das fibras de amianto não permite identificar todas as propriedades das fibras em estudo, sendo necessários outros ensaios para fins de caracterização industrial, tais como: difração de raios-X, microscopia eletrônica, exame petrográfico, análise térmica diferencial, área específica, condutividade, solubilidade, análise por espectrografia, análise magnetométrica, flexibilidade, resistência à tração, basicidade e reatividade das fibras, além de ensaios chamados tecnológicos recomendados pelo Asbestos Textile Institute⁽¹¹⁾".⁽¹⁰⁾

Na Tabela 2, temos apresentadas as composições químicas de diferentes amostras de amianto, composta a partir de dados constantes na literatura.

Tabela 2 - Composição química de diferentes amostras de amianto

Óxido	Brasil	Canadá	Rodésia	África Sul	U.S.A	Rússia	Itália	Chipre	Venezuela
SiO ₂	39,60	40,50	40,96	40,75	41,56	43,00	40,30	40,60	41,70
Al ₂ O ₃	2,50	1,85	1,70	0,90	1,27	0,25	2,27	1,00	1,10
Fe ₂ O ₃	4,06	3,60	-	1,30	-	0,15	0,87	4,90	3,50
FeO			2,44	0,60	0,64				-
NgO	40,30	40,50	38,73	41,00	42,05	42,20	43,37	39,00	38,90
CaO	tr	0,25	-	-	-	-	-	-	-
Na ₂ O	0,14	-	0,10	0,35	-	-	-	-	0,14
H ₂ O	-	14,50	2,70	1,90	14,31	14,80	13,72	14,50	1,07
P.fogo	14,90	-	13,37	13,45					13,89
K ₂ O	-	-	-	Tr.	-	-	-	-	-
TOTAL	101,6	101,2	-		99,83	100,40	100,50	100,00	100,3

Fonte: 1- SINCLAIR⁽¹²⁾
2 - SANTOS⁽⁹⁾

Na Tabela 3, resumem-se algumas das principais características das fibras de diversos tipos de amianto.

Tabela 3 - Propriedades das Fibras de Amianto

Propriedade	Actinolita	Amosita	Antofilita	Cristobita	Crocidolita	Tremolita
Associação mineralógica	Retiçulados de cristais prismáticos e fibras	Lamelar fibrosa e Aabestiforme	Lamelar fibrosa e Aabestiforme	Usualmente bastante fibrosa com fibras finas e facilmente separáveis	Fibrosa e associada a rochas ferruginosas	Longa-prismática em agregados fibrosos
Origem	Calcários e xistos	Xistos	Xistos e gnáisses	Serpentinito e calcário em contato com rocha básica	Xistos e metamorfitos ferruginosos	Dolomitos e rochas magnesianas
Veios	Metamorfismo de contato	Metamorfismo	Metamorfismo usualmente sobre olvívina entrelaçadas e orientadas	Serpentinização	Metamorfismo regional	Metamorfismo
Composição	Slip ou massas	Fibras cruzadas	Slip, fibra-massa entrelaçadas e orientadas	Fibras cruzadas e Slip	Cruzas	Slip e massas
	Ca-Mg-Fe Silicato, água até 5%	Silicato de Fe e Mg	Silicato de Mg com Fe	Hidroossilato de magnésio	Silicato de Na e Fe com alguma água	Silicato de Ca e Mg com alguma água
Fórmula teórica	Ca(Mg Fe) ₃ (SiO ₃) ₄ H ₂ O	Conteúdo ferrífero maior que o da antofilita	(Mg Fe) ₇ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂	3 MgO 2 SiO ₂ 2 H ₂ O	Na Fe(SiO ₃) ₂ Fe SiO ₃ 2H ₂ O	Ca Mg ₅ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂
Estrutura cristalina	Longa e fina, colunar e fibrosa	Prismática lamelar a fibrosa	Prismática lamelar a fibrosa	Fibras e asbestiforme	Fibras	Longa e fina, colunar a fibrosa
Sistema cristalino	Monoclinico	Monoclinico	Ortrorrómbico	Monoclinico	Monoclinico	Monoclinico
Cor	Esverdeada	Cinza a marrom	Verde clara, marrom cinzenta ou verde	Pseudo-Ortrorrómbico	Azul	Cinza claro, esverdeada amarelada, azulada
Lustro	Sedoso	Vitreo a nacarado	Vitreo a nacarado	Branca-cinza-verde amarelada	Sedoso a palido	Sedoso
Dureza (Moche)	± 6	5,5 - 6,0	5,5 - 6,0	2,5 - 4,0	4	5,5
Peso específico	3,0 - 3,2	3,1 - 3,25	2,85 - 3,1	2,4 - 2,6	3,2 - 3,3	2,9 - 3,2
Clivagem	110 perfeita	110 perfeita	110 perfeita	010 perfeita	110 perfeita	110 perfeita
Propriedades ópticas	Biaxial negativa	Biaxial positiva, extinção paralela	Biaxial positiva, extinção paralela	Biaxial positiva, extinção paralela	Biaxial = extinção inclinada	Biaxial negativa, extinção inclinada
Índice de refração	± 1,63 pleocroísmo fraco	± 1,64	± 1,61	1,51 - 1,55	1,7 pleocroico	± 1,61
Comprimento das fibras	Curta a longa	Variaível 2" a 11"	Curta	Curta a longa	Curta a longa	Curta a longa
Aspecto	Aspero	Grossoeiro e pouco flexível	Aspero	Macio a áspero. Sedoso	Macio a áspero	Geralmente áspero
Calor específico, Btu/lb/°F	0,217	0,193	0,210	0,286	0,201	0,212
Tensão de ruptura, lb/eq in	1.000 e menos	16.000	4.000 e menos	80.000	100.000	1.000
Temperatura ao máximo de perda ao fogo, °F	-	80.000	-	100.000	300.000	8.000
Filtrabilidade	Média	Rápida	Média	Vagrosa	Rápida	Média
Carga elétrica	Negativa	Negativa	Negativa	Positiva	Negativa	Negativa
Ponto de fusão, °F	2.540	2.550	2.675	2.770	2.180	2.400
Fiabilidade	Pobre	Regular	Pobre	Muito boa	Regular	Pobre
Resistência a ácidos/álcalis	Regular	Boa	Muito boa	Pobre	Boa	Boa
Conteúdo magnético	-	0	0	0 - 5,2	3,0 - 5,9	0
Impurezas minerais presentes	Calcio, ferro	Ferro	Ferro	Ferro, cromo, níquel, cálcio	Ferro	Cálcio
Flexibilidade	Pobre	Boa	Pobre	Alta	Boa	Pobre
Resistência ao calor	-	Boa	Muito boa	Boa. Quebrada a altas temp.	Pobre, funde	Regular a boa
Sais ionizáveis	-	1,34	0,58	1,82	0,84	-
(Condutância eletr. relativa)						

Fonte: "Industrial Minerals and Rocks" (10)

A caracterização das fibras de amianto crisotila, por SANTOS⁽¹⁾, utilizando os recursos de difração de Raios-X, difração de elétrons e por microscopia eletrônica, evidenciou serem estas fibras constituídas naturalmente por fibrilas cilíndricas fundamentais, aglomeradas com emparelhamento paralelo ao comprimento, conforme pode ser visualizado nas Fotos 1, 2, 3 e 4.

Segundo WHITTAKER, as fibrilas de crisotila têm diâmetro externo de 100Å a 250Å. " São ocas, porém não são vazias" ⁽¹³⁾, estando preenchidas com um material amorfo. A superfície externa das fibrilas é constituída de uma camada contendo Mg e OH, conforme ilustrado na Figura 1.

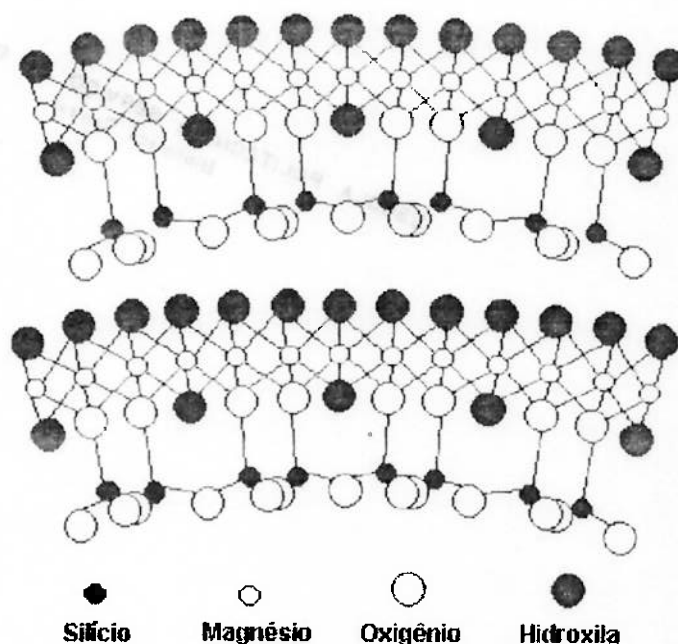


Figura 1 - Esquema de uma parte das camadas curvas da parede de uma fibrila de crisotila.
Fonte: SANTOS⁽¹⁾

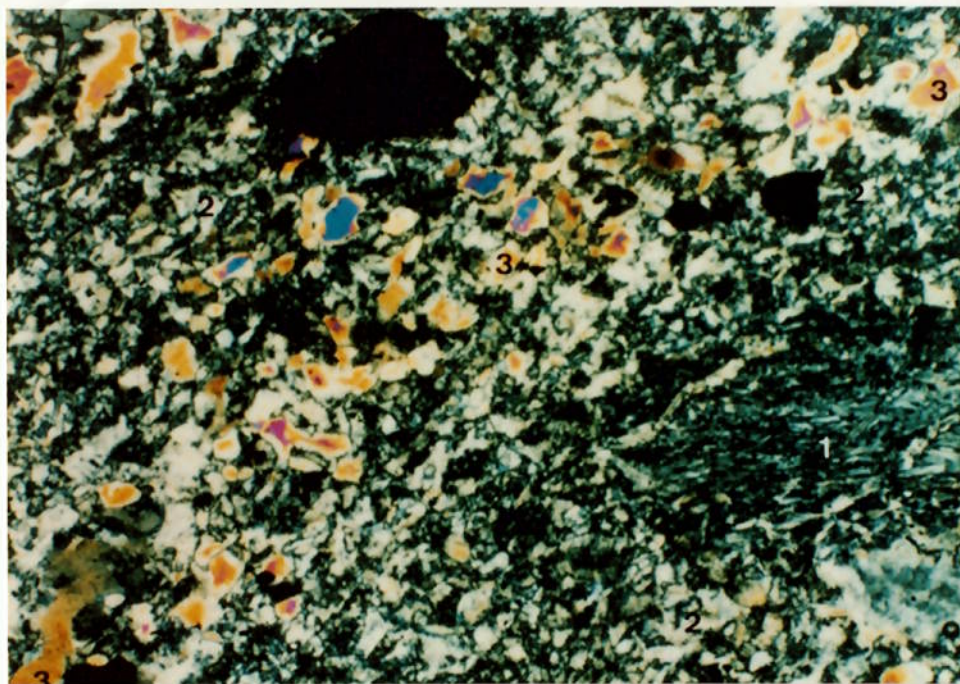


Foto 1 - Aspecto geral da rocha.
Nicóis cruzados. Aumento 38X.
Foto obtida de OLIVEIRA⁽⁶⁾



Foto 2 - Aspecto geral da matriz da rocha, formada principalmente por crisotila em agregados de fibras com comprimentos diferentes. Aumento 300X.
Foto obtida de OLIVEIRA⁽⁶⁾



Foto 3 - Detalhe de agregados de fibras de crisotila sob microscópio eletrônico. Aumento de 1000X. Foto obtida de OLIVEIRA⁽⁶⁾



Foto 4 - Detalhe da matriz de rocha sob microscópio eletrônico. Notar agregados de fibras de crisotila. Aumento 1000X. Foto obtida de OLIVEIRA⁽⁶⁾

Segundo SANTOS " a crisotila é uma forma polimórfica do mineral serpentina e é a forma magnésiana trioctaédrica da estrutura cristalina da caulinita. Apesar de a crisotila ter a textura fibrosa (lembrar que a Haloisita- $2H_2O$ é tubular), a estrutura cristalina é a de um filossilicato lamelar, como a caulinita".⁽¹⁾ Uma parte da camada estrutural da crisotila é um reticulado planar pseudo-hexagonal de tetraedros de SiO_4 ligados, com parâmetros aproximados $a = 5,3\text{Å}$ e $b = 9,2\text{Å}$.

Todos os tetraedros, no plano ou folha, estão voltados para o mesmo lado e, ligados a eles está uma folha de brucita - $Mg(OH)_2$, em que, de um lado apenas, duas de cada três hidroxilas estão substituídas pelo oxigênio apical dos tetraedros SiO_4 . A distância perpendicular repetitiva entre as folhas compostas deste tipo é de $7,3\text{Å}$, aproximadamente, o que faz a crisotila dar esta reflexão basal. ⁽¹³⁾

Como as dimensões da camada de brucita e da camada de tridimita são diferentes (em uma célula octohexagonal, $a = 5,4\text{Å}$ e $b = 9,3\text{Å}$ para a brucita, e $a = 5,0\text{Å}$ e $b = 8,7\text{Å}$ para a tridimita), há um elevado grau de desemparelhamento ou distorção ("mismatching"), isto leva ao encurvamento da camada composta brucita-tridimita, com os componentes tetraédricos do lado de dentro da curvatura. ⁽¹³⁾

A fibrila de crisotila tem uma parede com doze a vinte camadas com $7,3\text{Å}$ de espessura cada uma, não havendo nenhuma ligação iônica ou covalente entre as camadas; o diâmetro médio externo das fibrilas é da ordem de 250Å e o interno, de 100Å .

Esse diâmetro não é constante, variando de acordo com a procedência. Por exemplo, no caso da ocorrência de Uruaçu-GO, o diâmetro das fibras é da ordem de 500Å.^{(1),(13)}

As fibras são geralmente macias ao tato, cortáveis a canivete e muito flexíveis. Separam-se facilmente, sempre segundo a direção do comprimento da fibra. Como todo argilomineral, as fibrilas (cristais) de crisotila já existem individualizadas na natureza, sendo apenas necessário desfibrá-las, o que equivale a desagregar um caulim industrial.⁽¹⁾

Sendo constituídas por fibrilas naturais flexíveis, pré-existent e emparelhadas, as fibras de crisotila podem ser divididas e subdivididas até determinado grau de subdivisão ou desfibramento, que é limitado somente pela sofisticação das máquinas desfibradoras utilizadas e pela habilidade com que são operadas. O diâmetro externo ou mínimo que se obtém, é, provavelmente, o diâmetro da fibrila unitária, que é da ordem de 250Å. ^{(14),(15)}

Em outras palavras, o desfibramento dos amiantos ou asbestos é um processo de clivagem com direções preferenciais, orientado pela estrutura cristalina e textura, diferentes entre si, na crisotila e nos anfibólios, incluindo a antofilita.

3.5 Classificação e usos industriais da crisotila

Os usos industriais de um amianto crisotila são dependentes principalmente do comprimento das fibras. As fibras mais longas são as que alcançam preços maiores; à medida em que decresce o comprimento das fibras, também decresce o respectivo preço.

Devido às considerações acima, cada fornecedor de amianto tem uma classificação particular do comprimento de fibras, resultante das características da matéria prima e do equipamento desfibrador utilizado. Essa classificação por comprimento é definida com base em um ensaio granulométrico em caixas de peneiras especiais.

A classificação canadense é feita em amianto beneficiado, e é baseada em um ensaio realizado, segundo ROSS⁽¹⁶⁾, na máquina de ensaio padrão QUEBEC, a qual consiste em 9 grupos divididos em vários subgrupos, estabelecidos em 1931, e revistos em 1949 e em 1961. A SAMA hoje adota o método clássico de Turner e Newall, segundo RIBEIRO⁽¹⁷⁾, no qual se classifica as fibras em 6 classes granulométricas segundo a porcentagem de fibras retidas em cada peneira.

Do ponto de vista da utilização industrial, o que se chama "tamanho da fibra" de crisotila é de extrema importância; esse "tamanho" pode ser o "diâmetro" da fibra industrializada ou o "comprimento" da fibra, isto é, do conjunto de fibrilas paralelas.⁽⁹⁾

O diâmetro da fibra de crisotila depende do grau de desfibramento que pode ser atingido no processo de moagem e desfibramento industrial das fibras. (9)

As fibras, obtidas de diferentes depósitos, podem variar na facilidade com que podem ser desfibradas, isto é, duas amostras de crisotila crua de duas minas diferentes, submetidas ao mesmo tratamento de desfibramento, no mesmo equipamento, podem dar fibras industriais de diâmetro diferentes, devido a essa propriedade de difícil quantificação que é a "facilidade de desfibramento". É por isso que a crisotila comercial canadense traz na embalagem a indicação da mina da qual provém. (9)

Tais diferenças na "facilidade de desfibramento" têm grande importância prática, porque uma moagem mais intensa pode levar à fratura das fibras ao longo do comprimento, encurtando-as de forma irreversível e prejudicando seu valor comercial, já que os preços são maiores quanto maiores forem os comprimentos. O comprimento define o que se chama de "tipo" do amianto.

Como os usos industriais de um amianto crisotila são determinados prioritariamente pelo comprimento das fibras do produto industrial, o máximo de atenção deve ser dada aos processos de moagem e desfibramento, porque eles determinam o grau de desfibramento, ou diâmetro das fibras industriais, com um mínimo de quebra ou encurtamento das mesmas.

Segundo classificação de JENKINS⁽¹⁰⁾ e corroborada por SANTOS⁽⁹⁾, baseadas nos comprimentos de fibras, os produtos gerados na usina de beneficiamento de amianto são classificados em grupos, pelo comprimento das fibras e usos. Estes grupos são:

Grupo 1 - Fabricação de tecidos, gaxetas, tubos e cordas.

- . "Crude" nº 1 - Consiste essencialmente de agregados de fibras de comprimento superior a 19,00 mm.

Grupo 2 - Usos análogos a os do Grupo 1, porém com maior resistência à tração.

- . "Crude" nº 2 - Consiste essencialmente de fibras de comprimento entre 9,50 mm e 19,00 mm.

- . "Cru" - Consiste essencialmente de amianto cru não selecionado.

- . "Sundry" - Consiste de amianto cru que não seja dos tipos acima especificados.

Grupo 3 - Aplicação na fiação de tecidos leves de amianto, fibras têxteis (tipo "spinning fibers").

- . sub-grupos 3F, 3K, 3R, 3T, 3Z.

Grupo 4 - Aplicação em produtos de cimento-amianto para construção, isolantes térmicos com 85% de magnésio e 15% de amianto e de silicato de cálcio.

- . sub-grupos 4A, 4D, 4H, 4J, 4K, 4M, 4R, 4T, 4Z.

Grupo 5 - Aplicação em papelão e papel de amianto, misturas com amiantos de graus superiores para fabricação de cimento-amianto.

- . sub-grupos 5D, 5K, 5M, 5R.

- Grupo 6 - Aplicação em fibra para estuque, cargas para argamassas, gessos, massas plásticas, adesivos, impermeabilizações e indústrias químicas em geral, pastilhas e lonas de freios.
. sub-grupo 6D.
- Grupo 7 - Aplicação em cimento isolante de amianto para caldeiras e carga para asfalto e tintas.
. sub-grupos 7D, 7F, 7H, 7K, 7M, 7R, 7T, 7W.
- Grupo 8 - Aplicação em fibra para estuque, cargas para argamassas e gessos.
. sub-grupos 8S, 8T.
- Grupo 9 - Por conter principalmente rocha matriz e areia, é utilizada na fabricação de ladrilhos de peso e azulejos reforçados com amianto.
. sub-grupo 9T.

Usos alternativos de amianto vêm sendo investigados, por exemplo, a fibra tipo 7F poderia ser aplicada nos fluidos de perfuração de petróleo, segundo pesquisas de ZANDONADI. (18)

3.6 SAMA S/A MINERAÇÃO DE AMIANTO

. Histórico - Descobertas e desenvolvimento da mina de Cana Brava em Minaçu-Goiás.

A SAMA S/A Mineração de Amianto, empresa do grupo Eternit, lavra amianto no Brasil desde 1940, tendo iniciado suas operações na jazida de amianto crisotila em São Félix, no município de Poções na Bahia, operações estas encerradas com a exaustão da mina de São Félix e a descoberta da Jazida de Cana Brava em Minaçu, Goiás, em 1967. (19)

A produção em Cana Brava, foi iniciada em 1967, alcançando 1000 t/ano, e recentemente sua capacidade de produção foi ampliada de 220.000 t/ano para 300.000 t/ano de amianto. (19),(20)

O produto é vendido principalmente no mercado interno, e o correspondente a cerca de 25% da produção, hoje 70.000 t, é vendido no mercado externo, sendo o principal consumidor o Japão. (21)

A SAMA é a única empresa de mineração no país que lavra e beneficia minério de amianto crisotila. É, de fato, uma das maiores produtoras no mundo desse tipo de amianto. Os maiores produtores mundiais de amianto, até 1984, foram o Canadá, a República da África do Sul e a Comunidade dos Estados Independentes. Em 1992, o Brasil está citado como o segundo maior produtor mundial, excluindo-se a CEI, juntamente com a ascensão do Zimbabwe. (19),(20),(35)

Na Tabela 4, apresentam-se os maiores produtores mundiais de amianto. (22),(23)

Tabela 4 - Produtores Mundiais de Amianto

País	Reserva Média		Produção (kt)		
	10 ⁴	%	1984	1991	1992
Canadá	48,0	35,6	838,0	687,0	620,0
USA	5,2	3,1	57,1		
Rep. África Sul	7,8	5,8	167,4	149,0	140,0
Austrália	6,9	5,1	---		
Zimbábue	5,0	3,7	175,4	161,0	160,0
Itália	4,4	3,3	147,3		
Brasil	4,0	3,0	135,1	210,0	170,4
Iugoslávia	2,0	1,5	---	---	---
Grecia	1,4	1,0	45,7	---	---
Índia	---	---	25,1	---	---
Turquia	---	---	29,9	---	---
Sueziândia	---	---	25,3	---	---
Outras economias de mercado	5,3	3,9	30,5	---	---
Total	93,0	69,0	1698,7	---	---
"Centrally Market Economies"	41,9	31,0		---	---
URSS			2300,0	---	---
China			160,0	150,0	150,0
Outros			0,6		
TOTAL MUNDIAL	134,9	100,0	4159,3	3490,0	3490,0

Fonte: Mineral Commodity Summaries⁽²²⁾
Journal of The South African Institute of Mining Metallurgy⁽²³⁾

. Caracterização do amianto de Cana Brava

A mineralização dos serpentinitos , segundo FONTANA⁽¹⁹⁾, é do tipo "Stockwork" com recristalização pela ação de soluções hidrotermais. O serpentina, variedade acicular e fibrosa, está associado à clorita, à magnesita, ao espinélio e ao talco.

O tipo de fibra de crisotila mais freqüente é o "Cross", com freqüência associado à magnetita. Com menor freqüência ocorrem fibras "Slip". O comprimento das fibras varia de 1 mm até 2 cm, sendo o comprimento médio 6 mm. ⁽¹⁹⁾

A reserva medida de minério é de 45×10^6 t, com um teor médio de 6,7%. ⁽¹⁹⁾ Nas Fotos 5, 6 e 7 temos ilustrados os aspectos dos veios de crisotila na mina.



Foto 5 - Aspectos Gerais de vênulas de crisotila na mina no domínio de serpentinito SP-1 com "paredes" do serpentinito SP-2.
Fotos gentilmente cedidas por OLIVEIRA, M.C.B.



Foto 6 - Detalhe da vênula de crisotila em fragmento de serpentinito na mina. Foto gentilmente cedida por OLIVEIRA, M.C.B.

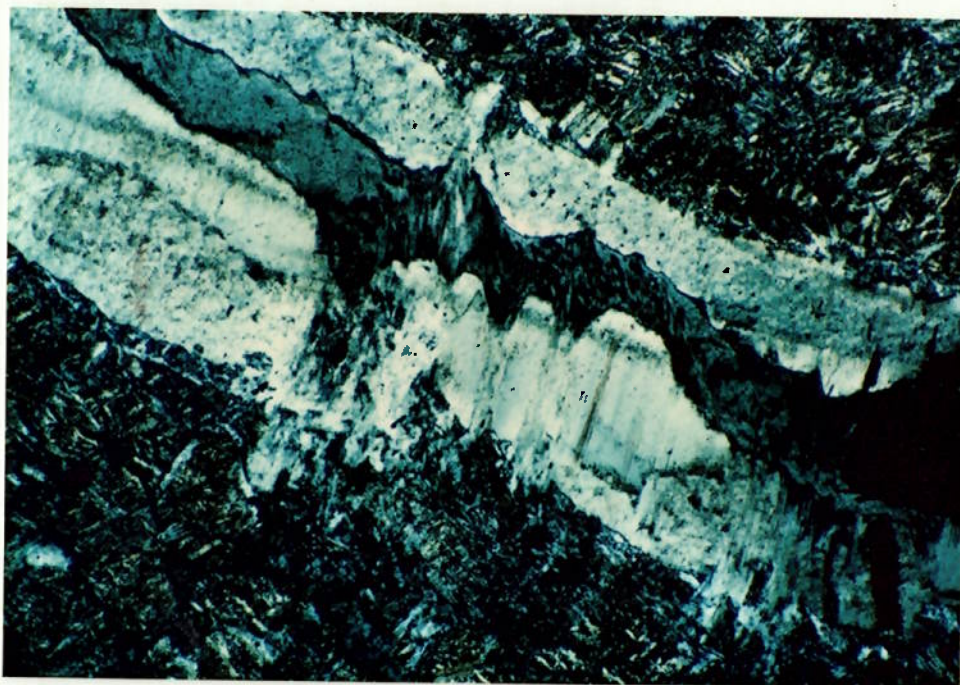


Foto 7 - Aspecto microscópico de vênula serpentinitica, notando-se a crisotila. Aumento 38x. Nicóis cruzados. Foto gentilmente cedida por OLIVEIRA, M.C.B.

. Processo de beneficiamento e fluxograma geral

O beneficiamento de amianto crisotila consiste, basicamente, na liberação da fibra contida na rocha em forma de veio, através de sucessivos estágios de britagem, peneiramento e aspiração, com posteriores estágios de limpeza e classificação. O fluxograma de beneficiamento simplificado é apresentado na Figura 2, sendo suas diversas fases:

. BRITAGEM PRIMARIA

O minério das cavas é transportado por caminhões para o britador primário, do tipo Giratório, marca FAÇO 5474, onde se reduzem os blocos de 120 cm (tamanho máximo) para 30 cm.

. BRITAGEM SECUNDARIA

A alimentação deste setor é realizada por meio de transportadores de correias. O produto do britador primário é peneirado em uma peneira, modelo FAÇO XH 8" x 16", sendo dividido em duas frações, uma fina, que irá diretamente para a unidade de concentração, e outra grossa, que será rebitada em britadores do modelo HIDROMAC FAÇO.

Nas Fotos 8 e 9, temos ilustrada a área da britagem primária e de estocagem de minério.

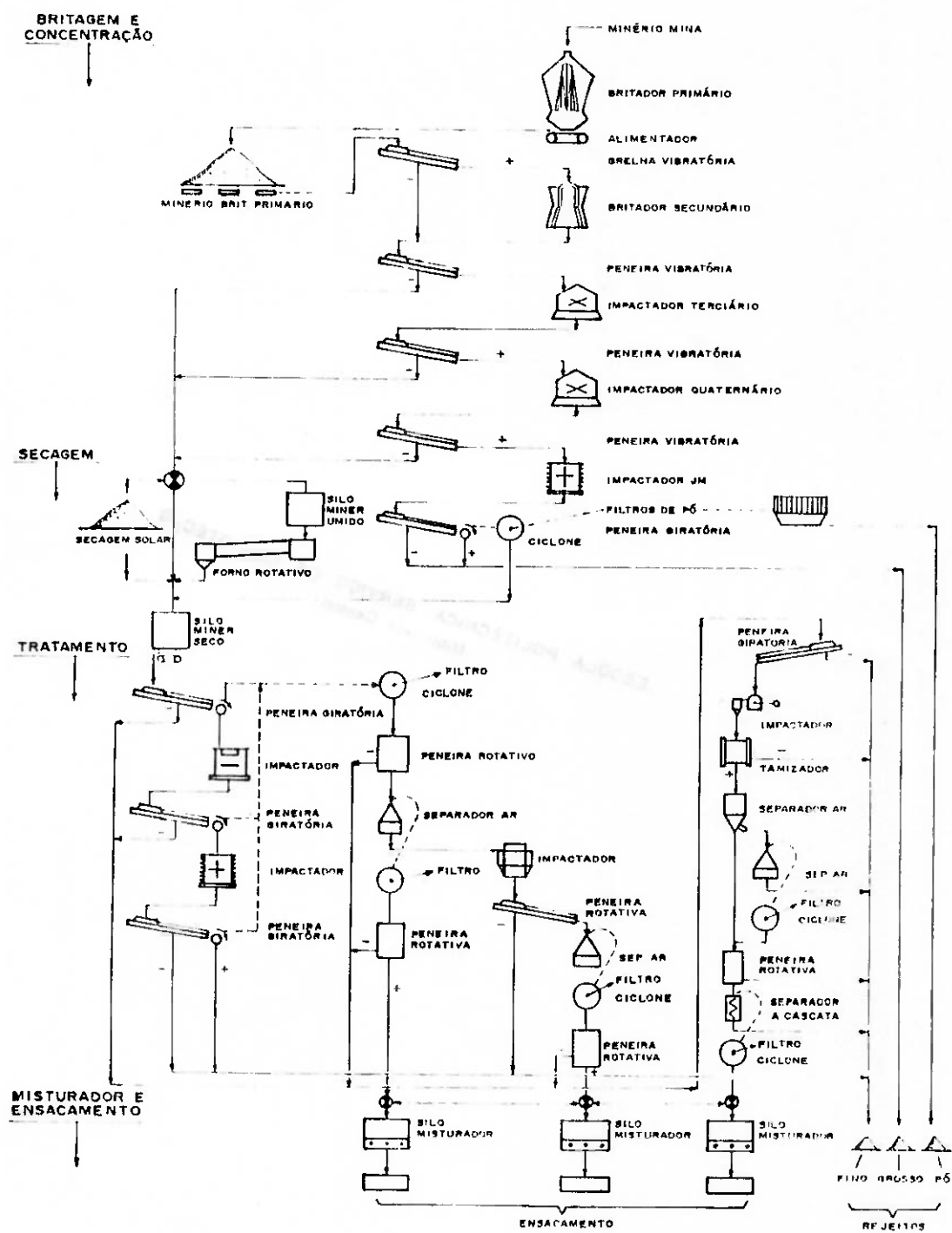


Figura 2 - Fluxograma simplificado do beneficiamento.
 Fonte: SAMA(24)



Foto 8 - Vista geral da alimentação do britador primário.
Foto gentilmente cedida por OLIVEIRA, M.C.B.



Foto 9 - Vista geral do pátio de estocagem do minério britado
e no fundo o silo de minério seco - SMS.
Foto gentilmente cedida por OLIVEIRA, M.C.B.

. CONCENTRAÇÃO

A alimentação desta unidade de concentração do minério é feita por transportadores de correias. A granulometria de alimentação é -100 mm, alimentando três estágios de peneiramento, compostos por peneiras vibratórias FAÇO e giratórias TOURNIER, e intercalados por três estágios de britagem, que utilizam britadores HAZEMAG e impactadores.

O objetivo desta unidade é produzir minério pré-concentrado, mediante o descarte da fração grossa, a qual corresponde a 20% do minério oriundo da britagem secundária e separação da fração fina e úmida da gração sêca que é desviada para a secagem.

Os cuidados nesta fase são para evitar ao máximo a abertura da fibra, promovendo desta forma o descarte de uma fração grosseira estéril, denominada rejeito grosso, praticamente isenta de fibras.

Alguns estudos para o aproveitamento deste material vêm sendo realizados desde 1985. (25), (26)

. SECAGEM

A fração de minério oriunda da concentração segue para o setor de secagem. A operação é realizada em fornos rotativos horizontais, até atingir 3 a 4% de umidade, sendo que em Cana Brava a umidade normal do minério é de 8%, e no período chuvoso este valor sobe para 15%. A operação de secagem faz-se necessária principalmente na época de chuvas, pois a umidade das fibras acima de 4% dificulta o processamento pneumático.

No processo de secagem são tomadas precauções para evitar a deterioração térmica pela perda de OH⁻ das fibras e para evitar a deterioração mecânica das fibras. Segundo OLIVEIRA⁽²⁷⁾, a resistência à tração cai consideravelmente com o aquecimento das fibras de amianto a partir de 600°C, porque nesta temperatura a fibra já perdeu quase toda a sua água estrutural e de absorção. Após a secagem, o material é estocado em um silo coberto e com distribuição horizontal.

. ENSILAGEM DO MINÉRIO CONCENTRADO SECO - "SMS"

O silo de estocagem é coberto. A homogeneização é feita por um "tripper" e a retomada é realizada por alimentadores vibratórios sobre transportadores de correias, instalados em um túnel. Os objetivos desta ensilagem são:

- . manter reserva estratégica;
- . facilitar a redução da umidade até 2% por evaporação;
- . homogeneizar os diversos tipos de minério;
- . alimentar a usina com carga e qualidade constantes e,
- . eliminar a poluição por pó na movimentação do minério pré-concentrado.

. USINA DE TRATAMENTO

Esta usina é a seco e as operações na realidade são operações de classificação pneumática, não correspondendo às operações convencionais dos livros de Tratamento de Minérios.

É importante ter esta idéia em mente, para poder acompanhar a descrição do processo e do circuito industrial.

O minério do SMS é transportado para a na usina por transportadores de correias, alimentando peneiras giratórias, providas de rolos de aspiração.

As peneiras possuem duas telas diferentes, sendo que a fração "leve", segue para o circuito de fibras.

A fração intermediária segue para o circuito de fibras gerando produtos do grupo 5, e a fração "pesada", a qual contém fibra "presa", segue para uma nova série de impactadores, tipo "JM", e, após mais um estágio de impactação-peneiramento-aspiração, as frações "pesada" e "intermediária" seguem para os circuitos de fibra e os finos para o circuito de tratamento de minério curto.

Cada circuito possui finalidades específicas.

. Circuito de Minério - Tem por objetivo recuperar as fibras livres por aspiração em peneiras giratórias e liberar as fibras "presas" nas rochas por três estágios de britagem em impactadores, denominados "Turbo" e "JM".

A cada estágio de impactação as fibras livres são aspiradas e seguem para o circuito de fibras, e a fração fina é eliminada.

Nesta etapa recupera-se 30% do material e cerca de 70% segue para o rejeito.

. Circuito de Fibra - Recebe o material aspirado do circuito de minério em peneiras giratórias e rotativas, eliminando parte do "PÓ" e os finos, e em separadores pneumáticos elimina os pedriscos aspirados, transformando as fibras em produtos comerciais.

. Circuito de Retorno - Este circuito recupera as fibras em forma de feixes, contidas na fração "pesada" dos separadores pneumáticos.

. Circuito de Minério Curto - Este setor recupera as fibras curtas para produção de fibras especiais do grupo 6 e 7, sub-grupos 6D e 7M.

. Circuito de Homogeneização de Fibra - A classificação do amianto é feita progressivamente nos circuitos de minério e de fibra. As fibras produzidas nos "trommels" finais são levadas aos silos de homogeneização e que, após controle por ensaios de laboratório, classifica cada um dos produtos nos diversos tipos comerciais.

O fundo dos silos de estocagem é dotado de uma bateria de cinco roscas e de uma bateria de ensacadeiras.

. Circuito de Embalagem e Expedição - Este setor ensaca, acondiciona em paletes e embala o produto final.

. Filtros

Uma característica marcante das instalações de beneficiamento de amianto é a utilização de grandes volumes de ar no processo.

O abatimento de poeiras nas correias que antecedem a secagem e nos transportadores de rejeitos é feito através de intensa umidificação do material. O número máximo de fibras permissível no ambiente do tratamento é de 2 fibras/cm³ e nos demais setores do beneficiamento é de 1 fibra/cm³.

. Investimento e Controle de Qualidade

Está sendo implantado, pela SAMA, um programa de melhoria da qualidade do produto, do qual faz parte a diminuição do "Pó" contido nas fibras, conforme exposto na Tabela 5, seja por controle da matéria prima, seja por melhoria no processo de beneficiamento. Um novo "Lay-out" foi estudado, ⁽²⁵⁾ e verificou-se também a alteração dos "trommels" de limpeza. ⁽²⁸⁾

Tabela 5 - Características do conteúdo de "Pó" nas fibras

"Pó" na fibra	Pó: Médio produzido		Pó: Especificação	
	1º semestre/92	Desvio Padrão	Atual	Meta
(% peso passante malha 200)	46,0	3,1	45,2	42,5

Fonte: PANPLONA ⁽²⁹⁾

Controle Ambiental e Saúde Ocupacional

Em relação ao assunto polêmico do uso do amianto pelo homem, a SAMA S/A Mineração de Amianto adotou várias medidas de segurança no trabalho, dando continuidade ao programa de proteção à saúde dos trabalhadores na extração, beneficiamento e transporte do amianto na sua mina em Goiás.⁽³⁰⁾

Entre as medidas de controle ambiental e industrial para redução do impacto provocado pela mineração, está o controle da emissão de poeiras na lavra e beneficiamento, o controle da poluição por partículas nas águas e o controle das condições do solo com a revegetação das bancadas de estéril e rejeito. Para o sucesso deste combate à poluição ambiental, foi criada uma Comissão de Controle, com o objetivo de fiscalizar e orientar os funcionários.⁽³¹⁾ Alerta-se que, na medicina e na segurança do trabalho, o objetivo é a proteção do homem. Ele, portanto, deverá ser o centro das atenções, pois a produção, a qualidade e a segurança dependem principalmente dele. A proteção do trabalhador não é de longe a mais cara nem mais complexa que a proteção das máquinas e equipamentos ou dos ambientes de trabalho; mas sem dúvida é a mais difícil de implantar, estando aí o seu principal desafio.⁽³¹⁾

A respeito do banimento do uso de amianto na CEE e nos EUA, sabe-se que na CEE alguns países baniram o uso e a Corte de Apelações dos Estados Unidos revogou a legislação adotada pela FEA - Agência de Proteção Ambiental que pretendia banir, até 1996, o uso do amianto em todo o território norte-americano.

A Corte concluiu, com base em pareceres de diversos especialistas, que os produtos acabados à base de amianto não são prejudiciais à saúde, pois não se comprovou se os materiais alternativos, além de bem mais caros, serão menos cancerígenos que o amianto; porém, a Corte manteve a decisão da Agência de não permitir a produção de novos materiais contendo amianto; não devendo no entanto, serem esquecidos os cuidados nos ambientes de trabalho. (31)

O amianto crisotila por si só não é cancerígeno, mas torna-se quando associado ao uso do tabaco.¹

Segundo Chaves, " não se encontrou nenhum sucedâneo para o amianto do cimento amianto que, de longe, se lhe compare. Existe portanto uma pressão técnica e econômica para a continuidade de sua utilização".¹

É importante salientar que a crisotila da SAMA é, provavelmente, o único caso no mundo de composição mineralógica pura, isto é, não contém tremolita, requisito indispensável à saúde ocupacional. (32) A tremolita, por sua baixa flexibilidade, é que vem sendo investigada como causa das doenças ocupacionais.

¹ Chaves, A.P. (Escola Politécnica da USP, Brasil). Comunicação Pessoal, 1993.

4. ESTUDO PRELIMINAR DE CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO AMIANTO CRISOTILA COM VISTAS À DEFINIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS PRIMÁRIAS E INFLUÊNCIA NO PRODUTO FINAL

4.1 Metodologia

A metodologia adotada no decorrer do trabalho, ora apresentado, está descrita detalhadamente a cada fase.

Utilizou-se como referência para o planejamento experimental e para o tratamento estatístico dos resultados obtidos os trabalhos de PARADINE⁽³⁶⁾ e LEAVRE⁽³⁷⁾. Os parâmetros de interesse para o processo, a rastrear, foram definidos em discussões com os técnicos responsáveis pelas áreas produtivas e de geologia da SAMA. Contando-se também com a consultoria de BERALDO, J.L. para orientação na análise estatística e interpretação dos resultados.

Ao final de cada item são efetuados os comentários e a introdução ao item subsequente.

4.2 Análise do banco de dados das Usinas de Beneficiamento

Tendo por objetivo avaliar a influência das diversas variáveis de processo sobre a qualidade do produto final comercializável, estudou-se a correlação destas a partir de um banco de dados da operação das Usinas 2 e 3, compilado pela SAMA, no período entre 15/10/91 e 16/07/92. (37)

Nesta fase dos estudos utilizou-se os seguintes parâmetros constantes do banco de dados da usina:

Alim. = Alimentação Diária

Teor = Teor da Usina = Teor de Fibras Alimentação Usina

IC = IC da Usina = Índice de Comprimento Fibra Usina

"Pó" = Conteúdo da fração passante em 200#

"Blaine" = Índice de abertura das fibras

Ton(4k,4t,4Z,5K,5R,5RL,6D,6DL,7ML,7TF)=Tonelagem por tipo fibra

TonTo = Tonelagem Total de Fibras Produzidas

CavTeor = Teor de Fibras no Minério da Cava

CavIC = Índice de Comprimento da Fibra no Minério da Cava

TonRG = Tonelagem de Rejeito Grosso

Teor RF = Teor de Fibras no Rejeito Fino

ICMBC = Índice Compr.Médio Fibras Base Calculada

Teor do MBC = Teor Médio de Fibras Base Calculada

Índices introduzidos:

Vl.Eq.= Valor Econômico Equivalente

Rec. = Rec.Usina=(TonTo/Alimentação*Teor Usina)

Rend. = Rendimento da Usina (TonTo/Alimentação)

Freq. = Freqüência

Alguns dos valores fornecidos no banco de dados foram descartados por estarem discrepantes do comportamento médio. Na Tabela 6, temos apresentados os dados originais constantes do banco de dados da SAMA⁽³³⁾, identificando-se os valores que foram alterados ou descartados.

Neste contexto, os dados referentes aos dias 18/10, 30/10 e 29/11 foram descartados por apresentarem muita discrepância no valor do TonTo, e alguns valores de IC e Teor.

Introduziram-se no banco de dados três parâmetros, a recuperação, o rendimento em fibra e um índice econômico baseado no valor relativo dos diversos produtos comercializados pela SAMA, denominado índice de valor econômico equivalente (Vl.Eq.), calculado através da média ponderada entre as toneladas dos diversos produtos e seus valores econômicos relativos, utilizados no planejamento de lavra. Os valores econômicos relativos fornecidos pelos técnicos da SAMA e utilizados nos cálculos do índice Vl.Eq. encontram-se na Tabela 7.

Os demais valores do banco de dados-SAMA, foram aceitos e encontram-se na Tabela 8, juntamente com os índices Vl.Eq., Rendimento e Recuperação calculados.

Tabela 6 - Banco de Dados da Usina (Original)

Dia	Alim	Teor	IC	P6	Blanc	TonMK	Ton4I	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	TonsD	Ton6DL	Ton7ML	Ton7FF	TonTo	CavTeor	CavC	TonHG	TeorFF	KMBC	TeorMBC
1510	12094	10,3	478	43,0	8091	0	263	238	244	346	0	0	0	0	19	1111	6,9	441	5382	1,2	489	7,0
1610	9040	5,2	386	50,0	9129	0	0	142	0	184	0	0	48	0	0	372	4,5	501	5778	1,1	400	4,7
1710	13025	8,7	49	49,0	8895	0	0	236	438	311	0	0	21	0	8	1015	4,2	506	4120	0,9	407	4,7
1810	13835	7,2	407	51,0	9102	0	0	0	214	374	0	0	62	0	21	872	4,8	536	4643	0,8	406	4,3
2010	14161	6,5	378	53,5	8591	0	0	129	337	263	0	37	62	0	12	831	4,8	535	5634	0,8	381	4,8
2110	13631	5,2	450	49,7	8345	0	0	205	609	0	0	0	0	0	20	834	4,2	431	4380	0,9	449	5,4
2410	13703	7,9	375	53,0	9751	0	0	23	509	363	0	35	0	0	14	973	4,2	336	1147	0,9	348	4,7
2510	14963	5,7	371	57,0	9999	0	0	37	215	151	0	291	32	0	23	747	4,0	334	2747	0,7	372	4,2
2610	15178	5,5	275	57,3	9409	0	0	0	57	353	0	214	94	0	19	736	3,5	355	3264	0,6	275	4,8
2710	13893	6,6	336	54,7	9300	0	0	142	0	479	0	116	57	0	26	820	3,5	355	4014	0,7	345	5,2
2810	14221	6,8	392	52,2	8314	0	34	219	96	497	0	0	0	0	30	874	4,7	559	2687	0,7	410	4,9
2910	13977	6,5	433	52,5	9149	0	0	98	668	0	0	0	0	0	20	360	4,6	430	2118	0,7	447	4,9
3010	12653	5,5	557	56,0	9642	0	0	0	87	150	0	0	38	0	18	594	3,6	995	1086	0,6	328	2,7
3110	14462	5,5	350	57,6	10071	0	0	179	160	261	0	160	52	0	27	733	3,6	283	3470	0,5	353	4,0
411	11779	8,3	434	48,2	6858	31	0	0	528	96	0	0	40	0	28	897	8,6	375	2656	0,8	441	6,3
511	13031	8,0	414	48,9	7573	28	0	0	724	91	0	0	69	0	28	936	8,0	348	3158	1,0	414	6,5
611	12413	9,7	406	45,5	7761	33	1	0	597	357	0	0	69	0	12	1068	8,0	348	4252	1,1	402	7,3
711	11790	8,7	449	42,3	7370	47	160	90	237	382	0	0	0	0	20	892	6,2	330	1513	1,1	430	6,7
811	12324	9,4	453	41,6	6630	47	77	338	0	405	0	0	0	0	10	877	7,0	330	3121	1,0	452	6,9
911	11417	9,5	330	47,2	7816	1	116	63	0	745	0	130	45	0	9	992	7,0	294	3827	0,9	321	6,7
1011	11978	8,7	394	46,6	7751	0	0	0	242	529	0	0	47	0	11	945	7,0	294	3915	0,9	305	6,2
1111	12437	7,2	494	47,8	8558	0	81	393	288	42	0	0	18	0	18	837	4,2	508	2566	0,5	486	6,1
1411	13389	8,0	465	46,8	7738	0	0	616	255	26	0	0	37	0	16	951	5,0	495	2836	1,0	458	5,7
1511	12509	10,0	440	45,1	7331	0	0	654	384	32	0	0	60	0	16	1146	5,0	495	3711	0,9	440	7,2
1611	10691	9,9	474	44,7	7505	101	146	416	280	33	0	0	49	0	20	944	5,7	486	4410	1,1	470	6,7
1711	11408	8,2	515	45,5	7571	93	53	436	180	0	0	0	37	0	18	816	5,7	486	4493	1,1	491	5,9
1811	11824	8,5	548	43,0	7350	196	177	256	65	156	0	0	47	0	13	910	6,5	514	3557	0,9	534	7,5
1911	9981	11,1	571	44,4	7373	235	192	167	307	37	0	0	66	0	15	1020	8,5	514	1156	0,9	675	6,4
2011	8146	9,2	749	36,9	6920	461	472	237	21	0	0	0	53	0	21	73	6,4	675	3463	0,7	716	7,0
2211	9662	10,2	639	40,0	6597	138	185	221	319	35	0	0	74	0	18	889	5,0	494	4566	0,7	459	6,0
2311	11959	8,1	486	47,1	7558	33	365	526	303	0	0	0	11	0	12	1069	5,0	494	4566	0,8	543	6,3
2411	12910	9,0	546	44,9	7490	0	23	46	374	275	0	0	56	0	24	797	5,2	336	3553	0,6	402	4,5
2511	13499	6,4	401	51,8	8820	0	0	40	243	399	0	156	0	0	19	856	4,0	332	5052	0,8	341	5,4
2611	12306	7,7	342	47,5	7489	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1050	6,7	567	4969	0,9	507	7,0
2711	11607	9,6	477	42,7	6439	34	369	95	73	387	0	32	0	0	27	852	5,6	570	5128	1,1	511	4,8
2811	11607	9,6	477	42,7	6439	34	369	95	73	387	0	32	0	0	27	852	5,6	570	5128	1,1	511	4,8
2911	13762	7,8	445	49,0	7982	0	178	90	46	242	20	0	0	0	0	1033	6,6	381	4481	0,6	490	5,3
3011	14197	6,6	379	50,3	7995	0	0	35	389	315	0	72	0	0	20	931	4,0	356	3554	0,8	394	5,1
112	12100	8,1	422	49,6	7839	0	28	72	641	137	0	0	0	0	23	901	4,0	346	2967	0,8	404	5,5
212	12992	7,2	385	51,0	7142	0	0	0	522	246	48	37	0	0	4	858	5,0	399	2535	0,7	444	5,4
312	11637	7,4	453	48,0	5914	28	0	285	282	121	0	57	0	0	11	785	5,0	399	6576	0,9	444	5,3
412	12559	8,3	350	49,6	6338	0	50	0	77	588	0	144	0	0	14	943	5,0	380	4963	0,9	341	5,6
512	12406	7,2	304	51,1	7228	0	34	0	0	519	0	239	0	0	13	805	5,8	397	4391	0,7	282	4,7
612	14053	8,8	325	50,6	7556	0	92	33	0	395	0	329	0	0	1	940	5,8	337	5147	0,9	327	5,0
712	12287	8,4	328	52,8	7264	0	0	0	328	384	0	229	0	0	0	937	6,9	396	4924	0,8	328	5,4
812	13549	5,0	580	52,0	7371	0	0	187	272	301	9	123	0	0	0	822	6,9	396	6284	0,9	342	5,0
912	13377	6,5	391	52,2	7801	0	0	0	398	301	0	94	26	0	1	767	6,1	377	6282	0,8	376	4,5
1112	13703	6,4	293	54,0	8496	0	0	0	73	237	0	303	59	0	0	742	4,8	242	5010	1,0	276	4,4
2303	10998	5,5	620	45,2	7112	121	11	306	91	0	0	0	0	0	20	582	6,4	333	1305	0,9	560	5,2
2503	11888	5,8	453	51,9	7317	0	35	108	272	165	0	0	0	0	0	618	6,6	229	1077	0,6	486	4,4
2703	12642	4,7	383	51,0	7562	0	89	0	82	203	0	134	0	0	0	488	5,6	554	3148	0,9	378	4,4
2803	10371	6,9	467	46,2	7632	48	79	42	129	321	0	0	37	0	0	656	5,6	554	3228	0,5	453	4,6
3003	9667	6,8	645	41,1	7924	312	0	269	0	0	0	0	0	0	0	581	5,4	550	4046	0,9	598	4,7
3103	11170	6,5	503	46,7	8479	27	190	0	216	164	0	41	0	0	0	638	5,4	550	4026	0,6	433	4,0

Nota - Os valores assimilados foram substituídos ou descartados

Fonte: Cumerro(33)

Tabela 7 - Valores Econômicos Equivalentes

TIPO DE PRODUTO	Vl. Eq. (*)
4k	100
4T	89
4Z	82
5K	71
5R	66
5R1	77
6D	46
6DL	58
7ML	35
7TF	22

Nota: (*) Valores econômicos relativos

Fonte: SAMA²

² CARNEIRO, P.R.Q. (SAMA S.A. Mineração de Amianto, Brasil).
Comunicação Pessoal, 1991.

Tabela 8 - Banco de Dados da Usina (Modificado) - Continuação

Table with columns: Dia, Alim, Teor, IC, P6, Blaine, TonHK, Ton4T, Ton4Z, TonSK, TonSR, TonSRL, TonSD, TonBDL, Ton7M, Ton7F, TonIO, CavTeor, CavC, TonRG, TeorRF, IOMBC, TeorMBC, VtEq, Rec, Rend, TonRGAlim. Rows include data for various dates from 2804 to 1407, plus summary rows for Media and Desvio.

Legenda: VtEq. = Valor ponderado entre tonelagem de tipo de fibra produzida e seu índice de valor econômico equivalente

Fonte: Tabela 6

4.3 Análise preliminar do banco de dados modificado

4.3.1 Análise da frequência

Numa primeira análise de cada uma das variáveis mais importantes, constantes do banco de dados, elaboraram-se seus histogramas de frequência, como pode ser visualizado nas Figuras 3 a 11. As variáveis analisadas apresentaram histogramas de distribuição que podem ser assumidos como do tipo normal (de Gauss).

Entretanto, a frequência de IC da Cava apresenta uma distribuição um pouco diferenciada, tendendo a bimodal, o que pode ser interpretado como havendo a presença de duas famílias independentes de IC na mina. A análise para o IC da Usina, porém, apresenta-se com distribuição tipo normal. Este fato pode indicar que talvez a distribuição bimodal do IC da Cava seja ocasionado por um fator estatístico, conforme pode ser visualizado na Figura 12. Para a confirmação desta distribuição de frequência do IC da Cava, analisou-se a disposição espacial deste parâmetro na mina, utilizando-se os blocos individuais constantes do banco de dados da "krigagem", num total de 734 blocos da bancada 328-CavaB (Jul/92), dados constantes da Tabela 9.

Verificou-se que, na mina, ocorrem na realidade três famílias distintas de IC e Teor da cava. Na Figura 13, temos a distribuição de frequência destas famílias.

Lembramos que o IC da Cava (CavIC) e o Teor da Cava (CavTeor), referem-se à composição de blocos da mina.

A organização dos dados indica forte correlação entre o IC da Cava e o Teor da Cava, numa mesma família, ao contrário do que foi observado para o minério alimentado na Usina, onde o IC da Cava e o Teor da Cava são variáveis independentes, conforme será visto no decorrer dos estudos.

Na Figura 14 temos a representação da frequência dos teores de fibra na usina e na mina. Verifica-se que ocorre um enriquecimento do teor da usina devido ao descarte do Rejeito.

O comportamento da frequência dos teores é análogo ao da frequência dos comprimentos (CavIC).

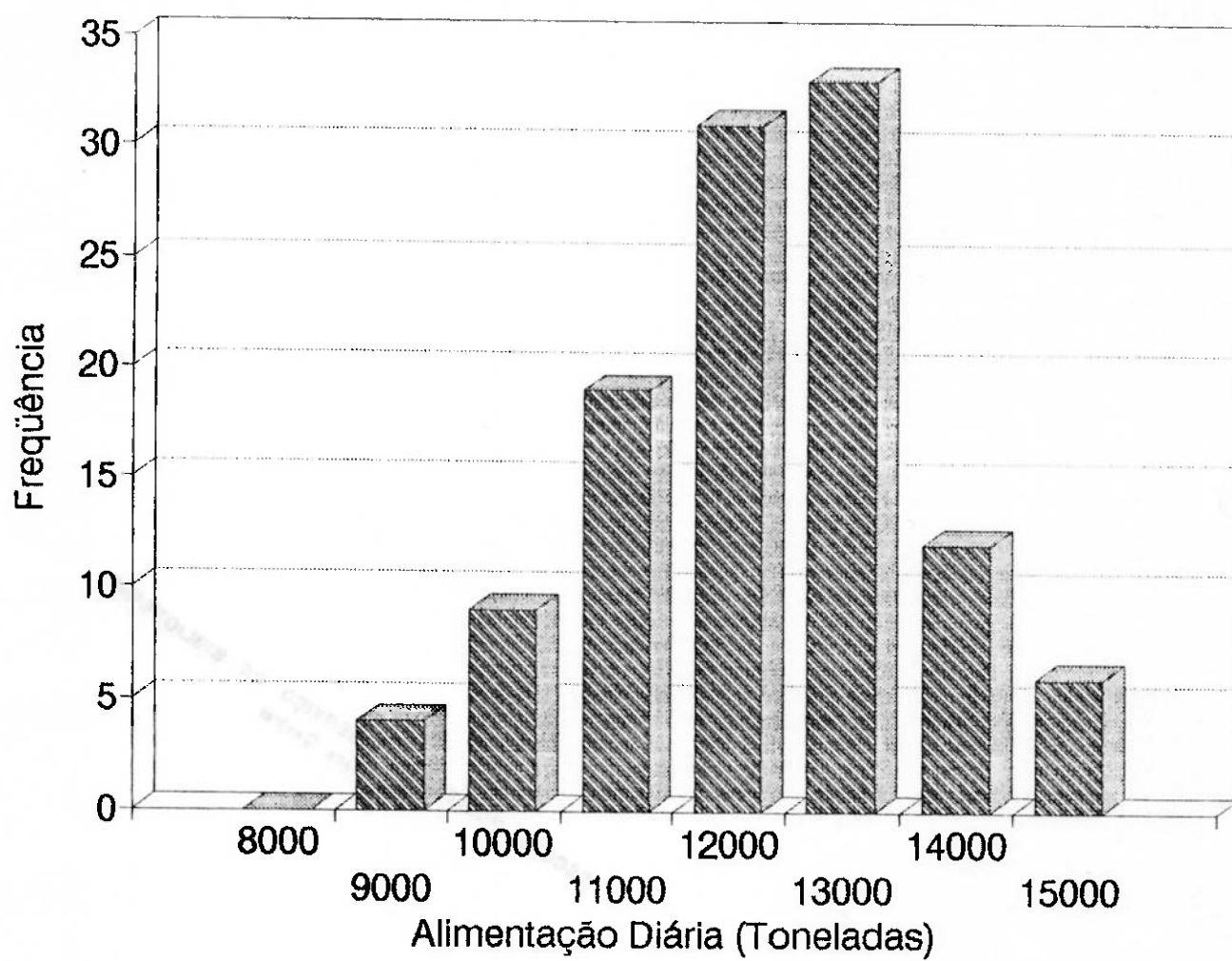


Figura 3 - Frequência da alimentação diária

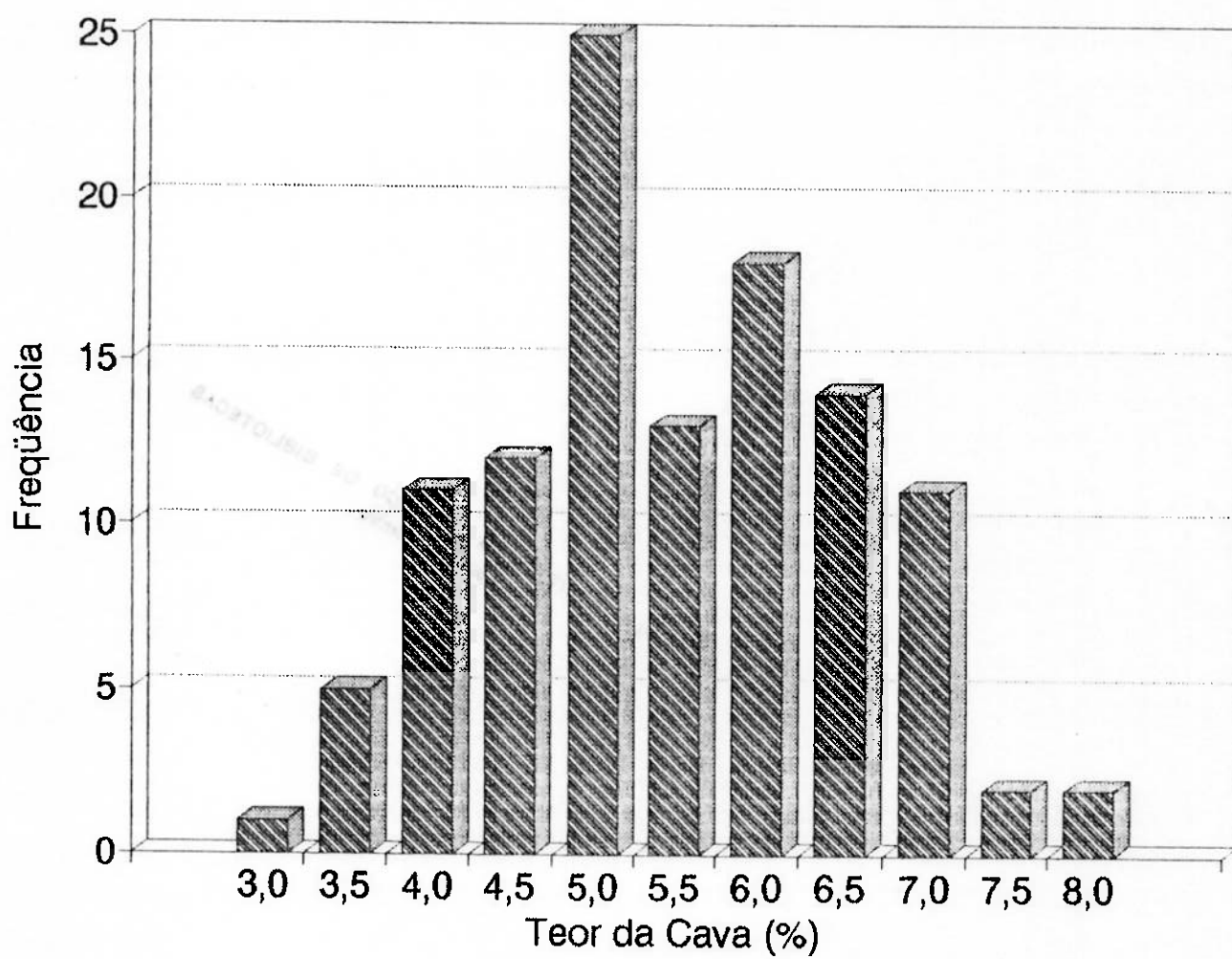


Figura 4 - Frequência do teor da cava (CavTeor)

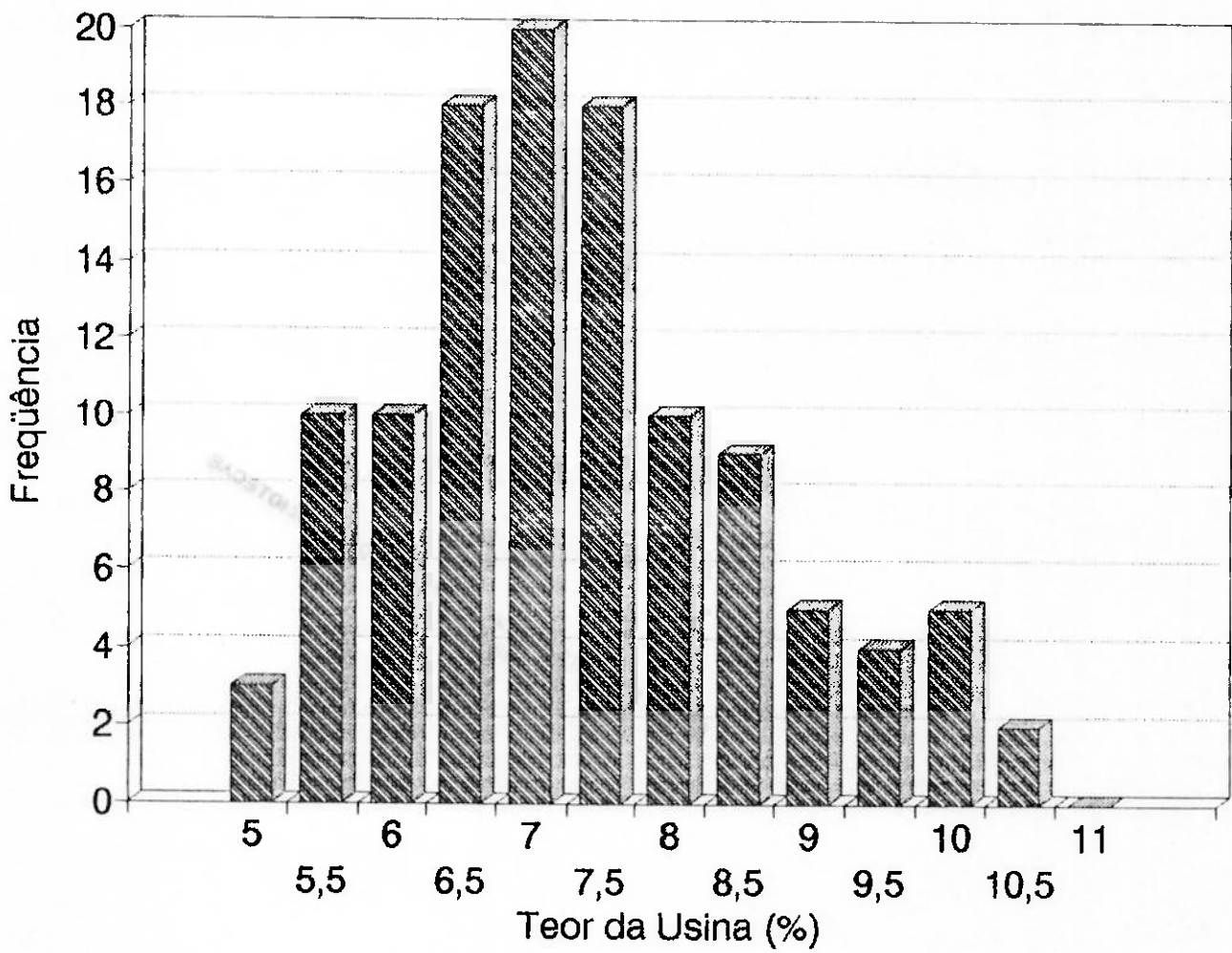


Figura 5 - Frequência do teor da usina

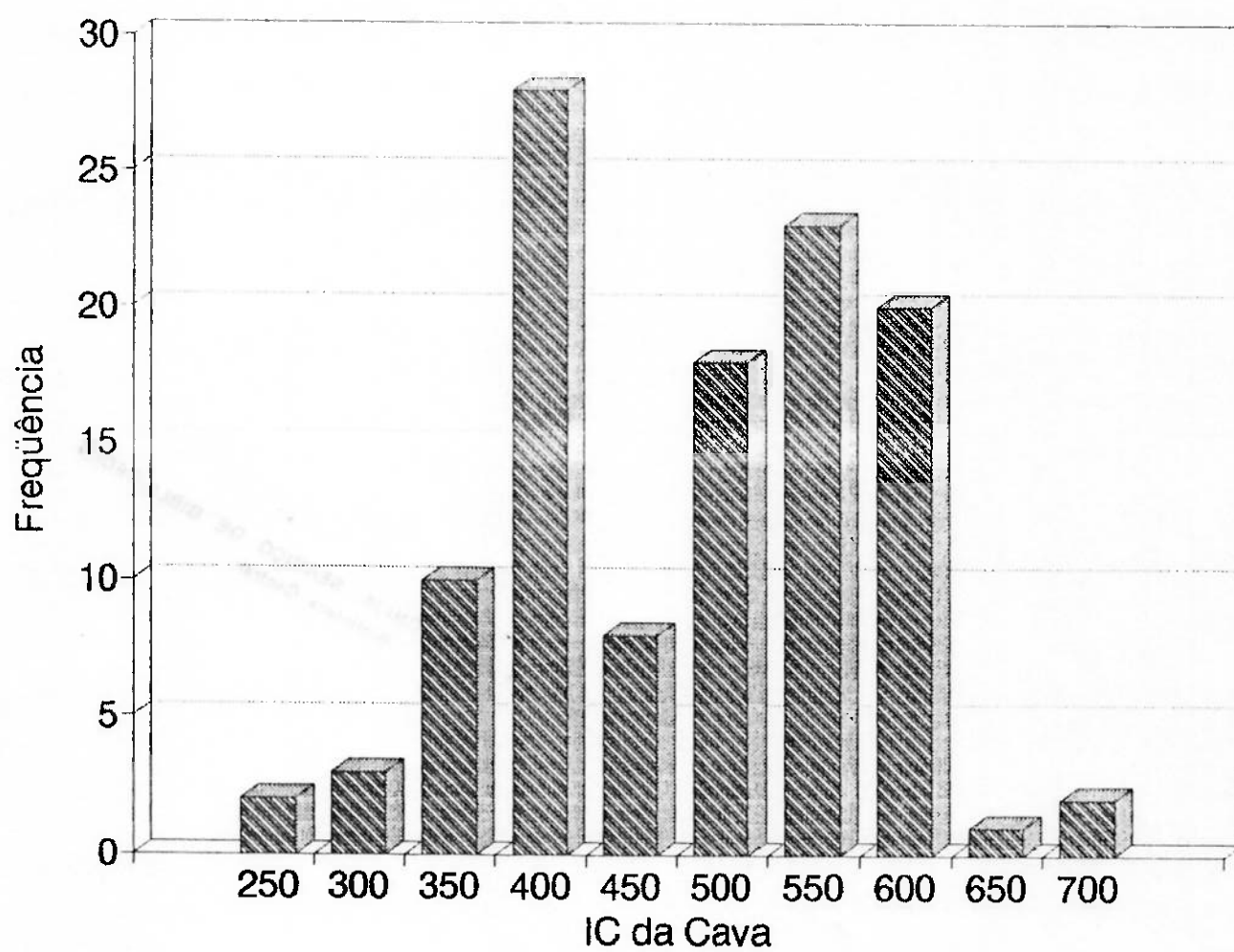


Figura 6 - Frequência do IC da cava

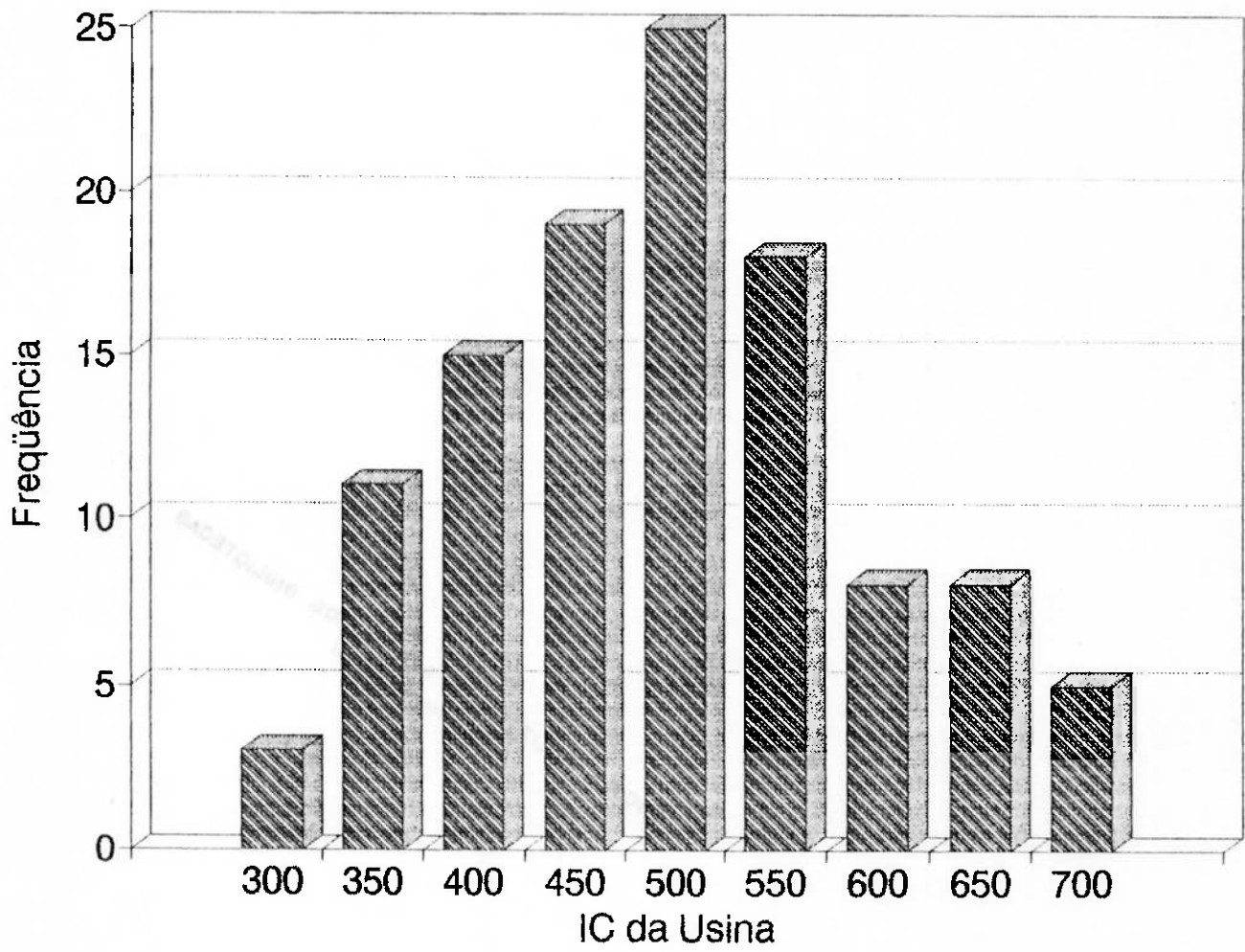


Figura 7 - Frequência do IC da usina

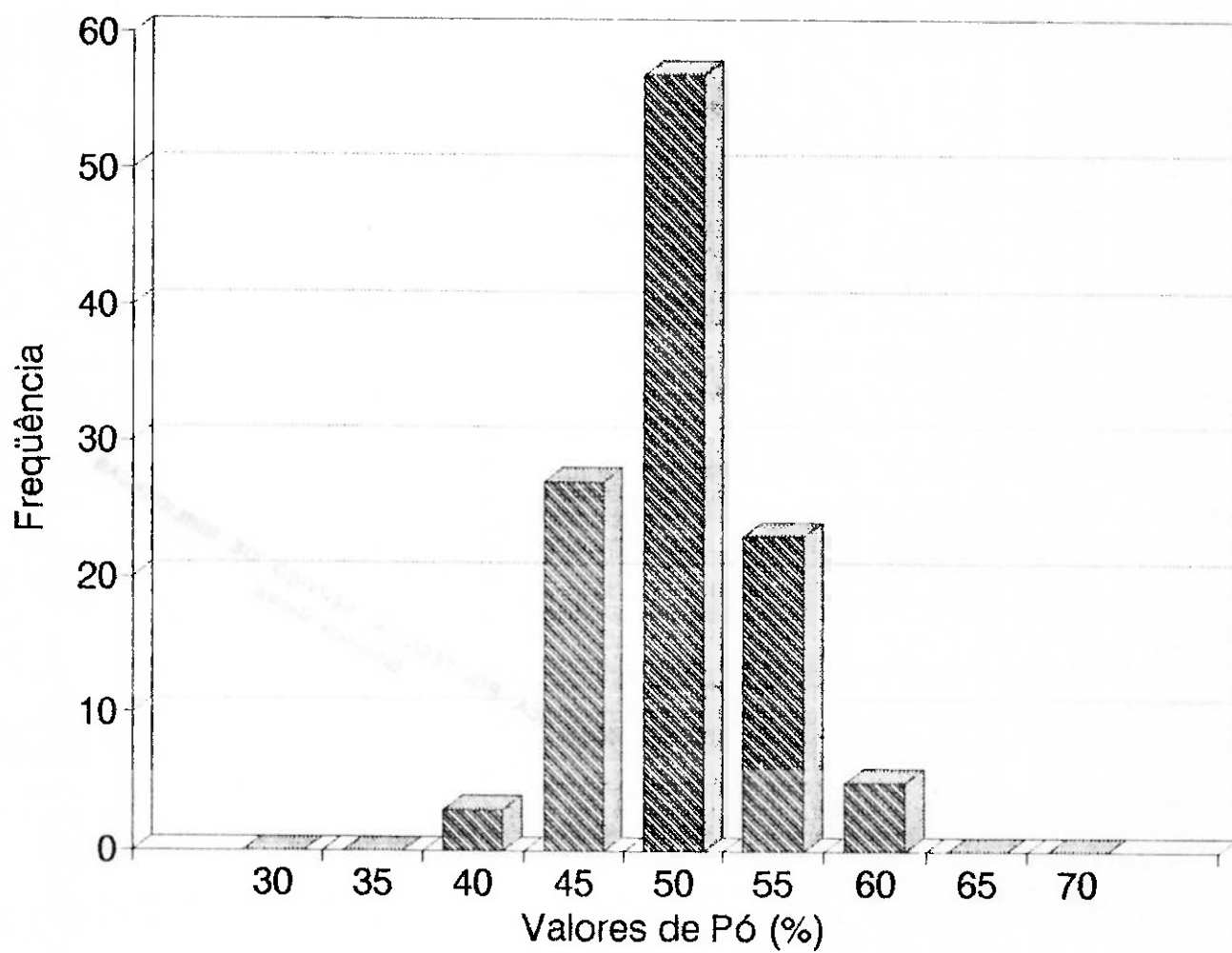


Figura 8 - Frequência dos valores de pó

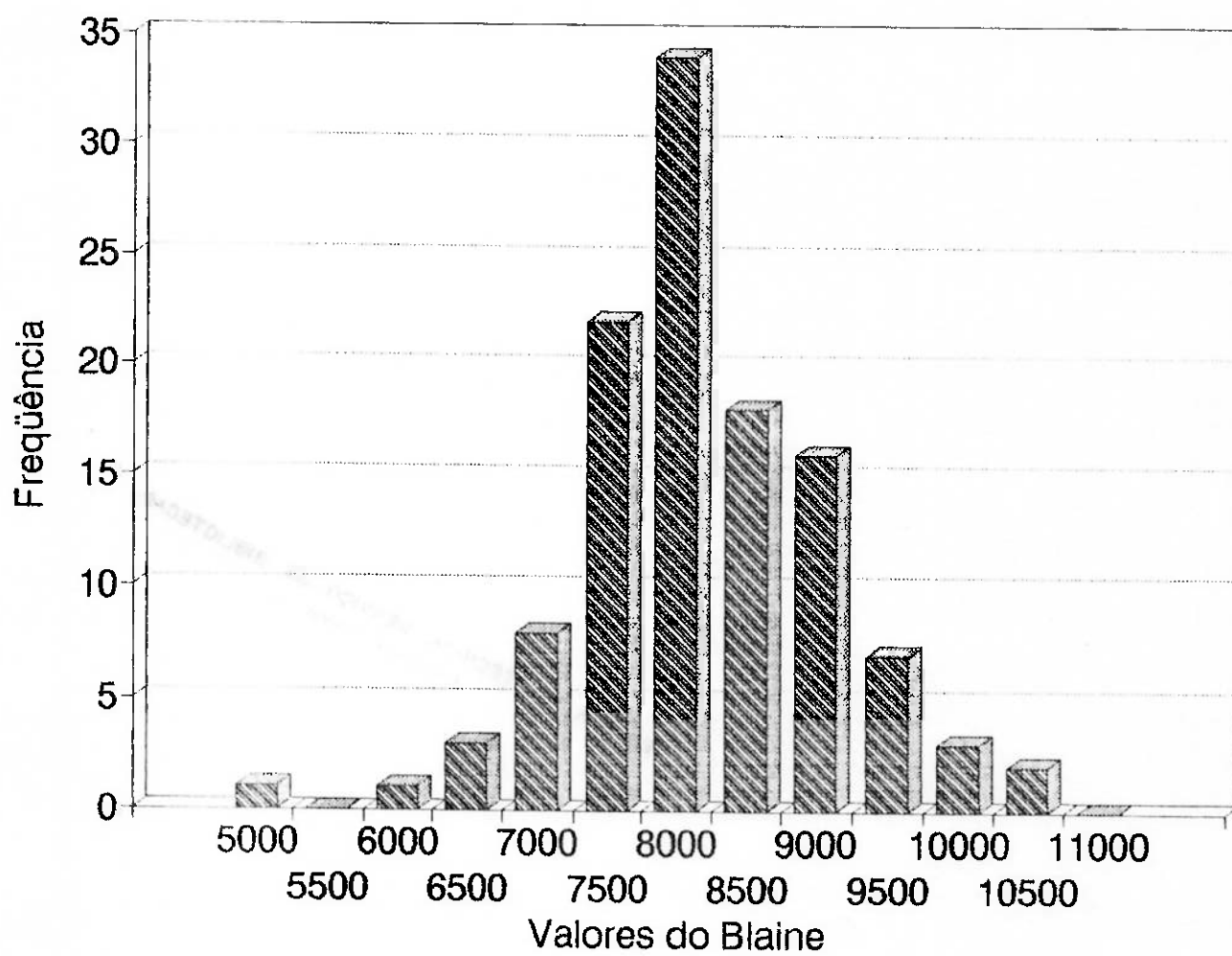


Figura 9 - Frequência dos valores do blaine

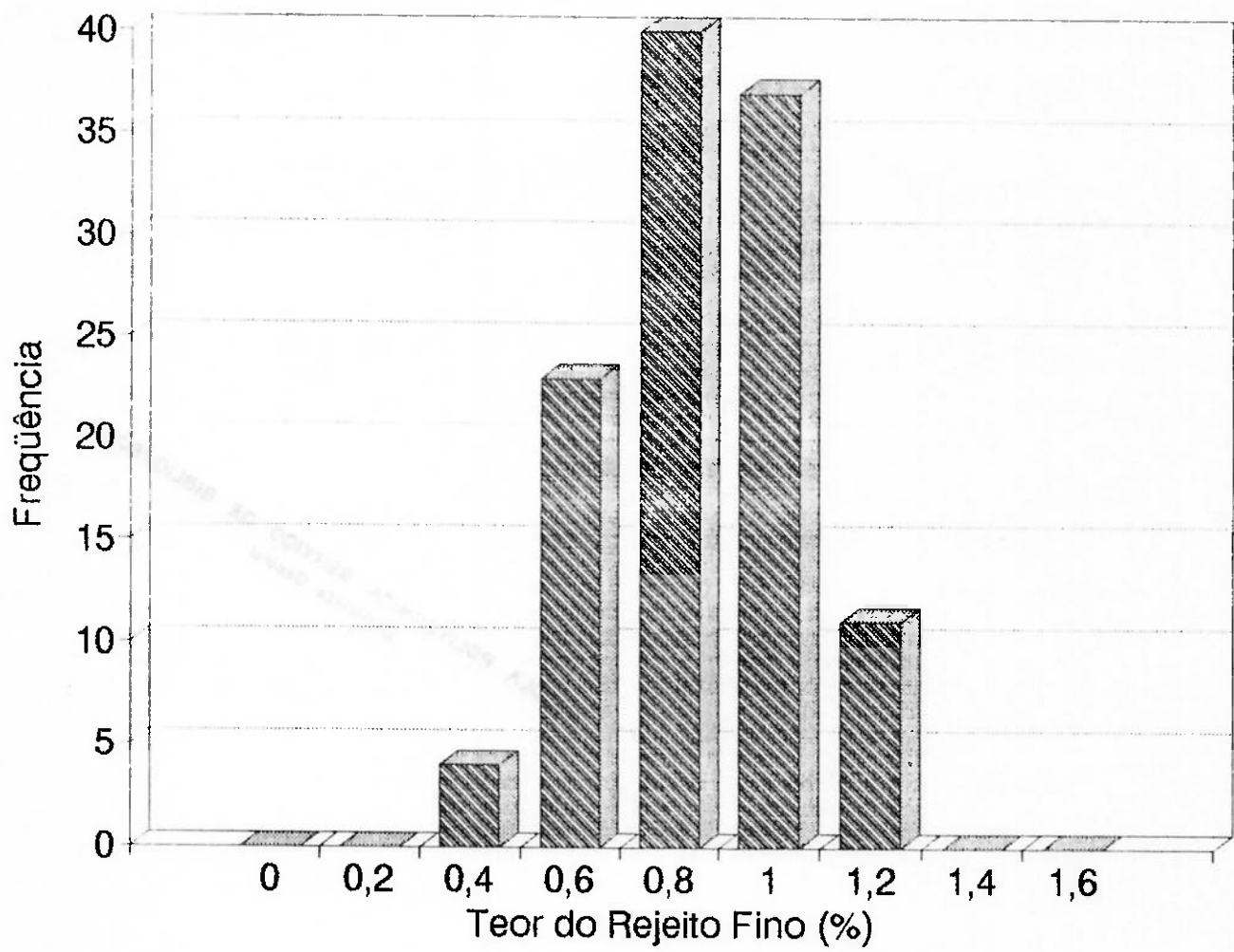


Figura 10- Frequência do teor do rejeito fino

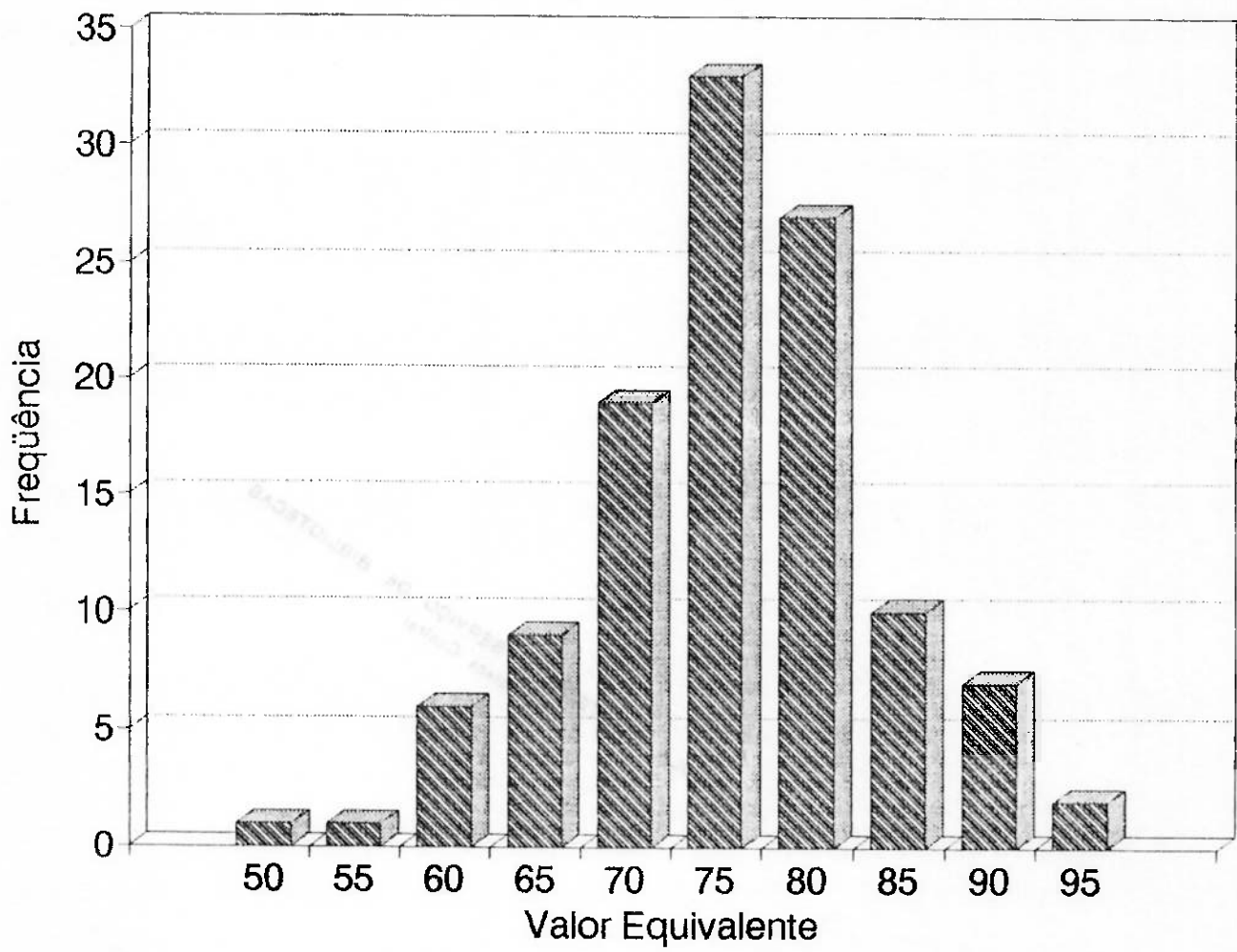


Figura 11 - Frequência do valor equivalente

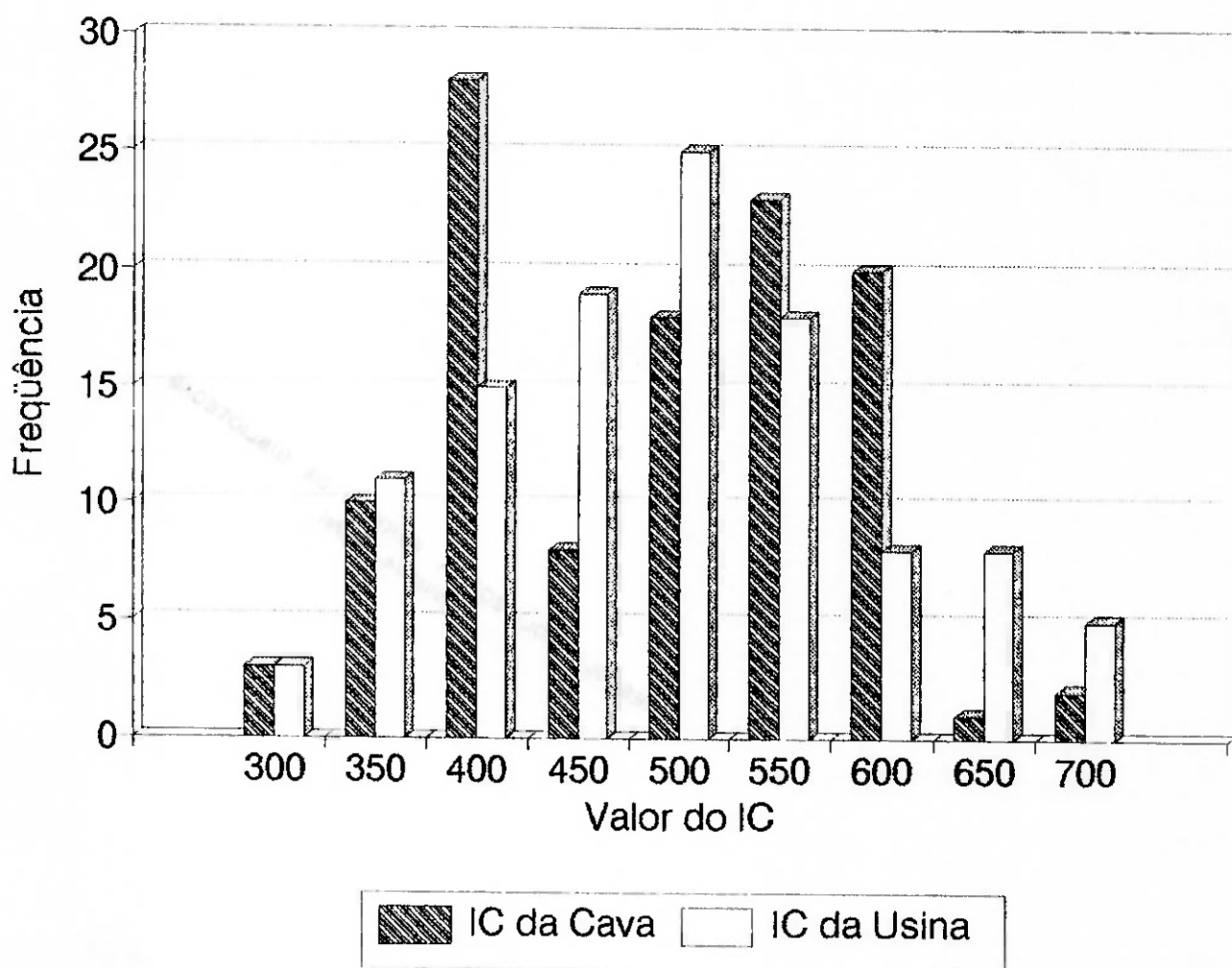


Figura 12 - Frequência dos IC's da cava e da usina

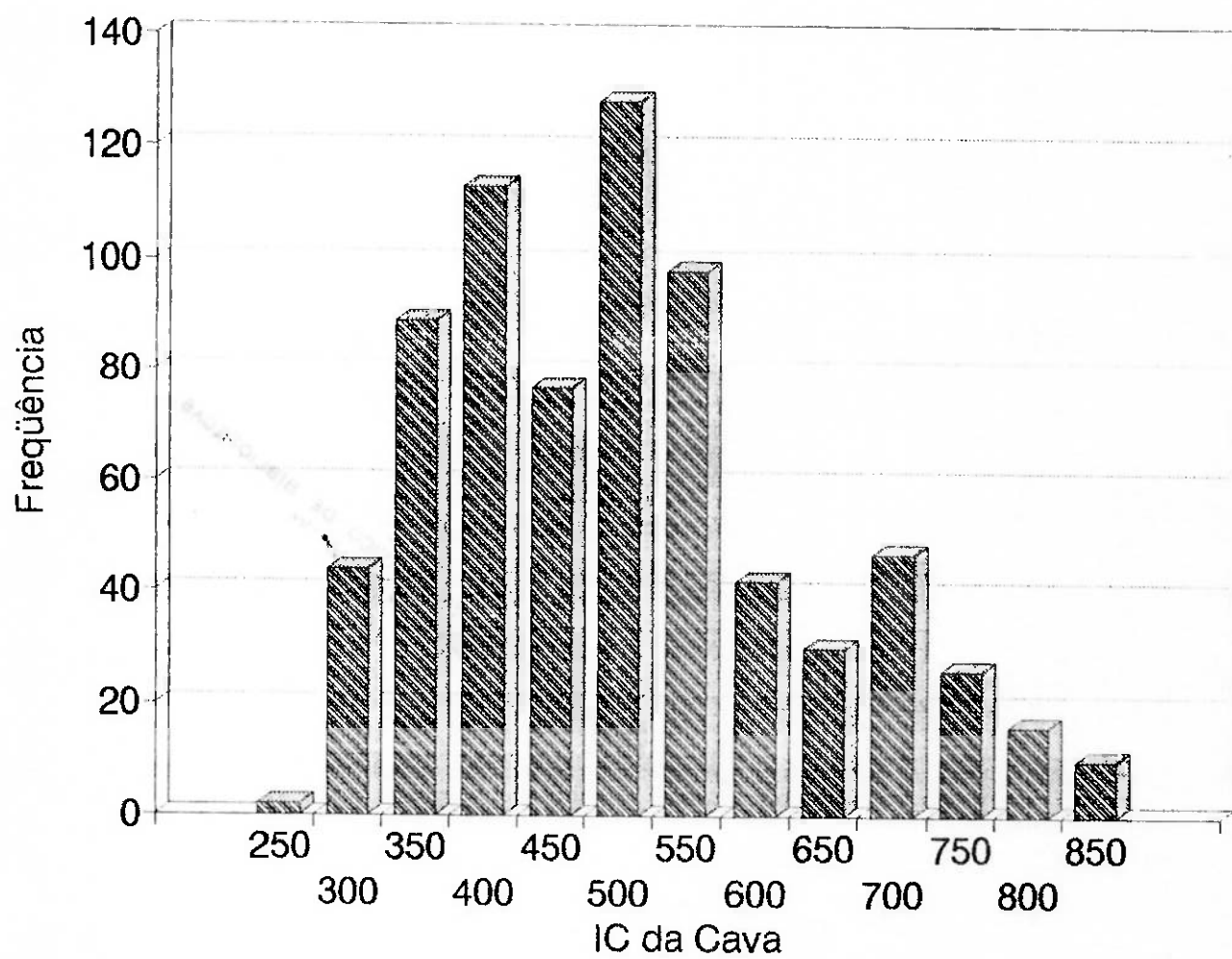


Figura 13 - Frequência do IC da cava por bloco

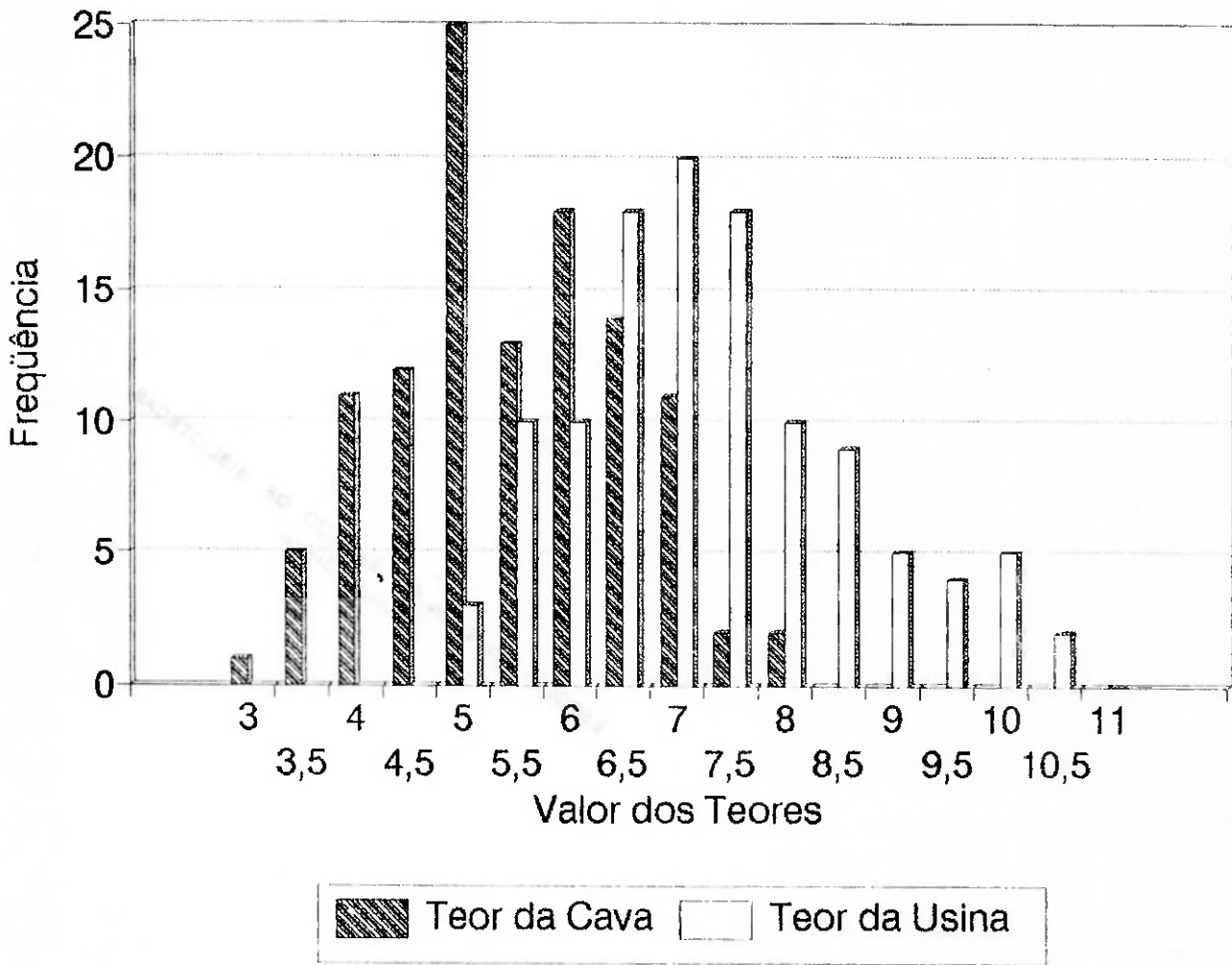


Figura 14 - Frequência de teores da cava e da usina

Tabela 9 - Características das fibras por bloco (Dados "Krigagem")
 Banco 328 - Cava B - Julho de 1992

Número	X	Y	Teor. (%)	Pó. (%)	IC	Número	X	Y	Teor. (%)	Pó. (%)	IC	Número	X	Y	Teor. (%)	Pó. (%)	IC
547	10780	48790	4,50	32	844	590	10810	48710	6,30	32	686	214	10880	49180	4,40	23	630
548	10780	48810	5,70	29	838	154	10770	48190	3,30	19	694	523	10810	48650	7,60	29	629
549	10770	48810	4,00	31	834	579	10790	48730	4,40	34	684	568	10790	48750	2,70	33	628
550	10790	48830	5,90	30	832	582	10870	48770	9,50	25	683	249	10790	49080	4,60	23	623
551	10780	48810	4,80	30	831	211	10770	48130	3,60	20	682	137	10810	48210	4,20	20	623
552	10780	48870	4,30	33	827	607	10790	48670	3,80	29	688	496	10870	48670	9,70	33	623
553	10770	48830	4,80	31	827	517	10710	48630	2,60	32	687	548	10710	48810	3,10	24	618
554	10770	48790	3,30	33	825	551	10870	48790	9,70	25	687	362	10790	48680	3,20	30	616
555	10810	48790	5,80	31	820	601	10830	48690	7,80	31	687	509	10850	48650	3,50	25	614
556	10810	48830	6,40	29	801	231	10810	48110	4,50	23	686	210	10750	48160	2,40	20	614
557	10750	48830	3,80	31	796	591	10830	48710	7,70	31	686	361	10790	48690	2,70	30	613
558	10750	48810	3,10	32	796	619	10730	48660	4,00	27	679	535	10770	48660	5,80	28	613
559	10810	48770	5,50	31	793	618	10710	48660	3,30	27	678	549	10790	48610	4,60	25	611
560	10860	48810	6,80	28	792	544	10730	48730	2,40	33	678	586	10790	48630	6,50	28	611
561	10750	48750	2,70	33	791	567	10750	48750	2,50	33	677	577	10850	48170	5,30	24	608
562	10810	48750	5,80	32	790	597	10750	48680	3,80	32	676	584	10810	48770	9,50	25	608
563	10790	48150	4,00	20	786	572	10850	48750	9,50	28	675	576	10790	48730	2,80	33	604
564	10770	48770	3,40	33	776	608	10750	48670	4,30	29	674	614	10870	48670	5,60	31	604
565	10860	48770	6,80	29	776	578	10770	48730	3,60	36	673	375	10750	48670	3,20	31	602
566	10830	48830	7,30	28	779	176	10830	48170	5,20	22	672	630	10870	48630	2,50	24	600
567	10790	48170	4,20	20	770	633	10730	48630	4,10	26	672	110	10890	48270	5,40	25	598
568	10830	48790	5,90	29	767	617	10890	48650	2,60	26	672	319	10790	48270	2,50	20	597
569	10790	48860	2,50	31	766	506	10710	48670	3,20	29	671	494	10710	48670	2,70	33	596
570	10850	48790	6,10	27	764	521	10770	48650	6,10	29	671	330	10790	49010	2,80	29	596
571	10790	48850	6,80	30	764	602	10850	48680	7,80	30	670	483	10890	48670	2,20	33	595
572	10810	48150	4,60	21	762	195	10830	48150	4,60	22	668	503	10870	48690	7,80	29	593
573	10860	48750	7,40	30	748	620	10750	48660	5,10	29	667	510	10870	48660	10,60	24	591
574	10850	48770	9,30	27	745	632	10790	48650	7,10	23	666	326	10790	48610	3,10	27	591
575	10810	48170	4,80	21	744	596	10730	48630	3,60	32	666	560	10770	48610	4,80	26	588
576	10750	48950	4,50	31	742	577	10750	48730	3,00	33	665	248	10770	48690	3,80	22	588
577	10790	48130	4,80	21	742	632	10710	48630	3,40	28	665	613	10850	48670	6,90	31	588
578	10810	48130	4,80	22	736	634	10750	48630	5,00	28	665	526	10890	48630	11,20	24	587
579	10810	48660	6,40	31	732	612	10830	48670	7,40	31	664	687	10810	48630	6,80	28	587
580	10810	48660	7,40	28	732	581	10710	48610	2,20	32	663	582	10890	48790	10,80	25	586
581	10850	48610	8,20	27	729	587	10750	48710	3,30	33	662	250	10810	48690	4,10	25	583
582	10860	48830	9,10	26	728	582	10860	48730	6,70	28	660	529	10860	48680	2,60	24	582
583	10790	48710	5,40	32	726	573	10870	48750	9,30	26	660	576	10870	48750	9,80	27	582
584	10810	48670	7,30	30	726	585	10730	48770	2,90	33	668	106	10890	48650	5,40	27	578
585	10770	48710	3,70	34	722	590	10810	48730	6,10	33	668	376	10770	48670	3,30	32	577
586	10770	48710	3,20	19	722	525	10870	48630	10,50	24	667	381	10750	48710	3,20	23	574
587	10830	48650	8,40	27	722	539	10870	48610	10,20	25	667	540	10890	48610	11,20	24	573
588	10830	48610	6,30	31	720	582	10850	48710	8,80	23	665	374	10790	48670	2,70	31	571
589	10790	48750	4,50	34	720	229	10770	48110	4,00	21	664	73	10850	48290	3,10	21	570
590	10790	48130	4,40	20	713	574	10890	48750	9,10	25	664	228	10750	48110	2,70	20	569
591	10770	48750	3,40	34	717	593	10830	48770	9,80	25	660	547	10830	48610	2,70	24	569
592	10790	48670	6,50	30	715	596	10830	48730	7,70	30	660	310	10750	48630	3,00	27	568
593	10790	48670	3,40	32	714	624	10830	48650	7,00	31	647	546	10870	48610	2,80	24	567
594	10790	48770	2,70	34	705	487	10770	48670	6,00	30	645	493	10770	48600	4,20	32	564
595	10770	48110	3,10	19	704	136	10790	48210	3,70	19	643	269	10790	48710	3,70	25	562
596	10790	48110	4,80	22	708	486	10750	48670	5,00	31	638	74	10890	48290	5,20	25	560
597	10770	48670	5,40	23	701	631	10890	48630	2,50	24	636	625	10850	48650	6,00	32	560
598	10710	48660	2,60	33	700	616	10870	48660	2,50	25	636	308	10710	48630	1,70	26	559
599	10810	48150	4,90	20	696	157	10830	48150	5,30	21	636	359	10710	48610	2,10	29	558
600	10790	48710	4,70	34	696	232	10830	48110	3,90	25	631	528	10830	48630	2,70	25	557

Tabela 9 - Características das fibras por bloco (Dados "Krigagem") - Continuação
Banco 328 - Cava B - Julho de 1992

Número	X	Y	Teor (%)	P ₆ (%)	IC	Número	X	Y	Teor (%)	P ₆ (%)	IC	Número	X	Y	Teor (%)	P ₆ (%)	IC
401	10790	48650	3,90	32	522	684	10710	48570	2,80	23	496	528	10590	48630	8,90	26	475
227	10730	49110	1,60	20	522	70	10790	49280	2,10	20	496	656	10650	48630	2,90	26	474
447	10810	48910	6,70	30	520	425	10810	48930	5,40	30	495	678	10590	48670	3,00	24	474
487	10790	48680	7,10	29	520	313	10810	49000	3,10	30	494	575	10630	48670	3,00	25	473
638	10830	48630	5,90	30	519	696	10750	48670	3,00	25	494	314	10830	49000	2,80	31	473
688	10810	48680	3,50	24	519	318	10810	49000	4,60	29	494	341	10860	49010	6,70	28	472
197	10870	49150	4,20	27	519	252	10860	49090	2,60	28	493	433	10890	49310	7,70	30	472
454	10890	48910	8,50	29	519	104	10810	48950	2,00	20	493	706	10710	48650	7,70	30	471
691	10850	49270	2,30	21	517	364	10790	48950	3,20	32	492	663	10860	48910	4,70	30	471
697	10850	48670	4,20	21	516	334	10810	49010	3,00	32	492	718	10630	48630	3,20	25	470
697	10850	48670	3,80	26	516	121	10860	49230	4,10	23	492	160	10860	49190	5,40	29	470
291	10810	49060	2,90	29	515	466	10770	48990	5,40	30	492	465	11010	48910	8,00	30	470
87	10790	49270	1,70	21	515	328	10890	49010	1,60	28	492	366	10890	48990	2,90	32	469
377	10790	48970	3,40	32	515	93	10860	49270	7,10	29	491	444	10750	48910	3,80	32	469
662	10810	48610	5,90	29	515	686	10790	48670	2,80	24	491	707	10730	48650	2,70	24	468
71	10810	49290	2,30	21	515	32	10890	49270	7,30	29	491	369	10890	48650	3,40	29	469
511	10890	48660	10,40	24	515	702	10830	48660	3,70	21	491	657	10670	48630	2,90	26	469
56	10830	49310	2,90	20	514	317	10890	49000	3,60	30	491	125	10890	49230	5,60	30	468
338	10890	49010	3,60	29	514	448	10870	48910	7,20	27	489	715	10450	48630	4,30	28	468
513	10890	48660	9,50	26	513	672	10470	48970	3,80	28	489	697	10630	48650	3,00	25	468
512	10810	48950	10,10	24	513	445	10770	49270	4,70	31	489	491	10890	48970	9,70	25	468
59	10890	49310	4,60	24	513	88	10810	49270	2,00	21	488	471	10810	48860	3,80	26	468
373	10710	48670	2,00	31	512	45	10890	49000	3,90	22	487	142	10810	48910	5,50	29	466
124	10910	49230	5,70	30	512	705	10890	48660	3,20	22	487	722	10470	48610	4,40	29	466
312	10790	49000	3,20	30	511	673	10490	48670	3,40	25	487	678	10650	48670	2,80	25	466
122	10870	49230	4,80	25	511	315	10890	49000	3,20	31	488	432	10870	48630	7,00	29	466
590	10830	49670	3,90	22	511	333	10790	49010	3,10	31	486	632	10430	49550	3,50	28	466
340	10890	49010	5,70	28	511	76	10890	49290	7,30	29	486	127	10870	49230	3,00	30	465
139	10850	49210	5,00	23	511	699	10850	48630	5,10	32	485	78	10970	49290	7,10	27	465
159	10870	49190	5,60	26	510	490	10870	48970	9,70	25	485	367	10860	48630	3,10	31	464
599	10890	48630	3,20	25	509	297	10890	49110	5,20	31	484	463	10970	48910	6,00	29	464
632	10870	48670	3,90	22	509	316	10870	49000	3,20	30	483	216	10910	49130	4,30	30	463
268	10790	49070	1,90	29	509	594	10890	48710	6,30	26	483	402	10810	48950	3,80	31	463
604	10890	48690	7,40	29	508	697	10770	48670	3,10	26	483	701	10610	48650	3,20	22	463
337	10870	49010	3,40	30	508	292	10890	49060	2,50	30	482	596	10910	48730	8,40	27	463
44	10870	49330	3,20	20	508	474	10870	48990	6,30	28	482	699	10810	48630	3,80	28	463
336	10850	49010	3,00	31	507	686	10490	48650	3,60	25	482	472	10890	48680	3,10	27	463
594	10890	48730	8,70	27	505	271	10890	49070	2,70	29	481	677	10670	48670	2,90	25	461
475	10890	48680	7,80	29	505	684	10470	48650	4,00	27	481	506	10650	48650	2,70	25	461
470	10890	48630	8,40	25	505	141	10890	49210	5,60	28	481	61	10950	49310	7,40	26	461
688	10890	48670	3,10	22	504	665	10630	48660	2,90	27	480	595	10910	48710	7,80	29	461
69	10770	49230	2,00	21	504	541	10810	48810	10,60	25	480	627	10860	48650	5,60	34	461
75	10910	48630	6,50	27	504	336	10890	49010	2,80	32	480	361	10930	48690	5,50	27	460
380	10910	48950	4,20	28	503	688	10790	48950	4,00	27	479	179	10860	49170	5,20	29	460
140	10870	49210	4,50	28	503	717	10610	48630	3,50	26	479	139	10910	49150	5,20	30	460
339	10910	49010	4,50	28	503	289	10890	49110	5,30	31	478	493	10930	48670	3,70	25	459
703	10850	48650	4,10	30	502	615	10890	48670	6,50	31	478	719	10650	48630	2,90	24	459
464	10790	48690	3,30	32	502	716	10490	48630	3,80	27	477	421	10790	48630	2,60	32	458
482	10890	48630	2,20	33	500	696	10610	48650	3,20	25	477	368	10870	48990	3,10	30	457
704	10870	48650	3,80	21	498	55	10810	49310	2,50	21	477	479	10860	48990	8,40	29	457
108	10890	49250	6,50	30	498	698	10450	48650	4,10	27	476	721	10450	48610	4,10	28	457
679	10810	48670	3,50	30	498	59	10810	49310	5,80	25	476	426	10860	48630	5,90	30	457
626	10870	48660	5,50	35	497	109	10860	49260	6,10	30	476	60	10890	49310	5,80	25	456
493	10710	48690	2,60	33	497	674	10610	48670	3,10	25	475	397	10710	48690	2,00	32	456

Tabela 9 - Características das fibras por bloco (Dados "Krigagem") - Continuação
 Banco 328 - Cava B - Julho de 1992

Número	X	Y	T _{teor} (%)	P ₀ (%)	IC	Número	X	Y	T _{teor} (%)	P ₀ (%)	IC	Número	X	Y	T _{teor} (%)	P ₀ (%)	IC
495	10970	49870	7,10	28	419	204	11010	49150	6,40	28	380	115	11070	49250	5,50	32	364
201	10950	49150	6,90	30	419	365	10950	49970	5,60	28	389	81	11030	49230	5,10	27	364
441	10690	49910	2,00	33	418	63	11010	49810	6,10	25	388	132	11070	49230	6,60	32	364
258	10970	49050	4,70	31	418	202	10970	49150	7,00	29	387	322	10990	49030	5,10	31	363
35	10960	49360	6,20	24	416	275	10910	49070	3,10	30	387	14	10970	49380	5,40	24	363
165	10960	49190	6,10	28	415	24	10970	49370	6,00	22	387	28	11050	49370	5,00	26	363
111	10980	49250	5,80	30	415	6	10960	49410	4,60	26	386	241	11030	49110	4,40	30	363
126	10950	49230	5,40	30	414	37	10960	49560	7,60	22	385	145	10970	49210	5,90	30	362
327	10670	49010	1,30	29	414	404	10650	48950	3,90	30	384	429	10910	48930	5,40	27	362
379	10630	48970	3,10	32	414	280	11010	49070	3,90	30	384	691	10850	48970	2,80	30	360
372	10630	48970	1,50	32	414	185	11010	49170	6,80	28	384	712	10850	48950	2,20	28	360
384	10630	48970	4,60	27	413	451	10930	48910	7,10	28	384	387	10890	48970	4,80	31	360
184	10970	49190	5,90	29	413	184	10880	49170	4,50	31	383	274	10860	49070	2,90	30	359
442	10710	48910	2,50	33	413	16	11010	49230	7,20	26	382	412	11010	48950	5,50	32	359
257	10850	49060	4,50	31	412	273	10870	49070	2,90	30	382	149	11050	49210	7,00	31	359
530	10970	48830	5,10	30	411	15	10990	49330	7,00	24	382	261	11030	49090	3,60	30	358
431	10950	48830	6,20	29	410	294	10970	49060	3,00	30	381	150	11070	49060	3,60	30	357
259	10990	49090	4,30	31	410	221	11010	49130	5,90	29	380	516	10890	48950	4,80	31	357
477	11030	48860	5,20	32	409	203	10990	49150	6,70	29	380	478	11050	48930	3,60	33	356
515	10970	48950	6,00	29	409	543	10950	48910	6,70	29	379	282	11050	49070	4,00	31	356
380	10950	48970	3,10	31	408	348	10670	48690	1,30	30	379	411	10990	48950	5,60	31	355
233	10970	49110	2,70	28	408	112	11010	49250	6,20	29	378	410	10970	48950	5,90	29	355
589	10910	48670	3,10	29	408	418	10670	48930	1,70	26	378	713	10970	48950	2,60	29	355
190	10910	49170	5,70	29	407	5	10970	49410	4,20	25	378	116	11030	49250	5,50	32	355
452	10950	48910	7,40	29	407	403	10930	48950	4,90	27	377	39	11030	49350	9,20	24	354
436	10990	48970	6,10	30	404	428	10890	48690	5,30	27	377	38	11010	49350	8,10	23	354
456	11030	48910	6,00	32	404	436	11030	48670	4,10	32	376	129	11010	49230	5,90	30	353
393	10910	48970	4,20	27	404	128	10990	48930	5,20	30	375	131	11050	49230	6,70	31	353
234	10890	49110	2,70	30	402	196	11030	49170	6,70	28	374	371	10870	48970	1,40	32	353
50	10990	49330	7,70	29	402	25	10990	49370	7,20	28	374	435	11030	48930	5,90	31	353
450	10910	48910	7,10	26	402	17	11030	49330	6,30	26	374	229	11050	49130	4,90	29	353
256	10990	49090	3,80	31	401	222	11030	49130	5,10	29	374	40	11050	49350	8,90	25	352
235	10910	49110	3,40	30	400	205	11030	49150	5,90	28	373	1	11010	49430	3,80	29	351
219	10970	49190	6,70	30	400	711	10890	48650	2,40	29	373	148	11030	49210	6,90	29	351
166	11010	49190	6,10	28	400	183	10970	49170	6,80	30	372	134	11110	49230	4,60	30	351
381	10870	48970	3,20	30	399	27	11030	49370	9,00	26	372	303	11050	49050	4,00	32	349
382	10890	48970	3,50	28	398	26	11010	49370	8,00	24	372	413	11030	48950	4,40	34	349
420	10710	48930	2,00	33	397	182	10950	49170	6,80	30	370	489	11050	48970	3,10	32	349
497	11010	48930	3,40	31	395	97	11030	49270	5,50	29	369	382	11030	49050	4,20	31	349
191	10990	48970	5,00	31	394	255	10910	49030	2,80	31	369	29	11070	49370	8,50	27	348
90	11010	49290	5,70	27	393	276	10990	49070	3,80	31	369	38	11050	49270	5,50	30	348
250	11010	49090	3,90	31	393	409	10950	48950	5,30	27	367	197	11050	49170	5,50	28	346
406	10890	48950	3,90	28	393	167	11030	49190	5,60	28	367	148	10990	49210	5,50	29	346
277	10950	49070	4,30	31	392	281	10970	49090	6,20	30	367	100	11080	49270	5,80	30	345
710	10810	48650	2,60	28	391	407	10910	49350	4,10	27	366	151	11090	49210	5,60	31	345
256	10890	49050	3,20	30	391	254	10890	49090	2,90	30	366	117	11110	49250	5,00	31	344
396	10870	48970	5,10	29	390	690	10830	48970	2,90	29	366	283	11070	49070	3,90	32	344
279	10990	49070	4,10	31	390	133	11090	49230	5,70	32	366	347	10850	48950	1,50	31	342
296	10910	49050	3,70	30	390	7	11010	49410	5,90	27	365	430	10990	48930	5,60	27	342
						8	11030	49410	6,30	27	364	304	11070	49050	5,40	29	341
												114	11050	49250	5,40	29	341

Tabela 9 - Características das fibras por bloco (Dados "Krigagem") - Continuação

Banco 328 - Cava B - Julho de 1992

Número	X	Y	Teor (%)	Pó (%)	IC
190	11110	49170	4,10	31	311
66	11070	49310	6,00	28	309
369	11030	48970	3,00	34	308
102	11130	49270	3,70	30	308
52	11090	49330	5,40	28	308
67	11090	49310	5,50	28	307
209	11110	49150	3,80	31	306
343	11070	49010	2,70	35	305
266	11130	49070	2,80	35	304
501	11090	48870	2,30	34	304
85	11110	49290	4,50	29	303
265	11110	49090	2,90	32	303
245	11110	49110	3,10	31	302
394	10650	48950	1,40	33	302
285	11110	49070	2,80	34	301
20	11090	49390	6,20	32	301
364	11030	48990	2,50	34	300
481	11110	48890	2,60	33	299
436	11050	48930	4,10	34	299
365	11050	48990	2,40	35	299
325	11090	49030	3,00	35	299
393	11110	48970	2,70	39	298
306	11110	49050	2,90	35	298
58	11110	49310	4,10	30	297
502	11110	48870	2,20	34	297
226	11110	49130	3,40	31	296
439	11110	48930	2,90	36	296
369	11130	48990	2,90	40	296
460	11110	48910	2,80	35	296
390	11050	48970	2,30	35	296
480	11090	48890	2,40	33	295
366	11070	48990	2,20	36	293
307	11130	49050	2,60	36	293
459	11090	48910	2,50	34	292
479	11070	48890	2,60	33	292
458	11070	48910	2,80	34	292
414	11050	48950	3,00	35	291
391	11070	48970	2,10	36	291
4	11070	49430	4,40	33	290
326	11110	49090	2,80	36	290
344	11090	49010	2,50	37	289
53	11110	49330	4,40	30	288
415	11070	48950	2,40	36	287
417	11110	48950	2,90	37	287
438	11090	48930	2,60	36	287
437	11070	48930	2,70	35	286
367	11090	48990	2,20	37	285
86	11130	49290	3,40	30	284
416	11090	48950	2,50	36	283
31	11110	49370	4,40	32	282
392	11090	48970	2,20	37	282
11	11090	49410	5,20	33	280
346	11130	49010	2,50	39	280
345	11110	49010	2,70	36	274
368	11110	48990	2,60	39	273

Número	X	Y	Teor (%)	Pó (%)	IC
21	11110	49390	4,30	33	273
54	11130	49330	2,90	31	266
43	11130	49350	3,00	32	259
12	11110	49410	4,20	34	255
32	11130	49370	3,00	32	252
22	11130	49390	3,10	33	245
13	11130	49410	3,10	35	238

4.3.2 Análise da recuperação

Na Tabela 8 podemos verificar que a recuperação da usina é praticamente independente de todas as outras variáveis, situando-se em torno do valor 90%. Na Figura 15 temos apresentado o histograma desta distribuição.

4.3.3 Regressões com os dados globais

Na seqüência dos estudos, realizou-se em um primeiro momento o estudo de regressão linear³ entre diversas variáveis utilizando-se os dados globais da Tabela 8. Os resultados estão apresentados na Tabela 10. A Tabela 11 apresenta um resumo completo dos coeficientes de correlação.

Este estudo, baseado em dados globais, não revela correlações satisfatórias, dada a grande dispersão existente nos dados utilizados.

³ As Regressões Lineares Simples foram efetuadas utilizando o "Software Quattro-Pro"-Versão 3.0.

As variáveis cujas regressões mostraram algum indício de correlação, conforme assinaladas na Tabela 11 neste nível da pesquisa, são:

- ICMBC x CavIC;
- Pó x Alimentação Diária;
- Pó x IC Da Usina;
- Alimentação Diária x IC Da Usina;
- IC Da Usina x CavIC;
- Vl.Eq. x CavIC;
- Vl.Eq. x IC Da Usina;
- Vl.Eq. x Alimentação Diária;
- Vl.Eq. x Pó;
- TonTo x Teor da Usina.

Tendo por objetivo minimizar o efeito da dispersão dos dados, optou-se por dividir a Tabela 8 em grupos, conforme apresentado no item 4.4

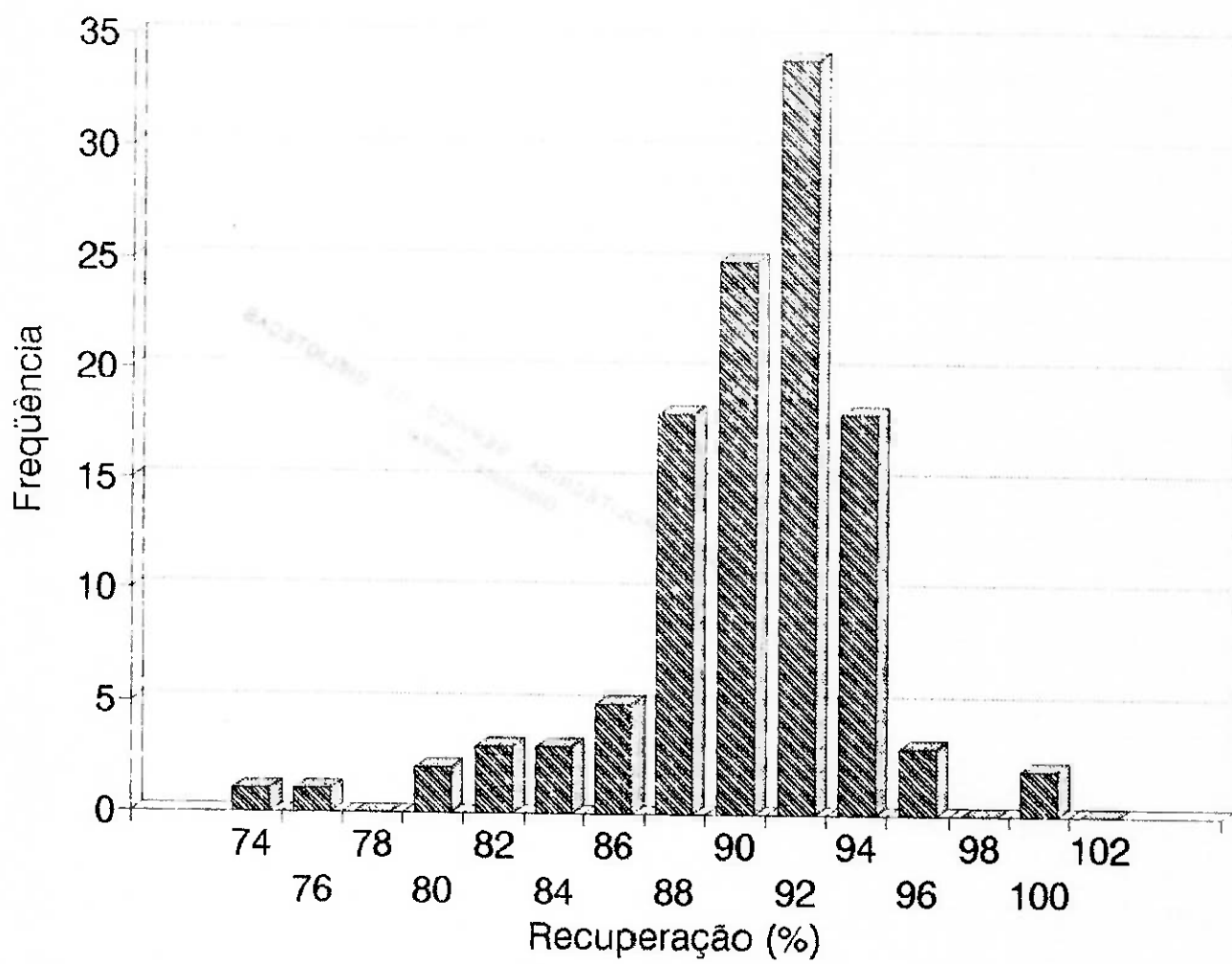


Figura 15 - Frequência da recuperação

Tabela 10 - Resumo das diversas regressões dos dados globais da usina

Teor da Usina x CavTeor		IC da Usina x CavIC		CavTeor x CavIC		Alim. Diária x CavIC		Alim. Diária x CavTeor	
Constant	3,901	Constant	129,837	Constant	5,729	Constant	15251,0	Constant	13327,2
Std Err of Y Est	1,168	Std Err of Y Est	83,258	Std Err of Y Est	1,109	Std Err of Y Est	1210,09	Std Err of Y Est	1368,05
R Squared	0,250	R Squared	0,424	R Squared	0,006	R Squared	0,200	R Squared	0,054
No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115
Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113
X Coefficient(s)	0,607	X Coefficient(s)	0,755	X Coefficient(s)	-0,0009	X Coefficient(s)	-7,570	X Coefficient(s)	-282,95
Std Err of Coef.	0,099	Std Err of Coef.	0,083	Std Err of Coef.	0,0011	Std Err of Coef.	1,203	Std Err of Coef.	115,75
ICMBIC x CavIC		P6 x IC da Usina		Alim. Diária x Teor da Usina		Vt. Eq. x Alim. Diária		TonTo x Alim. Diária	
Constant	157,867	Constant	60,957	Constant	13367,2	Constant	114,974	Constant	274,322
Std Err of Y Est	73,312	Std Err of Y Est	2,681	Std Err of Y Est	1373,37	Std Err of Y Est	6,159	Std Err of Y Est	143,946
R Squared	0,420	R Squared	0,572	R Squared	0,046	R Squared	0,399	R Squared	0,133
No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115
Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113
X Coefficient(s)	0,659	X Coefficient(s)	-0,028	X Coefficient(s)	-224,25	X Coefficient(s)	-0,0038	X Coefficient(s)	0,040
Std Err of Coef.	0,073	Std Err of Coef.	0,002	Std Err of Coef.	95,775	Std Err of Coef.	0,0004	Std Err of Coef.	0,010
P6 x CavIC		Blaine x IC da Usina		P6 x CavTeor		Blaine x P6		Blaine x Alim. Diária	
Constant	56,556	Constant	8038,95	Constant	55,738	Constant	2315,12	Constant	6362,73
Std Err of Y Est	3,661	Std Err of Y Est	832,87	Std Err of Y Est	3,730	Std Err of Y Est	956,13	Std Err of Y Est	811,41
R Squared	0,208	R Squared	0,001	R Squared	0,178	R Squared	0,203	R Squared	0,050
No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115
Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113
X Coefficient(s)	-0,020	X Coefficient(s)	-0,200	X Coefficient(s)	-1,560	X Coefficient(s)	117,453	X Coefficient(s)	0,100
Std Err of Coef.	0,004	Std Err of Coef.	0,800	Std Err of Coef.	0,316	Std Err of Coef.	21,885	Std Err of Coef.	0,100
P6 x Alim. Diária		Vt. Eq. x CavIC		TeorMBC x CavTeor		TonTo x CavTeor		Vt. Eq. x CavTeor	
Constant	24,383	Constant	50,280	Constant	2,746	Constant	501,788	Constant	67,841
Std Err of Y Est	3,065	Std Err of Y Est	6,436	Std Err of Y Est	0,901	Std Err of Y Est	145,923	Std Err of Y Est	7,876
R Squared	0,448	R Squared	0,945	R Squared	0,284	R Squared	0,180	R Squared	0,049
No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115
Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113
X Coefficient(s)	0,020	X Coefficient(s)	0,049	X Coefficient(s)	0,486	X Coefficient(s)	45,393	X Coefficient(s)	0,958
Std Err of Coef.	0,002	Std Err of Coef.	0,006	Std Err of Coef.	0,076	Std Err of Coef.	12,346	Std Err of Coef.	0,668
Alim. Diária x IC da Usina		Teor da Usina x IC da Usina		P6 x Teor da Usina		Blaine x Teor da Usina		TonTo x Teor da Usina	
Constant	16083,7	Constant	6,204	Constant	59,017	Constant	9828,19	Constant	87,568
Std Err of Y Est	1000,24	Std Err of Y Est	1,332	Std Err of Y Est	3,482	Std Err of Y Est	752,68	Std Err of Y Est	91,549
R Squared	0,494	R Squared	0,025	R Squared	0,284	R Squared	0,180	R Squared	0,049
No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115
Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113
X Coefficient(s)	-0,008	X Coefficient(s)	0,002	X Coefficient(s)	-1,624	X Coefficient(s)	-264,40	X Coefficient(s)	92,341
Std Err of Coef.	0,637	Std Err of Coef.	0,001	Std Err of Coef.	0,243	Std Err of Coef.	52,50	Std Err of Coef.	6,384
Vt. Eq. x Teor da Usina		TonTo x IC da Usina		Vt. Eq. x IC da Usina		TonTo x P6		Vt. Eq. x P6	
Constant	63,101	Constant	914,393	Constant	41,827	Constant	957,467	Constant	143,583
Std Err of Y Est	7,727	Std Err of Y Est	149,652	Std Err of Y Est	3,452	Std Err of Y Est	153,496	Std Err of Y Est	5,064
R Squared	0,055	R Squared	0,063	R Squared	0,911	R Squared	0,014	R Squared	0,594
No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115
Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113
X Coefficient(s)	1,390	X Coefficient(s)	-0,353	X Coefficient(s)	0,065	X Coefficient(s)	-4,458	X Coefficient(s)	-1,489
Std Err of Coef.	0,539	Std Err of Coef.	0,128	Std Err of Coef.	0,003	Std Err of Coef.	3,510	Std Err of Coef.	0,116
TonTo x Blaine		Vt. Eq. x Blaine		CavTeor x Blaine		CavIC x Blaine		TonTo x CavIC	
Constant	1182,71	Constant	89,140	Constant	10,960	Constant	481,040	Constant	910,253
Std Err of Y Est	147,65	Std Err of Y Est	7,760	Std Err of Y Est	0,940	Std Err of Y Est	94,620	Std Err of Y Est	150,849
R Squared	0,090	R Squared	0,050	R Squared	0,230	R Squared	0,00	R Squared	0,048
No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115
Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113
X Coefficient(s)	-0,100	X Coefficient(s)	-0,002	X Coefficient(s)	0,000	X Coefficient(s)	0,000	X Coefficient(s)	-0,357
Std Err of Coef.	0,000	Std Err of Coef.	0,001	Std Err of Coef.	0,000	Std Err of Coef.	0,000	Std Err of Coef.	0,150
Vt. Eq. x TonTo		Teor da Usina x CavIC		IC da Usina x CavTeor		Teor da Usina x CavTeor			
Constant	77,643	Constant	6,722	Constant	429,170	Constant			
Std Err of Y Est	7,883	Std Err of Y Est	1,346	Std Err of Y Est	109,238	Std Err of Y Est			
R Squared	0,016	R Squared	0,004	R Squared	0,008	R Squared			
No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations	115	No. of Observations			
Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom	113	Degrees of Freedom			
X Coefficient(s)	0,0066	X Coefficient(s)	0,0009	X Coefficient(s)	8,963	X Coefficient(s)			
Std Err of Coef.	0,0048	Std Err of Coef.	0,0013	Std Err of Coef.	9,247	Std Err of Coef.			

Fonte: Tabela 8

Tabela 11 - Matriz de coeficientes de correlação - Dados Globais

	Alim	Teor	IC	Pó	Blaine	TonTo	CavTeor	CavC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMB	VI.Eq.	Rec.	Rend.
Alim	1	0,050	0,490	0,450	0,050	0,130	0,050	0,260					0,400		
Teor		1	0,020	0,280	0,180	0,050	0,250	0,004					0,050		
IC			1	0,570	0,001	0,060	0,080	0,420					0,810		
Pó				1	0,200	0,010	0,180	0,210					0,590		
Blaine					1	0,088	0,280	0,001					0,046		
TonTo						1	0,110	0,050					0,020		
CavTeor							1	0,010				0,260	0,020		
CavC								1			0,420		0,340		
TonRG									1						
TeorRF										1					
ICMBC											1				
TeorMB												1			
VI.Eq.													1		
Rec.														1	
Rend.															1

Fonte: Tabela 10

4.4 Definição das variáveis de controle

4.4.1 Metodologia

No item 4.3 verificou-se que as variáveis IC da Cava e Teor da Cava, que representam as características do minério, são variáveis que influenciam o processo de beneficiamento. Em relação à operação da usina, a Alimentação Diária, dentre as variáveis que constam do banco de dados analisado, é a mais importante.

A vantagem de utilizar-se IC da Cava (CavIC) e o Teor da Cava (CavTeor) ao invés do IC da Usina e do Teor da Usina é que estas são variáveis primárias e já constam do banco de dados dos blocos de lavra e poderão ser facilmente utilizados pelo planejamento de lavra.

Foram então selecionadas estas três variáveis para o estudo do seu efeito sobre os resultados obtidos na usina de concentração, sendo:

Variável Minério: IC da Cava (CavIC);
Teor da Cava (CavTeor).

Variável Operacional: Alimentação Diária.

Parâmetro de Qualidade do Produto: Pó;
Blaine;
Vl.Eq.;
Rend..

Visando minimizar a dispersão dos dados encontrados anteriormente, optou-se por dividir a Tabela 8 em grupos, com base nas variáveis pré-definidas de operação ou de mina.

4.4.2 Organização dos dados em função da Alimentação Diária

Primeiramente, a Tabela 8 foi ordenada em função decrescente dos valores de Alimentação Diária e, depois subdividida em vários grupos, denominados AA, AB, AC, AD, AE, AF, apresentados na Tabela 12. Para cada grupo foi calculada a média e o desvio padrão, sendo então estas médias reagrupadas para o estudo das regressões.

Na Tabela 13 temos apresentadas as médias e as correlações lineares simples das diversas variáveis, em função da alimentação.

Numa análise preliminar deste estudo, podemos verificar na Tabela 13 que o agrupamento dos dados por faixa de alimentação reduziu sensivelmente a dispersão dos dados e seus respectivos valores de correlação.

Pode-se observar uma forte correlação das diversas variáveis com a taxa de alimentação. Essa correlação deve-se, provavelmente, a duas causas:

- 1) correlação de natureza apenas operacional, decorrente do ajuste da taxa de alimentação para controle da produção. Nessas condições, os minérios melhores correspondem a taxas mais baixas de alimentação e os minérios piores a taxas mais elevadas;
- 2) eventuais efeitos da taxa de alimentação no desempenho do processo de concentração das fibras.

Tabela 13 - Resumo de grupos por Alimentação Diária e regressões

GRUPO	Alim(+1000)	Teor	IC	Pó	Blaire	TonTo	CavTeor	CavC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VI Eq.	Rec	Freq	Rend
AA	14,46	8,2	352,6	54,1	8947,9	780,4	4,3	402,7	3786,1	0,7	357,4	4,7	63,3	88,2	7	6,6
AB	13,58	7,0	407,3	50,8	8408,8	844,8	5,0	400,2	3862,3	0,8	401,0	5,0	69,4	89,9	12	6,2
AC	12,38	7,2	430,6	48,1	7745,7	797,6	5,3	425,0	4097,5	0,8	421,4	5,5	69,8	89,3	33	6,4
AD	11,68	7,1	475,7	47,0	7861,7	731,0	5,8	475,1	3852,6	0,8	457,3	5,3	73,0	88,7	31	6,3
AE	10,63	8,8	533,5	45,8	7889,2	849,1	5,2	491,3	3850,8	0,8	510,5	5,1	76,6	89,2	19	6,1
AF	9,29	8,1	645,5	42,8	7827,6	677,3	5,7	553,8	2893,3	0,8	608,2	5,9	83,9	90,4	13	7,3

Pó x Alim. Diária		Blaire x Alim. Diária		TonTo x Alim. Diária		VI Eq. x Alim. Diária	
Constant	23,583	Constant	5603,70	Constant	348,79	Constant	115,63
Std Err of Y Est	0,705	Std Err of Y Est	285,823	Std Err of Y Est	45,39	Std Err of Y Est	1,713
R Squared	0,975	R Squared	0,837	R Squared	0,713	R Squared	0,953
No. of Observations	6	No. of Observations	6	No. of Observations	6	No. of Observations	6
Degrees of Freedom	4	Degrees of Freedom	4	Degrees of Freedom	4	Degrees of Freedom	4
X Coefficient(s)	2,044	X Coefficient(s)	182,882	X Coefficient(s)	33,371	X Coefficient(s)	-3,589
Std Err of Coef.	0,164	Std Err of Coef.	69,036	Std Err of Coef.	10,592	Std Err of Coef.	0,400
Teor da Usina x Alim. Diária		IC da Usina x Alim. Diária		CavTeor x Alim. Diária		CavC x Alim. Diária	
Constant	10,185	Constant	1111,09	Constant	7,797	Constant	821,22
Std Err of Y Est	0,397	Std Err of Y Est	22,739	Std Err of Y Est	0,298	Std Err of Y Est	17,096
R Squared	0,862	R Squared	0,962	R Squared	0,709	R Squared	0,935
No. of Observations	6	No. of Observations	6	No. of Observations	6	No. of Observations	6
Degrees of Freedom	4	Degrees of Freedom	4	Degrees of Freedom	4	Degrees of Freedom	4
X Coefficient(s)	-0,259	X Coefficient(s)	-53,192	X Coefficient(s)	-0,217	X Coefficient(s)	-30,33
Std Err of Coef.	0,093	Std Err of Coef.	5,307	Std Err of Coef.	0,070	Std Err of Coef.	3,98
Rend x Alim. Diária							
Constant	9,269						
Std Err of Y Est	0,373						
R Squared	0,673						
No. of Observations	6						
Degrees of Freedom	4						
X Coefficient(s)	0,250						
Std Err of Coef.	0,087						

Fonte: Tabela 12

4.4.3 Organização dos dados em função do IC da Cava (CavIC)

A Tabela 8 foi ordenada em função decrescente dos valores do índice de Comprimento das fibras denominado IC da Cava (CavIC), e subdividida em 7 subgrupos denominados ICA, ICB, ICC, ICD, ICE, ICF, ICG, apresentados na Tabela 14. Para cada subgrupo foi calculada a média e o desvio padrão, sendo então estas médias reagrupadas para o estudo das regressões.

Na Tabela 15 temos apresentadas as médias e as correlações lineares simples das diversas variáveis.

Da mesma maneira que no estudo do efeito da Alimentação Diária, pode-se verificar que o agrupamento dos dados em função dos valores de IC da Cava auxiliou a melhorar os valores de correlação e comprovou a importância deste índice no processo.

Da Tabela 15, pode-se observar:

- a) o IC da Cava é um parâmetro altamente importante do minério, apresentando elevado grau de correlação em relação a importantes parâmetros de qualidade do produto, tais como: Pó, Vl.Eq., e IC da Usina;
- b) o Teor da Cava e o Teor da Usina apresentam grau de correlação insignificantes em relação ao IC da Cava, o que sugere que estas variáveis são independentes do IC da Cava;
- c) o alto grau de correlação da taxa de alimentação com o IC da Cava deve-se, segundo orientação da SAMA, à variação capacidade da usina em função do tipo de minério utilizado;

d) é interessante observar que o "Blaine", de forma contrária a o que ocorre com o "Pó", apresenta baixo coeficiente de correlação com o IC da Cava;

e) o rendimento em fibra não apresenta-se correlacionado ao IC da Cava. Assim sendo, a correlação do TonTo com o IC da Cava deve-se exclusivamente à correlação existente entre a taxa de alimentação e o IC da Cava.

Tabela 14 - Agrupamento dos valores de IC da Cava (CavIC)

Table with columns: Grupo ICA, Alim, Teor, IC, P6, Blaine, Ton4K, Ton4T, Ton4Z, Ton5K, Ton5R, Ton5RL, Ton6D, Ton6DL, Ton7ML, Ton7IF, Ton7F, CavIC, CavIC, TonHG, TeorHF, ICMBC, TeorMBC, V.Eq., Rec., Rend., Freq. The table contains multiple rows of data grouped by 'Grupo ICA' and 'Média Desvio'.

Tabela 15 - Resumo das médias por IC da Cava e regressões

Grupo	Aíria	Teor	IC	Pó	Blaine	TonTo	CavTeor	CavIC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	Freq	VI Eq	Rec	Rend
ICA	10488,0	7,4	633,0	42,6	7602,0	677,3	6,6	644,5	2990,3	0,7	599,0	6,5	4	83,7	86,97	6,46
ICB	10856,0	7,1	566,0	45,3	7855,6	694,7	5,1	561,5	3276,1	0,8	533,1	5,2	22	77,6	90,36	6,40
ICC	11483,2	7,0	495,5	47,3	8103,9	725,5	5,1	524,9	3782,2	0,8	482,1	5,3	22	74,9	90,11	6,31
ICD	11418,3	7,0	514,7	46,2	7578,3	724,4	4,8	484,8	4041,6	0,8	496,1	5,0	17	77,4	90,94	6,34
ICE	12368,5	7,0	458,8	47,8	8169,3	774,4	6,2	424,5	3736,0	0,9	450,5	5,4	8	73,0	90,00	6,27
ICF	12179,6	6,8	389,0	48,9	7808,9	744,6	5,5	379,4	4024,0	0,8	382,1	5,2	30	66,3	88,81	6,11
ICG	12707,0	7,5	404,9	49,2	8119,7	834,6	5,7	314,1	3142,3	0,9	395,8	5,5	15	67,8	87,19	6,57

ICMBC x IC da Cava		IC da Usina x IC da Cava		VI Eq x IC da Cava		TonTo x IC da Cava	
Constant	168,25	Constant	143,738	Constant	50,621	Constant	944,12
Std Err of Y Est	23,134	Std Err of Y Est	27,328	Std Err of Y Est	2,286	Std Err of Y Est	22,272
R Squared	0,923	R Squared	0,917	R Squared	0,878	R Squared	0,851
No. of Observations	7	No. of Observations	7	No. of Observations	7	No. of Observations	7
Degrees of Freedom	5	Degrees of Freedom	5	Degrees of Freedom	5	Degrees of Freedom	5
X Coefficient(s)	0,648	X Coefficient(s)	0,737	X Coefficient(s)	0,050	X Coefficient(s)	-0,430
Std Err of Coef	0,084	Std Err of Coef	0,099	Std Err of Coef	0,008	Std Err of Coef	0,081
Teor da Usina x IC da Cava		Pó x IC da Cava		Blaine x IC da Cava		VI Eq x IC da Cava	
Constant	7,028	Constant	56,706	Constant	8368,30	Constant	50,621
Std Err of Y Est	0,291	Std Err of Y Est	1,034	Std Err of Y Est	239,338	Std Err of Y Est	2,286
R Squared	0,006	R Squared	0,858	R Squared	0,224	R Squared	0,878
No. of Observations	7	No. of Observations	7	No. of Observations	7	No. of Observations	7
Degrees of Freedom	5	Degrees of Freedom	5	Degrees of Freedom	5	Degrees of Freedom	5
X Coefficient(s)	0,0002	X Coefficient(s)	-0,021	X Coefficient(s)	-1,035	X Coefficient(s)	0,060
Std Err of Coef	0,0011	Std Err of Coef	0,004	Std Err of Coef	0,063	Std Err of Coef	0,008
Aíria Diária x IC da Cava		CavTeor x IC da Cava		Rend x IC da Cava		Fonte: Tabela 14	
Constant	14982,5	Constant	4,781	Constant	6,275		
Std Err of Y Est	223,263	Std Err of Y Est	0,591	Std Err of Y Est	0,157		
R Squared	0,837	R Squared	0,078	R Squared	0,016		
No. of Observations	7	No. of Observations	7	No. of Observations	7		
Degrees of Freedom	5	Degrees of Freedom	5	Degrees of Freedom	5		
X Coefficient(s)	6,972	X Coefficient(s)	0,0014	X Coefficient(s)	0,00016		
Std Err of Coef	0,808	Std Err of Coef	0,0021	Std Err of Coef	0,00057		

4.4.4 Organização dos dados em função do Teor da Cava (CavTeor)

A Tabela 8 foi ordenada em função decrescente dos valores de Teor da Cava (CavTeor) e, posteriormente, subdividida em oito grupos denominados TCA, TCB, TCC, TCD, TCE, TCF, TCG, TCH, que estão apresentados na Tabela 16. Para cada grupo foi calculada a média e o desvio padrão, sendo então estas médias reagrupadas para o estudo das regressões. Na Tabela 17 temos apresentadas as médias e as correlações lineares simples das diversas variáveis.

Da mesma maneira que no estudo do efeito do IC da Cava, pode-se verificar que o agrupamento dos dados em função dos valores de Teor da Cava ajudou a melhorar os valores de correlação e comprovou a importância deste índice no processo.

Em relação aos resultados apresentados na Tabela 17, pode-se comentar:

a) algumas variáveis apresentam-se altamente correlacionadas com o Teor da Cava, como: Teor da Usina, Teor do MBC, Rendimento em fibra e toneladas de fibra produzidas;

b) outras variáveis não apresentam correlação com o Teor da Cava, como: IC da Cava, IC da Usina, etc.. Isto leva a confirmar a independência entre o IC e o Teor do minério.

Tabela 16 - Agrupamento dos valores por Teor da Cava (CavTeor) - Continuação

Table with columns: Grupo TCE, Alim, Teor, IC, P6, Blaine, Ton4K, Ton4I, Ton4Z, Ton5K, Ton5R, Ton5SRL, Ton6D, Ton6DL, Ton7ML, Ton7IF, TonTo, CavTeor, CavC, TonRG, TeorRF, ICIBC, TeorMBC, VI.Eq, Rec, Rend, Freq.

Fonte: Tabela 8

Tabela 17 - Resumo das médias por Teor da Cava e regressões

Grupo	Alm	Teor	IC	Pó	Blaine	TonTo	CavTeor	CavC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	Vi Eq	Rec.	Rend	Freq
TCA	12063,4	8,1	470,6	45,5	7507,2	884,8	7,8	452,2	3820,6	0,9	460,0	6,2	72,9	88,9	7,3	5
TCB	11256,8	8,5	489,3	46,0	7553,0	844,5	8,8	452,3	3485,1	0,8	483,5	6,1	75,1	89,2	7,8	15
TCC	11631,9	7,3	494,3	45,5	7622,3	747,1	6,1	442,4	3590,3	0,9	470,9	6,0	71,8	88,2	6,5	16
TCD	11232,6	7,3	476,1	46,0	7388,8	738,8	6,7	476,9	3594,6	0,8	454,8	5,5	74,1	80,6	6,8	14
TCE	11662,3	7,1	478,1	47,1	7639,5	745,3	5,1	488,2	3821,2	0,8	458,3	5,2	74,0	88,1	6,4	24
TCF	12029,9	6,6	485,4	47,9	8616,6	694,7	4,7	485,9	4300,6	0,8	470,3	4,7	73,6	87,7	5,8	14
TCG	12081,9	6,7	478,2	49,1	8485,1	722,6	4,1	484,3	3444,7	0,8	462,1	5,0	71,8	88,0	6,0	20
TCH	12308,1	5,5	404,3	53,5	9080,0	638,1	3,4	433,3	4084,8	0,5	388,3	4,1	67,9	88,9	5,0	8

Teor da Usina x Teor da Cava		Teor do MBC x Teor da Cava		TonTo x Teor da Cava		Pó x Teor da Cava	
Constant	3,835	Constant	2,667	Constant	488,98	Constant	56,361
Std Err of Y Est	0,378	Std Err of Y Est	0,279	Std Err of Y Est	29,27	Std Err of Y Est	1,568
R Squared	0,857	R Squared	0,879	R Squared	0,882	R Squared	0,712
Nº of Observations	8	Nº of Observations	8	Nº of Observations	8	Nº of Observations	8
Degrees of Freedom	6	Degrees of Freedom	6	Degrees of Freedom	6	Degrees of Freedom	6
X Coefficient(s)	0,602	X Coefficient(s)	0,491	X Coefficient(s)	51,992	X Coefficient(s)	-1,603
Std Err of Coef.	0,100	Std Err of Coef.	0,074	Std Err of Coef.	7,782	Std Err of Coef.	0,416
Alim.Diária x Teor da Cava		IC da Usina x Teor da Cava		Blaine x Teor da Cava		IC da Cava x Teor da Cava	
Constant	13073,9	Constant	413,043	Constant	10048,3	Constant	460,52
Std Err of Y Est	484,162	Std Err of Y Est	25,878	Std Err of Y Est	381,85	Std Err of Y Est	18,880
R Squared	0,334	R Squared	0,280	R Squared	0,686	R Squared	0,001
Nº of Observations	8	Nº of Observations	8	Nº of Observations	8	Nº of Observations	8
Degrees of Freedom	6	Degrees of Freedom	6	Degrees of Freedom	6	Degrees of Freedom	6
X Coefficient(s)	-223,4	X Coefficient(s)	10,785	X Coefficient(s)	-378,75	X Coefficient(s)	-0,427
Std Err of Coef.	128,7	Std Err of Coef.	6,880	Std Err of Coef.	104,18	Std Err of Coef.	4,966
Vi Eq x Teor da Cava		Rend x Teor da Cava		Fonte: Tabela 18			
Constant	87,413	Constant	3,400				
Std Err of Y Est	1,927	Std Err of Y Est	0,323				
R Squared	0,368	R Squared	0,869				
Nº of Observations	8	Nº of Observations	8				
Degrees of Freedom	6	Degrees of Freedom	6				
X Coefficient(s)	0,853	X Coefficient(s)	0,542				
Std Err of Coef.	0,512	Std Err of Coef.	0,086				

4.4.5 Comentários

Na Tabela 18, apresentamos a matriz dos dados de correlação obtidos com os dados globais e com as médias obtidas dos grupos classificados em função das variáveis de minério e operacional estudadas, CavIC e CavTeor e Alimentação Diária. Das análises efetuadas nos três estudos sobre os efeitos isolados destas três variáveis escolhidas para controle, verificou-se existir forte correlação entre elas e os Parâmetros de Qualidade do Produto: Pó, Blaine, Vl.Eq. e Rendimento.

Observa-se nos resultados de correlação das médias dos grupos que:

- . o IC, Pó, CavTeor, Vl.Eq. e ICMBC são fortemente afetados pelo IC da Cava;

- . o Teor da Usina, o TonTo e o Teor do MBC e o Rendimento são altamente dependentes do CavTeor;

- . uma elevada correlação entre a taxa de alimentação e o CavIC, que demonstra a existência de uma dependência da capacidade da instalação em função do tipo de minério utilizado. Esta estratégia operacional tende a controlar a produção de fibras através do ajuste da Alimentação Diária.

Esta estratégia leva, portanto, a que para minérios melhores correspondam taxas de alimentação menores e a minérios de pior qualidade correspondam taxas de alimentação mais elevadas.

Para investigar o efeito da Alimentação Diária no processo de concentração torna-se necessário investigar a correlação das diversas variáveis com a taxa de alimentação, para minérios que se apresentam dentro de uma faixa estreita de valores de IC da Cava. Para tal, os dados foram classificados em grupos em função do IC da Cava e do Teor da Cava, conforme será apresentado nos itens 4.5 e 4.6.

Tabela 18 - Matriz de correlação dos dados globais e para as médias

		Alim	Teor	IC	Pó	Blaine	TonTo	CavTeor	CavIC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VI Eq	Rec	Rend
D A D O S G L O B A I S	Alim	1	0,050	0,490	0,450	0,050	0,130	0,050	0,260					0,400		
	Teor		1	0,020	0,260	0,180	0,650	0,250	0,004						0,050	
	IC			1	0,570	0,001	0,060	0,080	0,420						0,810	
	Pó				1	0,200	0,010	0,180	0,210						0,590	
	Blaine					1	0,068	0,280	0,001						0,046	
	TonTo						1	0,110	0,050						0,020	
	CavTeor							1	0,010				0,260		0,020	
	CavIC								1				0,420		0,340	
	TonRG									1						
	TeorRF										1					
	ICMBC											1				
	TeorMBC												1			
	VI Eq													1		
	Rec														1	
Rend															1	
Médias	Alim		0,662	0,962	0,975	0,637	0,713	0,708	0,936					0,953		0,673
	CavIC	0,937	0,006	0,917	0,858	0,313	0,851	0,078				0,923		0,879		0,016
	CavTeor	0,334	0,857	0,290	0,712	0,688	0,682		0,001				0,879	0,368		0,869

Fonte: Tab 11, 13, 15 e 17

4.5 Estudo das variáveis de minério CavIC e CavTeor

4.5.1 Metodologia

A meta desta fase do estudo foi analisar o comportamento dos Parâmetros de Qualidade do Produto: Pó, Blaine, Vl.Eq., TonTo e outros, em função das variáveis de minério IC da Cava (CavIC), e Teor da Cava (CavTeor), para o total das informações constantes do banco de dados, e para faixas estreitas de taxas de alimentação.

Nesta etapa de organização dos dados apresentamos a organização global dos dados para os dois itens de estudo, ou seja, os itens 4.5 e 4.6.

De modo a contornar possíveis correlações resultantes não de relações naturais entre os fatores, mas sim da prática operacional, um novo estudo foi realizado, a partir de uma ordenação da Tabela 8, baseada nas variáveis CavTeor, CavIC e Alimentação Diária. Neste estudo, após a organização dos grupos, optou-se por trabalhar com as médias dos grupos de modo a minimizar o efeito da dispersão dos dados existentes.

Para a organização da distribuição, ordenou-se os dados da Tabela 8 pelo CavTeor, e subdividiu-se esta em dois subgrupos, pelo valor médio do CavTeor do banco de dados. As faixas de corte definidas para estes grupos foram:

- CTa com CavTeor maior que 5,3;
- CTb com CavTeor menor que 5,3.

Os dados dos subgrupos denominados CTa e CTb constam das Tabelas 19 e 20.

O subgrupo CTa, constante da Tabela 19 com valores superiores à média, foi ordenado em ordem decrescente pelo CavIC e subdividido em CTaICa e CTaICb. As faixas de corte definidas para estes grupos foram:

- ICa com CavIC maior que 460;
- ICb com CavIC menor que 460.

Os dados destes dois subgrupos resultantes da subdivisão constam das Tabelas 21 e 22.

Do mesmo modo, o subgrupo CTb, constante da Tabela 20, com valores de CavTeor inferiores à média, foi ordenado pelo CavIC, e subdividido em dois subgrupos denominados CTbICa e CTbICb. Os dados destes dois subgrupos gerados na divisão constam das Tabelas 23 e 24.

As médias destes quatro subgrupos estão apresentados na Tabela 25.

A partir dos quatro subgrupos de minérios obtidos, ordenou-se os mesmos em ordem decrescente de Alimentação Diária, sendo que os limites de cada taxa foram definidos de modo que cada subdivisão tivesse o mesmo número de pontos.

As três faixas de alimentação a saber são:

- Aa Alimentação Diária superior a 12.300 t/dia;
- Am Alimentação Diária entre 11.300 a 12.300 t/dia; e
- Ab Alimentação Diária inferior a 11.300 t/dia

Tabela 21 - Grupo CTalCa (Grupo com CavTeor e CavIC acima da média)

Dia	Alim	Teor	IC	P6	Blaine	Ton4K	Ton4J	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton5D	Ton5DL	Ton7ML	Ton7FE	Ton7F	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	ViEq	Rec	Rend.
3006	11170	7,4	617	43,2	7520	0	508	0	49	0	0	151	0	0	16	724	686	0,9	576	5,1	77,33	87,59	8,48
2011	8146	9,2	749	36,9	6920	0	172	0	38	0	0	0	0	0	21	692	3463	0,7	716	7,0	91,57	92,34	8,49
3005	10990	7,4	659	41,1	7326	251	190	175	82	0	0	0	44	0	20	762	917	0,6	638	7,5	85,53	93,70	8,93
1906	11646	5,7	507	48,6	8642	0	123	241	157	0	3	0	0	0	7	531	900	0,6	468	8,2	79,55	79,99	4,56
1307	10578	7,4	691	43,2	8092	66	264	168	128	40	0	0	0	0	31	895	596	0,9	650	8,2	80,78	88,79	8,57
2211	9662	10,2	639	40,0	6597	138	472	237	21	0	0	33	0	0	11	912	586	0,8	526	8,2	86,50	92,54	9,44
2811	10525	9,1	525	40,8	6481	0	407	102	185	128	0	23	0	0	27	852	570	1,1	511	4,8	77,94	88,96	8,10
2711	11607	9,8	477	42,7	6439	34	369	95	73	387	0	82	0	0	8	1048	567	0,9	507	7,0	75,10	92,13	9,03
508	9481	7,5	618	45,3	7912	83	191	225	82	13	5	0	29	0	28	656	563	0,8	588	4,6	80,96	92,25	8,92
2803	10371	6,9	467	46,2	7632	48	129	42	129	321	0	37	0	0	0	856	554	0,5	453	4,6	72,91	91,67	6,33
2703	12842	4,7	383	51,0	7562	0	69	0	82	203	0	134	0	0	0	488	554	0,9	378	4,4	64,60	82,13	3,66
106	8990	9,0	662	41,5	7335	231	231	199	38	0	0	0	45	0	24	768	551	0,8	628	6,0	85,69	94,92	8,54
206	8406	9,8	681	41,5	7744	285	159	177	70	0	0	0	69	0	14	774	551	0,6	654	7,2	85,85	93,96	9,21
3103	11170	6,3	503	46,7	8479	27	190	0	216	164	0	41	0	0	0	638	550	0,6	433	4,0	74,70	90,98	5,71
3003	9667	6,8	645	41,1	7924	312	0	269	0	0	0	0	0	0	0	581	550	0,9	598	4,7	91,67	88,38	6,01
407	11397	6,9	477	47,6	8260	0	189	64	189	235	0	0	0	34	5	696	545	0,9	458	4,6	72,58	88,51	6,11
107	10168	8,1	631	42,5	7698	128	328	41	4	34	0	186	0	0	25	744	539	0,9	588	6,5	76,36	90,33	7,32
207	9922	7,1	589	44,2	7821	83	233	43	59	154	0	24	0	0	26	622	539	0,9	540	5,6	78,59	88,29	6,27
1811	11824	8,5	548	43,0	7350	196	177	256	65	156	0	47	0	0	13	910	514	0,9	534	7,5	81,61	90,54	7,70
1911	9961	11,1	571	44,4	7373	235	192	167	307	37	0	0	66	0	15	1019	514	0,9	675	6,4	81,14	92,16	10,23
2905	11924	7,3	482	45,9	7824	0	79	544	46	41	0	0	86	0	17	793	508	0,7	487	5,9	77,95	91,10	6,65
2304	12305	6,2	504	43,7	6925	0	179	299	139	64	15	0	45	0	16	757	500	0,8	470	5,9	77,49	99,23	8,15
1711	11408	8,2	515	45,5	7571	93	53	496	180	0	0	0	37	0	18	817	486	1,1	491	5,9	79,67	87,34	7,18
1611	10691	9,9	474	44,7	7595	101	146	416	280	33	0	0	49	0	20	1045	486	1,1	470	6,7	78,99	98,73	9,77
1905	9152	5,7	567	46,9	7343	125	41	144	103	0	0	0	41	22	0	476	478	0,5	551	5,6	80,71	91,25	5,20
2005	10156	6,1	651	43,9	7190	96	141	211	120	0	0	0	0	0	0	568	478	0,5	622	4,9	84,46	91,68	5,59
Média	10536,83	7,78	570,48	43,93	7521,35	115,12	191,85	181,65	108,48	77,31	0,88	23,73	24,31	2,15	13,92	738,38	552,19	0,79	545,62	5,88	80,00	90,74	7,09

Fonte: Tabela 19

Blaine x Alimentação		P6 x Alimentação		TonFo x Alimentação		ViEq x Alimentação		Rend.x Alimentação	
Constant	6892,17	Constant	28,446	Constant	116,404	Constant	13,202	Constant	4,381
Std Err of Y Est	563,18	Std Err of Y Est	2,501	Std Err of Y Est	4,381	Std Err of Y Est	4,381	Std Err of Y Est	0,470
R Squared	0,016	R Squared	0,330	R Squared	0,005	R Squared	0,175	R Squared	0,175
No. of Observations	26	No. of Observations	24	No. of Observations	26	No. of Observations	26	No. of Observations	26
Degrees of Freedom	24	Degrees of Freedom	24	Degrees of Freedom	24	Degrees of Freedom	24	Degrees of Freedom	24
X Coefficient(s)	0,060	X Coefficient(s)	0,0015	X Coefficient(s)	0,010	X Coefficient(s)	-0,003	X Coefficient(s)	-0,0006
Std Err of Coef.	0,096	Std Err of Coef.	0,0004	Std Err of Coef.	0,027	Std Err of Coef.	0,001	Std Err of Coef.	0,0003

Tabela 22 - Grupo CTalCb (Grupo com CavTeor acima da média e Cav/C abaixo da média)

Dia	Alim	Teor	IC	P6	Blaine	Ton4K	Ton4I	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton6DL	Ton7ML	Ton7IF	TonTo	CavTeor	CarfC	TonRG	TeorFE	ICMBC	TeorMBC	VI.Eg.	Rec.	Rend.
1510	12094	10,3	479	43,0	8091	0	283	238	244	346	0	0	0	0	19	1110	6,9	441	5392	1,2	469	7,0	75,23	89,11	9,18
704	10739	7,8	464	45,8	6975	0	0	63	524	93	0	0	0	0	0	680	5,4	424	4912	0,8	452	5,3	71,34	81,18	6,33
906	11646	6,3	414	48,3	7974	0	33	0	352	171	16	0	42	0	14	928	5,7	402	4514	1,1	402	4,7	68,78	85,59	5,39
1006	11968	7,3	425	45,8	7943	0	185	3	17	499	21	0	25	0	13	763	5,7	402	4949	1,0	415	5,4	71,04	87,33	6,38
605	11555	5,1	302	57,0	9122	0	0	0	57	257	18	102	0	87	17	518	5,4	397	2680	0,7	303	3,8	57,54	87,90	4,48
705	12177	6,5	425	51,8	8519	0	33	288	288	9	0	0	0	77	20	1983	5,4	397	1983	0,5	416	6,0	70,96	90,33	5,87
612	14053	6,8	325	50,6	7556	0	92	33	0	385	0	329	0	0	1	840	5,8	397	5147	0,9	327	5,0	61,28	87,90	5,98
512	12406	7,2	304	51,1	7228	0	0	0	0	519	0	239	0	0	0	805	5,8	397	4391	0,7	282	4,7	60,32	90,12	6,49
812	13549	6,6	360	52,0	7371	0	0	0	398	301	0	123	0	0	0	822	6,8	398	6284	0,8	342	5,0	65,43	91,82	6,07
712	12287	8,4	329	52,8	7264	0	0	0	326	384	0	229	0	0	0	939	6,8	396	4924	0,8	328	5,4	62,86	90,98	7,64
1106	10272	7,3	473	44,8	7848	46	117	9	270	249	0	0	0	0	17	708	5,8	386	2458	0,5	469	6,4	73,06	94,42	6,89
805	12323	7,2	389	49,5	7643	0	23	3	244	297	4	196	0	27	18	812	6,3	382	4649	1,0	372	5,7	61,43	91,52	6,59
1206	11858	7,9	460	44,4	7805	0	243	0	47	431	78	0	0	0	7	806	6,1	381	2650	1,2	442	7,1	73,81	96,04	6,80
606	12065	6,2	448	49,0	8014	40	107	191	23	208	8	0	0	0	19	695	5,4	380	5435	0,7	439	4,4	70,81	92,91	5,76
1004	12411	5,2	534	45,1	7239	0	61	3	0	185	0	503	0	0	0	569	6,0	380	3489	0,7	475	5,6	78,28	88,17	4,58
1104	12532	6,8	312	49,4	7176	0	0	0	0	187	0	94	26	0	1	767	6,1	377	6282	0,8	376	4,6	54,55	88,24	6,00
912	13377	6,5	391	52,2	7801	0	0	187	272	187	0	0	0	0	0	752	6,0	377	6282	0,8	376	4,5	68,89	88,21	5,73
411	11779	8,3	434	46,2	6858	31	0	179	528	96	0	40	0	0	28	902	8,6	375	2656	0,8	441	6,3	71,55	92,26	7,66
1105	12120	7,6	306	49,1	7995	0	0	0	0	510	0	323	0	0	1	834	6,0	375	3744	0,8	307	5,8	58,20	90,54	6,88
1205	12908	8,0	366	46,8	7326	0	0	0	0	902	0	0	0	0	0	902	6,0	372	4026	1,1	357	6,0	66,00	87,35	6,99
905	12918	7,2	288	51,0	7710	0	0	0	99	3	0	663	27	0	19	811	6,2	360	4225	1,1	301	5,8	48,96	87,20	6,28
511	13031	8,0	414	48,9	7573	26	0	0	724	91	0	0	69	0	26	936	8,0	346	3158	1,0	414	6,5	69,00	89,79	7,18
611	12413	9,7	406	45,5	7761	33	1	0	587	357	0	69	0	0	12	1069	8,0	346	4252	1,1	402	7,3	68,85	88,78	8,61
2303	10998	5,5	620	45,2	7112	121	11	306	91	0	0	0	0	0	20	549	6,4	333	1305	0,9	560	5,2	82,10	90,76	4,99
711	11730	8,7	449	42,3	7370	0	160	90	237	382	0	0	0	0	20	989	6,2	330	1513	1,1	490	6,7	72,10	87,11	7,58
311	12324	9,4	453	41,6	6630	47	77	338	0	405	0	0	0	0	10	877	7,0	330	3121	1,0	452	6,9	75,51	75,70	7,12
911	11417	9,5	330	47,2	7816	1	0	63	0	745	0	130	45	0	9	963	7,0	294	3827	0,9	321	6,7	63,87	91,55	8,70
1011	11978	8,7	394	46,6	7751	0	116	0	242	529	0	0	47	0	11	945	7,0	294	3915	0,9	395	6,2	69,19	90,88	7,89
2503	11898	5,8	453	51,9	7317	0	35	108	272	185	0	0	0	0	0	590	6,6	229	1077	0,6	436	4,4	72,71	84,12	4,88
Média	12166,07	7,44	404,98	48,03	7606,41	11,90	59,52	72,48	212,55	305,34	5,00	101,07	15,93	5,90	10,86	800,55	6,37	388,93	3924,03	0,88	304,41	5,67	67,71	83,54	6,58

Fonte: Tabela 19

Blaine x Alimentação		P6 x Alimentação		TonTo x Alimentação		VI.Eg.x Alimentação		Rend.x Alimentação	
Constant	8139,6	Constant	29,596	Constant	127,47	Constant	110,78	Constant	7,348
Std Err of Y Est	513,03	Std Err of Y Est	3,444	Std Err of Y Est	144,98	Std Err of Y Est	6,915	Std Err of Y Est	1,211
R Squared	0,005	R Squared	0,114	R Squared	0,088	R Squared	0,149	R Squared	0,002
No. of Observations	29	No. of Observations	29	No. of Observations	29	No. of Observations	29	No. of Observations	29
Degrees of Freedom	27	Degrees of Freedom	27	Degrees of Freedom	27	Degrees of Freedom	27	Degrees of Freedom	27
X Coefficient(s)	-0,044	X Coefficient(s)	0,002	X Coefficient(s)	0,055	X Coefficient(s)	-0,004	X Coefficient(s)	-6E-05
Std Err of Coef.	0,121	Std Err of Coef.	0,001	Std Err of Coef.	0,034	Std Err of Coef.	0,002	Std Err of Coef.	2,9E-04

Tabela 23 - Grupo CTbCa (Grupo com CavTeor abaixo da média e CavC acima da média)

Dia	Alim	Teor	IC	Pó	Blaibe	Ton4K	Ton4T	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton7DL	Ton7ML	Ton7TF	TonTo	CavTeor	CavC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VL.Eq.	Rec.	Rend.
1607	5074	7.4	864	39.1	8929	59	502	0	0	0	0	0	34	0	0	595	5.0	589	1367	0.9	701	6.3	88.92	88.61	6.56
1607	11019	5.7	485	48.5	8837	49	58	0	213	191	0	0	0	35	1	547	4.4	578	3003	0.8	446	4.6	71.37	87.09	4.98
1407	8985	8.2	782	40.3	8278	281	201	107	19	0	0	0	59	0	14	681	4.8	564	3946	0.7	754	4.6	87.87	92.33	7.57
2810	14221	6.8	392	52.2	8314	0	34	219	98	497	0	0	0	0	30	878	4.7	559	2687	0.7	410	4.9	69.93	90.59	6.18
2906	11463	6.0	490	49.8	8886	0	32	296	0	12	0	221	0	0	28	589	4.0	554	3247	0.9	462	5.0	65.69	85.64	5.14
2506	10940	6.6	514	48.0	8323	0	87	269	33	51	0	189	0	0	15	644	4.0	554	2884	0.7	490	4.8	69.15	89.19	5.89
2606	11111	6.7	595	47.5	8845	0	152	266	0	107	0	242	0	0	17	647	4.0	554	3109	0.9	558	5.6	73.58	86.91	5.82
2707	11888	6.1	496	50.1	8915	0	35	312	6	6	0	0	0	0	26	627	4.0	554	5303	0.9	470	3.9	65.75	86.82	5.28
2305	13953	5.1	589	47.3	7666	0	233	262	95	45	13	0	23	0	0	690	3.4	552	3645	0.4	550	4.2	80.34	92.75	4.73
2805	11783	5.3	449	52.5	8691	0	25	91	395	45	0	0	0	0	0	592	3.4	552	3253	0.3	441	3.1	72.70	94.80	5.02
2804	11307	7.4	546	42.1	7342	40	376	4	192	88	0	211	0	0	16	757	5.0	550	1307	0.8	522	6.5	79.21	90.47	6.69
2406	11434	6.6	563	45.7	7873	94	149	156	1	50	0	0	0	0	1	682	4.7	546	3195	0.8	534	5.8	73.94	87.72	5.79
1506	12251	6.8	464	49.7	6899	29	37	305	219	52	15	32	0	0	8	704	5.1	546	3497	0.6	447	3.9	74.11	84.51	5.75
1706	11844	6.8	503	48.5	8710	0	117	148	88	38	38	0	33	0	11	659	4.2	538	1817	0.9	478	6.0	77.91	81.82	5.56
2006	10719	6.7	524	50.1	8841	0	106	263	177	139	7	0	34	0	22	644	4.2	538	3843	0.8	501	4.7	73.42	89.67	6.01
1906	9524	7.8	628	45.2	8454	101	106	263	128	0	0	0	37	0	22	657	4.2	538	4397	1.0	578	5.4	80.39	88.44	6.90
2010	14161	6.5	376	53.5	8591	0	129	337	263	0	0	37	62	0	12	840	4.8	535	5634	0.8	381	4.8	68.36	91.28	5.53
2705	12753	5.0	385	55.9	9727	0	84	256	148	21	0	0	35	45	5	594	3.0	529	5613	0.4	362	3.7	67.82	93.15	4.66
307	12167	7.5	540	44.4	8082	122	316	0	114	227	0	0	12	48	18	657	4.8	523	3377	0.8	516	5.7	77.34	93.92	7.04
404	10636	6.8	523	44.3	6890	75	167	70	70	269	0	74	0	0	0	651	5.0	513	6282	1.0	492	4.6	78.08	90.01	6.12
304	11161	7.1	475	45.5	7050	117	37	0	259	241	0	0	0	0	0	728	5.2	513	5522	0.6	459	3.4	72.38	91.87	6.52
1111	12437	7.2	494	47.8	8558	0	81	393	288	42	0	114	0	0	18	840	4.2	508	2586	0.5	486	6.1	76.30	93.81	6.75
2306	10362	6.1	422	49.2	8444	38	56	75	130	36	0	0	42	0	5	526	5.2	506	1963	1.1	408	5.8	68.16	83.22	5.08
1710	13025	8.7	400	49.0	8895	0	0	236	438	311	0	0	21	0	8	1014	4.2	506	4120	0.9	407	4.7	71.37	89.48	7.79
1610	9040	5.2	396	50.0	9129	0	175	65	11	328	0	0	46	0	0	372	4.5	501	5778	1.1	400	4.7	71.12	79.14	4.12
1007	12021	5.9	504	46.2	8032	0	154	0	284	137	0	0	13	0	24	616	4.6	498	5253	0.9	479	4.6	72.43	86.85	5.12
507	12002	6.3	455	49.7	8650	0	0	42	86	272	0	0	38	19	24	656	4.6	498	5275	0.9	438	4.1	70.59	86.76	5.47
807	12139	6.8	500	44.2	8289	131	219	42	284	137	0	0	0	27	4	761	4.6	498	5843	0.8	533	4.4	78.48	92.19	6.27
1107	11396	6.5	485	48.2	8148	34	130	34	105	359	0	0	0	0	24	696	4.6	498	3182	0.8	457	4.5	72.06	92.61	6.02
1411	12339	3.0	455	46.8	7798	0	0	616	251	28	0	0	37	0	16	950	5.0	495	2936	1.0	458	5.7	76.66	88.60	7.10
1511	12509	10.0	440	45.1	7331	0	0	554	384	32	0	0	60	0	16	1146	5.0	494	3711	0.9	440	7.2	75.77	91.61	9.16
3311	11959	5.1	486	47.1	7558	35	185	221	319	35	0	0	74	0	18	887	5.0	494	4556	0.7	459	6.0	76.38	91.57	7.42
2411	12910	3.0	546	44.9	7490	0	335	328	303	0	0	0	41	0	12	1069	5.0	494	4560	0.8	543	6.3	79.81	92.00	8.23
204	10769	3.5	552	42.0	10500	306	0	0	0	204	0	0	0	0	0	510	4.9	485	4885	0.6	511	3.0	86.40	72.88	4.74
2805	10788	5.9	428	53.4	9159	0	0	155	257	40	9	0	80	0	22	563	3.4	480	6466	0.7	418	3.8	70.01	88.45	5.22
Média	11632.23	6.83	507.69	47.48	8392.97	43.17	115.17	181.83	158.23	128.00	2.94	35.00	27.03	4.91	12.49	706.77	4.48	526.71	3946.63	0.78	485.97	4.93	74.64	88.76	6.08

Fonte: Tabela 20

Blaihe x Alimentacao		Pó x Alimentacao		TonTo x Alimentacao		VL.Eq.x Alimentacao		Rend.x Alimentacao	
Constant	Std Err of Y Est	Constant	Std Err of Y Est	Constant	Std Err of Y Est	Constant	Std Err of Y Est	Constant	Std Err of Y Est
9727	787.2	53.80	3.432	53.80	3.432	168.6	132.9	90.06	5.51
0.041	0.041	0.177	0.177	0.177	0.177	0.371	0.371	0.006	0.021
35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
X Coefficient(s)	-0.120	X Coefficient(s)	0.0012	X Coefficient(s)	0.075	X Coefficient(s)	-0.001	X Coefficient(s)	0.00012
Std Err of Coef.	0.101	Std Err of Coef.	0.0004	Std Err of Coef.	0.017	Std Err of Coef.	0.0007	Std Err of Coef.	0.00014

Tabela 25 - Média dos grupos da divisão por CavTeor e CavIC e resultados das regressões

Grupo	Alim	Teor	IC	Pó	Blaine	Ton4K	Ton4T	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton6Q	Ton7ML	Ton7TF	Ton7To	CavTeor	CavIC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VLEq.	Rec.	Rend.
CTalCa	10536,88	7,78	570,46	43,93	7521,35	115,12	191,85	181,65	108,48	77,31	0,88	23,73	24,31	2,15	13,92	739,38	6,15	552,19	3277,08	0,79	545,62	5,88	60,00	60,74	7,02
CTalCb	12168,07	7,44	404,33	48,03	7606,41	11,90	59,52	72,48	212,55	305,34	5,00	101,07	15,93	5,90	10,86	800,55	6,37	368,93	3924,03	0,88	394,41	5,67	67,71	88,54	6,58
CTblCa	11632,23	6,83	507,89	47,48	8332,97	43,17	115,17	181,83	158,23	128,00	2,84	35,00	27,03	4,91	12,49	708,77	4,48	528,71	3946,63	0,78	485,97	4,93	74,64	68,76	6,09
CTblCb	12777,64	6,51	420,20	50,33	8225,40	22,36	29,64	93,92	261,98	221,12	5,12	65,44	23,56	6,90	11,88	741,72	4,43	376,72	3693,72	0,71	414,78	4,92	69,27	89,13	5,80
Média	11778,21	7,14	475,73	47,44	7921,53	48,14	99,04	132,47	185,28	182,94	3,49	56,31	22,71	4,94	12,29	747,61	5,36	456,14	3710,37	0,79	460,19	5,35	72,91	89,23	6,37

Fonte: Tab.21 a 24

Pó x CavTeor,CavIC		Blaine x CavTeor,CavIC		IC x CavTeor,CavIC		VI,Eq.x CavTeor,CavIC		Teor da Usina x CavTeor,CavIC		Rend.x CavTeor,CavIC	
Constant	65,436	Constant	10103,9	Constant	75,549	Constant	44,168	Constant	3,398	Constant	2,818
Std Err of Y Est	0,481	Std Err of Y Est	144,675	Std Err of Y Est	27,447	Std Err of Y Est	2,660	Std Err of Y Est	0,039	Std Err of Y Est	0,093
R Squared	0,990	R Squared	0,960	R Squared	0,959	R Squared	0,924	R Squared	0,998	R Squared	0,990
No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4
Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1
X Coefficient(s)	-1,496	X Coefficient(s)	-389,43	X Coefficient(s)	6,090	X Coefficient(s)	0,684	X Coefficient(s)	0,507	X Coefficient(s)	0,455
Std Err of Coef.	0,254	Std Err of Coef.	79,77	Std Err of Coef.	15,134	Std Err of Coef.	1,466	Std Err of Coef.	0,022	Std Err of Coef.	0,052
Alim.x CavTeor,CavIC		Blaine x CavTeor		IC x CavIC		VI,Eq.x CavIC		Teor da Usina x CavTeor,CavIC		Rend.x CavTeor,CavIC	
Constant	17986,4	Constant	10007,5	Constant	118,843	Constant	47,828	Constant	2,2E-03	Constant	0,002
Std Err of Y Est	154,672	Std Err of Y Est	105,329	Std Err of Y Est	22,007	Std Err of Y Est	2,075	Std Err of Y Est	2,3E-04	Std Err of Coef.	0,001
R Squared	0,981	R Squared	0,957	R Squared	0,947	R Squared	0,906	R Squared			
No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations			
Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	2	Degrees of Freedom	2	Degrees of Freedom	2	Degrees of Freedom			
X Coefficient(s)	*****	X Coefficient(s)	-389,45	X Coefficient(s)	0,782	X Coefficient(s)	0,055	X Coefficient(s)			
Std Err of Coef.	85,39	Std Err of Coef.	58,076	Std Err of Coef.	0,131	Std Err of Coef.	0,012	Std Err of Coef.			

Os 12 grupos resultantes desta subdivisão constam das Tabelas 26, 27, 28 e 29 e foram denominados:

- CTaICaAa, CTaICaAm, CTaICaAb;
- CTaICbAa, CTaICbAm, CTaICbAb;
- CTbICaAa, CTbICaAm, CTbICaAb;
- CTbICbAa, CTbICbAm, CTbICbAb.

Para cada um dos 12 grupos, calculou-se as médias e transcreveu-se as mesmas para a Tabela 30.

Da Tabela 30 agrupou-se nas Tabelas 31, 32 e 33 minérios com toda a faixa de CavIC e CavTeor mas com níveis de alimentação similares.

BACSTOUBRU 30 10/1988 ADMINISTRACAO FEDERAL
1988 10/1988

Tabela 26 - Agrupamento dos valores por faixas de alimentação com CavTeor e CavIC acima da média e CavIC abaixo da média (Grupo CTalCaAa (Grupo com CavTeor e CavIC acima da média e alimentação alta))

Dia	Alim	Teor	IC	Pó	Blaine	Ton4K	Ton4T	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton6DL	Ton7ML	Ton7TF	TonTo	CavTeor	CavIC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VI.Eq.	Rec.	Rend.
2703	12642	4,7	383	51,0	7562	0	69	0	82	203	0	134	0	0	0	488	5,6	554	3148	0,9	378	4,4	64,60	82,13	3,86
2304	12305	6,2	504	43,7	6925	0	179	269	139	64	15	0	45	0	16	757	5,5	500	2196	0,8	470	5,9	77,49	99,23	6,15
Média	12473,50	5,45	443,50	47,35	7243,50	0,00	124,00	149,50	110,50	133,50	7,50	67,00	22,50	0,00	8,00	622,50	5,55	527,00	2672,00	0,85	424,00	5,15	71,04	90,68	5,01

Grupo CTalCaAm (Grupo com CavTeor e CavIC acima da média e alimentação média)

Dia	Alim	Teor	IC	Pó	Blaine	Ton4K	Ton4T	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton6DL	Ton7ML	Ton7TF	TonTo	CavTeor	CavIC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VI.Eq.	Rec.	Rend.
2905	11924	7,3	482	45,9	7824	0	79	544	46	41	0	0	69	0	17	783	7,2	508	4441	0,7	467	5,9	77,95	91,10	6,65
1811	11824	8,5	548	43,0	7350	196	177	256	65	156	0	0	47	0	13	910	6,5	514	3557	0,9	534	7,5	81,61	90,54	7,70
1806	11646	5,7	507	48,6	8642	0	123	241	157	0	3	0	0	0	7	531	6,5	600	1900	0,9	488	6,2	79,55	79,99	4,56
2711	11607	9,8	477	42,7	6439	34	369	95	73	387	0	82	0	0	8	1048	6,7	567	4969	0,9	507	7,0	75,10	92,13	9,03
1711	11408	8,2	515	45,5	7571	93	53	436	180	0	0	0	37	0	18	817	5,7	486	4493	1,1	491	5,9	78,67	87,34	7,16
407	11397	6,9	477	47,6	8280	0	169	64	189	235	0	0	0	34	5	696	6,5	545	4716	0,9	458	4,6	72,58	88,51	6,11
Média	11634,33	7,73	501,00	45,55	7681,00	53,83	161,67	272,67	118,33	136,50	0,50	13,67	25,00	5,67	11,33	799,17	6,52	536,67	3996,00	0,85	487,50	6,18	77,74	88,27	6,87

Grupo CTalCaAb (Grupo com CavTeor e CavIC acima da média e alimentação baixa)

Dia	Alim	Teor	IC	Pó	Blaine	Ton4K	Ton4T	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton6DL	Ton7ML	Ton7TF	TonTo	CavTeor	CavIC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VI.Eq.	Rec.	Rend.
3006	11170	7,4	617	43,2	7520	0	508	0	49	0	0	151	0	0	16	724	7,2	686	5096	0,9	576	5,1	77,33	87,59	6,48
3103	11170	6,3	503	46,7	8478	27	190	0	216	164	0	41	0	0	0	638	5,4	550	4028	0,6	433	4,0	74,70	90,66	5,71
3005	10990	7,4	659	41,1	7328	251	190	175	82	0	0	0	44	0	20	762	6,2	617	2943	0,6	636	7,5	85,53	93,70	6,93
1611	10691	9,9	474	44,7	7585	101	146	416	280	33	0	0	49	0	20	1045	5,7	486	4410	1,1	470	6,7	78,99	98,73	9,77
1307	10578	7,4	691	43,2	8092	66	264	168	126	40	0	0	0	0	31	695	6,0	596	3712	0,9	690	6,2	80,78	88,79	6,57
311	10525	9,1	525	40,8	6481	0	407	102	165	128	0	23	0	0	27	852	5,6	570	5128	1,1	511	4,8	77,94	88,96	8,10
303	10371	6,9	467	46,2	7632	48	79	42	129	321	0	0	37	0	0	656	5,6	554	3226	0,5	453	4,6	72,81	91,67	6,33
107	10168	8,1	631	42,5	7688	128	328	41	4	34	0	186	0	0	25	744	6,1	539	3115	0,9	588	6,5	76,36	90,33	7,32
311	10156	6,1	651	43,9	7190	96	141	211	120	0	0	0	0	0	15	1019	5,8	478	2103	0,9	622	4,9	84,46	91,68	5,59
207	9922	7,1	569	44,4	7373	235	192	167	307	37	0	0	66	0	26	622	6,1	539	1760	0,9	675	6,4	81,14	92,16	10,23
207	9922	7,1	569	44,2	7821	83	233	43	59	154	0	0	24	0	0	581	5,4	550	4046	0,9	598	5,6	78,59	88,29	6,27
3003	9667	6,8	645	41,1	7924	312	472	237	21	0	0	0	0	0	11	912	5,6	586	2329	0,8	526	8,2	86,50	92,54	9,44
506	9481	7,5	618	45,3	7912	83	191	225	82	13	5	0	29	0	23	656	6,6	563	3951	0,6	581	4,6	80,96	92,25	6,92
1905	9152	5,7	567	46,9	7343	125	41	144	103	0	0	0	41	22	0	478	5,8	478	1832	0,5	551	5,6	80,71	91,25	5,20
106	8990	9,0	682	41,5	7335	231	231	199	38	0	0	0	45	0	24	768	6,9	551	1763	0,8	626	6,0	85,69	94,92	8,54
206	8406	9,8	681	41,5	7744	285	159	177	70	0	0	0	69	0	14	774	6,9	551	1825	0,6	654	7,2	85,85	93,96	9,21
2011	8146	9,2	749	36,9	6920	461	0	172	38	0	0	0	0	0	21	692	6,4	675	3463	0,7	716	7,0	91,57	92,34	8,49
Média	9955,69	8,06	607,72	43,01	7499,00	148,33	209,44	154,89	104,94	51,93	0,28	22,28	24,28	1,22	15,44	732,44	6,10	560,17	3104,97	0,77	578,50	5,87	81,75	91,57	7,40

Média dos Grupos CTalCa(a,m,b)

Grupo	Alim	Teor	IC	Pó	Blaine	Ton4K	Ton4T	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton6DL	Ton7ML	Ton7TF	TonTo	CavTeor	CavIC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VI.Eq.	Rec.	Rend.
CTalCaA	12473,50	5,45	443,50	47,35	7243,50	0,00	124,00	149,50	110,50	133,50	7,50	67,00	22,50	0,00	8,00	622,50	5,55	527,00	2672,00	0,85	424,00	5,15	71,04	90,68	5,01
CTalCaA	11634,33	7,73	501,00	45,55	7681,00	53,83	161,67	272,67	118,33	136,50	0,50	13,67	25,00	5,67	11,33	799,17	6,52	536,67	3996,00	0,85	487,50	6,18	77,74	88,27	6,87
CTalCaA	9955,69	8,06	607,72	43,01	7499,00	148,33	209,44	154,89	104,94	51,93	0,28	22,28	24,28	1,22	15,44	732,44	6,10	560,17	3104,67	0,77	578,50	5,87	81,75	91,57	7,40
Média	11354,57	7,08	517,41	45,30	7474,50	67,39	165,04	192,35	111,26	107,11	2,76	34,31	23,93	2,30	11,59	718,04	6,06	541,28	3257,56	0,82	496,67	5,73	76,65	90,17	6,42

Fonte: Tabela 21

Tabela 27 - Agrupamento dos valores por faixas de alimentação com CavTeor acima da média e Cav/C abaixo da média (Grupo CTaICbAa (Grupo com CavTeor acima da média e Cav/C abaixo da média e alimentação alta))

Dia	Alim	Teor	IC	P6	Blaine	Ton4K	Ton4T	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton6DL	Ton7ML	Ton7TF	TonTo	CavTeor	Cav/C	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	V.Eq.	Rec.	Rend.
612	14053	6,8	325	50,6	7556	0	92	33	0	395	0	329	0	0	1	840	5,9	397	5147	0,9	327	5,0	61,26	87,90	5,98
812	13549	6,6	360	52,0	7371	0	0	0	398	301	0	123	0	0	0	822	6,9	396	6284	0,9	342	5,0	65,43	91,92	6,07
912	13377	6,5	391	52,2	7801	0	0	187	272	187	0	94	26	0	1	767	6,1	377	6292	0,8	376	4,5	69,89	86,21	5,73
511	13031	8,0	414	46,9	7573	28	0	0	724	91	0	0	69	0	28	936	8,0	348	3158	1,0	414	6,5	69,00	88,79	7,18
905	12918	7,2	288	51,0	7710	0	0	0	99	3	0	663	27	0	19	811	6,2	360	4225	1,0	301	5,8	69,96	87,20	6,28
1205	12908	8,0	366	46,8	7326	0	0	0	0	902	0	0	0	0	0	902	6,0	372	4026	1,1	357	6,0	66,00	87,35	6,99
1104	12532	6,8	312	49,4	7176	0	61	3	0	185	0	503	0	0	0	752	6,0	380	6829	0,8	313	4,6	54,55	86,24	6,00
611	12413	9,7	406	45,5	7761	33	1	0	597	357	0	0	69	0	12	1069	8,0	346	4252	1,1	402	7,3	68,85	88,78	8,61
1004	12411	5,2	534	45,1	7239	40	107	191	23	208	0	0	0	0	0	569	8,0	360	3489	0,7	475	5,8	78,29	88,17	4,58
512	12406	7,2	304	51,1	7228	0	34	0	0	519	0	238	0	0	13	805	5,8	397	4391	0,7	282	4,7	60,32	90,12	6,49
811	12324	9,4	453	41,6	6630	47	77	338	0	405	0	0	0	0	10	877	7,0	330	3121	1,0	452	6,9	75,51	75,70	7,12
805	12323	7,2	369	49,5	7643	0	23	3	244	297	4	196	0	27	18	812	6,3	382	4649	1,0	372	5,7	61,43	91,52	6,59
Média	12853,75	7,38	376,83	48,48	7417,83	12,17	32,92	62,92	196,42	320,00	0,33	178,92	15,92	2,25	8,33	830,17	6,51	371,92	4654,42	0,92	367,75	5,63	64,88	87,91	6,47

Grupo CTaICbAm (Grupo com CavTeor acima da média e Cav/C abaixo da média e alimentação média)

Dia	Alim	Teor	IC	P6	Blaine	Ton4K	Ton4T	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton6DL	Ton7ML	Ton7TF	TonTo	CavTeor	Cav/C	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	V.Eq.	Rec.	Rend.
712	12287	8,4	329	52,8	7264	0	0	0	326	384	0	228	0	0	0	939	5,9	396	4924	0,8	328	5,4	62,86	90,96	7,64
705	12177	6,5	425	51,8	8519	0	33	288	288	9	0	0	0	77	20	715	5,4	397	1963	0,5	416	6,0	70,95	90,33	5,87
1105	12120	7,6	306	49,1	7995	0	0	0	0	510	0	323	0	0	1	834	6,0	375	3744	0,8	507	5,8	58,20	90,54	6,88
510	12094	10,3	479	43,0	8091	0	263	238	244	348	0	0	0	0	19	1110	6,9	441	5392	1,2	469	7,0	75,23	89,11	9,18
06	12065	6,2	448	49,0	8014	0	135	0	312	149	8	0	72	0	19	696	5,4	380	5435	0,7	439	4,4	70,81	92,91	5,76
111	11978	8,7	394	46,6	7751	0	116	0	242	529	21	0	47	0	11	945	7,0	294	3915	0,9	395	6,2	69,19	90,88	7,89
006	11968	7,3	425	45,8	7943	0	185	3	17	469	0	0	25	0	13	763	5,7	402	4949	1,0	415	5,4	71,04	87,33	6,38
303	11898	5,8	453	51,9	7317	0	35	108	272	165	0	0	0	0	0	590	6,6	229	1077	0,6	436	4,4	72,71	84,12	4,88
306	11858	7,9	460	44,4	7605	0	243	0	47	431	78	0	0	0	7	806	6,1	381	2650	1,2	442	7,1	73,91	86,04	8,80
111	11779	8,3	434	48,2	8858	31	0	179	528	96	0	40	0	0	28	902	8,6	375	2656	0,8	441	6,3	71,55	92,26	7,68
111	11730	8,7	449	42,3	7370	0	160	90	237	382	0	0	0	0	20	889	6,2	330	1513	1,1	430	6,7	72,10	87,11	7,58
306	11646	6,3	414	48,3	7974	0	33	0	352	171	16	42	0	0	14	628	5,7	402	4514	1,1	402	4,7	68,78	85,59	5,39
605	11555	5,1	302	57,0	9122	0	0	0	57	257	18	102	0	67	17	518	5,4	397	2690	0,7	303	3,8	57,54	87,90	4,48
911	11417	9,5	330	47,2	7816	1	0	63	0	745	0	130	45	0	9	993	7,0	294	3927	0,9	321	6,7	63,67	91,55	8,70
Média	11897,29	7,61	403,43	48,24	7831,36	2,29	65,93	69,21	208,71	333,79	10,07	56,00	19,36	10,29	12,71	608,39	6,35	363,79	3519,21	0,88	396,00	5,71	68,47	89,03	5,79

Grupo CTaICbAb (Grupo com CavTeor acima da média e Cav/C abaixo da média e alimentação baixa)

Dia	Alim	Teor	IC	P6	Blaine	Ton4K	Ton4T	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton6DL	Ton7ML	Ton7TF	TonTo	CavTeor	Cav/C	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	V.Eq.	Rec.	Rend.
2303	10998	5,5	620	45,2	7112	121	11	306	91	0	0	0	0	0	20	549	6,4	333	1305	0,9	560	5,2	82,10	90,76	4,99
704	10739	7,8	464	45,8	6975	0	0	63	524	96	0	0	0	0	0	680	5,4	424	4912	0,8	452	5,3	71,34	81,18	6,33
1106	10272	7,3	473	44,8	7846	46	117	9	270	249	0	0	0	0	17	708	5,8	388	2458	0,5	469	6,4	73,08	94,42	5,89
Média	10669,67	6,87	519,00	45,27	7311,00	55,67	42,67	126,00	295,00	114,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,33	645,67	5,87	381,00	2891,67	0,73	493,67	5,63	75,50	88,79	6,07

Média dos Grupos CTaICbA(a,m,b)

Grupo	Alim	Teor	IC	P6	Blaine	Ton4K	Ton4T	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton6DL	Ton7ML	Ton7TF	TonTo	CavTeor	Cav/C	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	V.Eq.	Rec.	Rend.
CTaICbA	12853,75	7,38	376,83	48,48	7417,83	12,17	32,92	62,92	196,42	320,00	0,33	178,92	15,92	2,25	8,33	830,17	6,51	371,92	4654,42	0,92	367,75	5,63	64,88	87,91	6,47
CTaICbA	11897,29	7,61	403,43	48,24	7831,36	2,29	65,93	69,21	208,71	333,79	10,07	56,00	19,36	10,29	12,71	608,39	6,35	363,79	3519,21	0,88	396,00	5,71	68,47	89,03	5,79
CTaICbA	10669,67	6,87	519,00	45,27	7311,00	55,67	42,67	126,00	295,00	114,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,33	645,67	5,87	381,00	2891,67	0,73	493,67	5,63	75,50	88,79	6,07
Média	11806,90	7,29	433,09	47,33	7520,06	23,37	53,84	88,04	233,38	255,93	3,47	78,31	11,76	4,18	11,13	761,40	6,24	372,23	3688,43	0,84	419,14	5,66	69,61	88,58	6,44

Fonte: Tabela 22

Tabela 28 - Agrupamento dos valores por faixas de alimentação com CavTeor abaixo da média e CavIC acima da média e CavIC acima da média e alimentação alta)

Table with columns: Dia, Alim, Teor, IC, P6, Blaine, Ton4K, Ton4I, Ton4Z, Ton4Z, Ton5K, Ton5R, Ton5SRL, Ton6D, Ton6D, Ton7ML, Ton7TF, Ton7F, CavTeor, CavIC, TeorRF, ICMBC, TeorMBC, VLEq, Rec., Rend. (Groupo CTbCaA)

Grupo CTbCaAm (Grupo com CavTeor abaixo da média e CavIC acima da média e alimentação média)

Table with columns: Dia, Alim, Teor, IC, P6, Blaine, Ton4K, Ton4I, Ton4Z, Ton4Z, Ton5K, Ton5R, Ton5SRL, Ton6D, Ton6D, Ton7ML, Ton7TF, Ton7F, CavTeor, CavIC, TeorRF, ICMBC, TeorMBC, VLEq, Rec., Rend. (Groupo CTbCaB)

Grupo CTbCaAb (Grupo com CavTeor abaixo da média e CavIC acima da média e alimentação baixa)

Table with columns: Dia, Alim, Teor, IC, P6, Blaine, Ton4K, Ton4I, Ton4Z, Ton4Z, Ton5K, Ton5R, Ton5SRL, Ton6D, Ton6D, Ton7ML, Ton7TF, Ton7F, CavTeor, CavIC, TeorRF, ICMBC, TeorMBC, VLEq, Rec., Rend. (Média dos Grupos CTbCa(a,m,b))

Média dos Grupos CTbCa(a,m,b)

Table with columns: Grupo, Alim, Teor, IC, P6, Blaine, Ton4K, Ton4I, Ton4Z, Ton4Z, Ton5K, Ton5R, Ton5SRL, Ton6D, Ton6D, Ton7ML, Ton7TF, Ton7F, CavTeor, CavIC, TeorRF, ICMBC, TeorMBC, VLEq, Rec., Rend. (Média dos Grupos CTbCa(a,m,b))

Fonte: Tabela 23

Tabela 29 - Agrupamento dos valores por faixas de alimentação com CavTeor e CavC abaixo da média e alimentação alta

Grupo CTbCbAa (Grupo com CavTeor e CavC abaixo da média e alimentação alta)																									
Dia	Alim	Teor	IC	Pó	Blaine	Ton4K	Ton4T	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton6DL	Ton7ML	Ton7TF	TonTo	CavTeor	CavC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VI.Eq.	Rec.	Rend.
2810	15178	5,5	275	57,3	9408	0	0	0	57	353	0	214	94	0	19	737	3,5	355	3284	0,6	275	4,8	58,42	88,28	4,86
2510	14963	5,7	371	57,0	9969	0	0	37	215	151	0	291	32	0	23	749	4,0	334	2747	0,7	372	4,2	58,78	87,82	5,01
3110	14482	5,5	350	57,6	10071	0	0	0	180	261	0	160	52	0	27	660	3,6	283	3470	0,5	353	4,0	59,93	82,98	4,56
3011	14197	6,6	379	50,3	7995	0	0	35	389	315	0	72	0	0	20	831	4,0	356	3554	0,8	384	5,1	68,22	88,68	5,85
2910	13977	6,5	433	52,5	9149	0	0	98	688	0	0	0	94	0	20	820	4,8	430	2118	0,7	447	4,9	70,58	90,28	5,87
2710	13893	6,6	336	54,7	9300	0	0	142	0	479	0	116	57	0	26	820	3,5	355	4014	0,7	345	5,2	63,99	89,43	5,90
1112	13703	6,4	293	54,0	8496	0	0	0	73	297	0	303	69	0	0	742	4,8	242	6010	1,0	276	4,4	57,58	84,61	5,41
2410	13703	7,9	375	53,0	9751	0	0	23	509	393	0	0	35	0	14	974	4,2	336	1147	0,9	346	4,7	68,07	89,97	7,11
2110	13631	6,7	450	49,7	8345	0	0	205	609	0	0	0	0	0	20	834	4,2	431	4380	0,9	449	5,4	72,53	91,32	6,12
2511	13499	6,4	401	51,8	8820	0	23	46	374	275	0	0	56	0	24	788	5,2	336	3553	0,6	402	4,5	68,04	92,37	5,91
212	12992	7,2	385	51,0	7142	0	0	0	522	246	48	37	0	0	4	857	5,0	389	2535	0,7	444	5,4	68,59	91,62	6,60
412	12559	8,3	350	49,6	6398	0	50	0	77	566	0	144	0	0	14	853	5,0	380	4963	0,9	341	5,6	63,70	81,83	6,79
2105	12420	6,3	541	47,2	7778	93	85	256	249	0	0	0	0	30	0	713	4,3	440	5040	0,7	522	5,5	79,36	91,12	5,74
2206	12393	6,0	464	50,3	9101	0	8	223	342	38	0	0	34	0	2	847	4,9	426	3135	0,8	448	4,7	73,89	87,01	5,22
2611	12306	7,7	342	47,5	7489	0	0	40	243	369	0	156	0	0	19	857	4,0	332	5052	0,8	341	5,4	63,55	90,44	6,96
Média	13591,73	6,82	383,00	52,23	8812,07	6,20	11,07	73,67	299,13	251,67	3,20	98,53	30,67	2,00	15,47	792,80	4,33	362,33	3665,47	0,75	383,00	4,92	66,22	88,52	5,86

Grupo CTbCbAm (Grupo com CavTeor e CavC abaixo da média e alimentação média)

Dia	Alim	Teor	IC	Pó	Blaine	Ton4K	Ton4T	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton6DL	Ton7ML	Ton7TF	TonTo	CavTeor	CavC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VI.Eq.	Rec.	Rend.
806	12230	6,6	477	48,2	8206	0	95	320	79	147	13	0	72	0	6	732	5,1	370	4884	0,6	462	6,4	75,57	90,69	5,99
904	12210	6,3	527	45,9	7468	106	3	128	405	6	0	0	19	14	0	675	5,0	380	2406	0,6	489	4,2	76,68	87,75	5,53
112	12190	8,1	422	49,6	7839	0	28	72	641	137	0	0	0	0	23	901	4,0	346	2987	0,8	434	5,5	70,43	91,25	7,39
405	12187	6,6	409	49,2	8107	33	135	3	57	324	0	86	0	57	13	708	4,0	374	2936	0,8	400	6,4	66,71	88,02	5,81
1306	11826	7,6	408	47,2	7595	0	102	0	209	436	87	0	0	0	5	819	5,1	381	5147	0,7	402	4,6	70,77	91,12	6,93
312	11637	7,4	453	46,0	5914	28	0	265	282	121	0	57	0	0	11	764	5,0	399	6576	0,9	444	5,3	72,52	88,72	6,57
Média	12046,67	7,10	449,33	47,68	7521,50	27,83	60,50	131,33	278,83	195,17	13,33	23,83	14,17	11,83	9,67	768,50	4,70	375,00	4152,67	0,73	438,50	5,40	72,11	89,59	6,37

Grupo CTbCbAb (Grupo com CavTeor e CavC abaixo da média e alimentação baixa)

Dia	Alim	Teor	IC	Pó	Blaine	Ton4K	Ton4T	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton6DL	Ton7ML	Ton7TF	TonTo	CavTeor	CavC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VI.Eq.	Rec.	Rend.
2105	11100	5,1	548	47,8	7708	92	65	168	148	0	0	0	0	43	0	516	4,4	457	2845	0,5	524	4	79,02	91,15	4,65
2305	10992	5,0	620	46,5	7629	105	43	277	0	35	0	0	41	0	0	501	4,4	457	3616	0,4	593	3,7	83,29	91,16	4,56
104	10730	5,6	456	45,3	7371	102	0	0	110	336	0	0	0	0	0	548	5,0	459	2951	0,6	446	5,2	73,33	91,20	5,11
505	10463	5,2	442	49,1	8617	0	104	10	129	211	0	0	0	26	7	467	3,7	360	3093	0,6	430	4,0	70,28	88,51	4,65
Média	10821,25	5,23	516,00	47,18	7831,25	74,75	53,00	113,75	96,75	145,50	0,00	0,00	10,25	17,25	1,75	513,00	4,38	433,25	3111,25	0,53	498,25	4,23	76,48	90,75	4,74

Média dos Grupos CTbCbA(a,m,b)

Grupo	Alim	Teor	IC	Pó	Blaine	Ton4K	Ton4T	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton6DL	Ton7ML	Ton7TF	TonTo	CavTeor	CavC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VI.Eq.	Rec.	Rend.
CTbCbA	13591,73	6,62	383,00	52,23	8812,07	6,20	11,07	73,67	299,13	251,67	3,20	98,53	30,67	2,00	15,47	792,80	4,33	362,33	3665,47	0,75	383,00	4,92	66,22	88,52	5,86
CTbCbA	12046,67	7,10	449,33	47,68	7521,50	27,83	60,50	131,33	278,83	195,17	13,33	23,83	14,17	11,83	9,67	768,50	4,70	375,00	4152,67	0,73	438,50	5,40	72,11	89,59	6,37
CTbCbA	10821,25	5,23	516,00	47,18	7831,25	74,75	53,00	113,75	96,75	145,50	0,00	0,00	10,25	17,25	1,75	513,00	4,38	433,25	3111,25	0,53	498,25	4,23	76,48	90,75	4,74
Média	12153,22	6,32	449,44	49,03	7988,27	36,26	41,52	106,25	224,91	197,44	5,51	41,12	18,43	10,36	8,96	690,77	4,47	390,19	3643,13	0,67	439,92	4,85	71,60	89,62	5,66

Fonte: Tabela 24

Tabela 30 - Média dos grupos de minério homogêneos para Cavic e CavTeor por faixa de alimentação

Grupo	Alim	Teor	IC	P6	Blaine	Ton4K	Ton4T	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton6DL	Ton7ML	Ton7TF	TonTo	CavTeor	CavC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VI.Eq.	Rec.	Rend.
CTaCaAa	12473,50	5,45	443,50	47,35	7243,50	0,00	124,00	149,50	110,50	133,50	7,50	67,00	22,50	0,00	8,00	622,50	5,55	527,00	2672,00	0,85	424,00	5,15	71,04	90,68	4,99
CTaCaAb	11634,33	7,73	501,00	45,55	7681,00	53,83	161,67	272,67	118,33	136,50	0,50	13,67	25,00	5,67	11,33	790,17	6,52	536,67	3996,00	0,85	487,50	6,18	77,74	88,27	6,87
CTaCbAa	9955,89	8,06	607,72	43,01	7499,00	148,33	208,44	154,89	104,94	51,33	0,28	22,28	24,28	1,22	15,44	782,44	6,10	560,17	3104,67	0,77	578,50	5,87	81,75	91,57	7,36
CTaCbAb	12853,75	7,38	378,83	48,48	7417,83	12,17	32,92	62,92	186,42	320,00	0,33	178,92	15,92	2,25	8,33	890,17	6,51	371,92	4654,42	0,92	367,75	5,63	64,88	87,91	6,48
CTaCbAa	11897,29	7,61	403,43	48,24	7631,36	2,29	85,93	69,21	208,71	333,79	10,07	56,00	19,36	10,29	12,71	808,36	6,35	363,79	3519,21	0,88	396,00	5,71	68,47	89,03	6,79
CTaCbAb	10669,67	6,87	519,00	45,27	7311,00	55,67	42,67	126,00	295,00	114,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,33	645,67	5,87	381,00	2891,67	0,73	493,67	5,63	75,50	88,79	6,05
CTbCaAa	13262,00	7,37	451,89	49,17	8256,67	0,00	81,44	324,56	272,44	146,56	2,33	4,11	38,22	5,00	13,00	887,67	4,37	519,22	3930,22	0,71	450,78	5,29	74,02	91,48	6,89
CTbCaAb	11817,85	6,62	503,15	47,40	8144,23	37,31	141,15	149,85	138,46	126,85	5,08	54,31	20,77	7,08	15,54	695,38	4,51	526,85	3760,36	0,78	479,69	4,88	73,54	88,88	5,89
CTbCbAa	10318,31	6,67	551,38	46,39	8574,54	78,92	112,54	115,00	98,92	116,31	1,23	37,08	25,54	2,89	9,08	587,31	4,52	531,77	4144,23	0,84	516,62	4,72	76,17	86,75	5,79
CTbCbAb	13591,73	6,62	383,00	52,23	8612,07	6,20	11,07	73,67	299,13	251,67	3,20	98,53	30,87	2,00	15,47	792,80	4,33	362,33	3665,47	0,75	383,00	4,92	66,22	88,52	5,83
CTbCbAa	12046,67	7,10	449,33	47,68	7521,50	27,83	60,50	131,33	278,83	195,17	13,33	23,83	14,17	11,83	9,67	798,50	4,70	375,00	4152,67	0,73	438,50	5,40	72,11	89,59	6,36
CTbCbAb	10821,25	5,23	516,00	47,18	7831,25	74,75	53,00	113,75	96,75	145,50	0,00	0,00	10,25	17,25	1,75	513,00	4,38	433,25	3111,25	0,53	498,25	4,23	76,48	90,75	4,74

Grupo homogêneo para Cavic e CavTeor com faixa de alimentação superior a 12300 t

Grupo	Alim	Teor	IC	P6	Blaine	Ton4K	Ton4T	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton6DL	Ton7ML	Ton7TF	TonTo	CavTeor	CavC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VI.Eq.	Rec.	Rend.
CTaCaAa	12473,50	5,45	443,50	47,35	7243,50	0,00	124,00	149,50	110,50	133,50	7,50	67,00	22,50	0,00	8,00	622,50	5,55	527,00	2672,00	0,85	424,00	5,15	71,04	90,68	4,99
CTaCaAb	12853,75	7,38	378,83	48,48	7417,83	12,17	32,92	62,92	186,42	320,00	0,33	178,92	15,92	2,25	8,33	890,17	6,51	371,92	4654,42	0,92	367,75	5,63	64,88	87,91	6,48
CTbCaAa	13262,00	7,37	451,89	49,17	8256,67	0,00	81,44	324,56	272,44	146,56	2,33	4,11	38,22	5,00	13,00	887,67	4,37	519,22	3930,22	0,71	450,78	5,29	74,02	91,48	6,89
CTbCaAb	13591,73	6,62	383,00	52,23	8612,07	6,20	11,07	73,67	299,13	251,67	3,20	98,53	30,87	2,00	15,47	792,80	4,33	362,33	3665,47	0,75	383,00	4,92	66,22	88,52	5,83

Grupo homogêneo para Cavic e CavTeor com faixa de alimentação entre 11300 e 12300 t

Grupo	Alim	Teor	IC	P6	Blaine	Ton4K	Ton4T	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton6DL	Ton7ML	Ton7TF	TonTo	CavTeor	CavC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VI.Eq.	Rec.	Rend.
CTaCaAa	11634,33	7,73	501,00	45,55	7681,00	53,83	161,67	272,67	118,33	136,50	0,50	13,67	25,00	5,67	11,33	790,17	6,52	536,67	3996,00	0,85	487,50	6,18	77,74	88,27	6,87
CTaCaAb	11897,29	7,61	403,43	48,24	7631,36	2,29	85,93	69,21	208,71	333,79	10,07	56,00	19,36	10,29	12,71	808,36	6,35	363,79	3519,21	0,88	396,00	5,71	68,47	89,03	6,79
CTbCaAa	11817,85	6,62	503,15	47,40	8144,23	37,31	141,15	149,85	138,46	126,85	5,08	54,31	20,77	7,08	15,54	695,38	4,51	526,85	3760,36	0,78	479,69	4,88	73,54	88,88	5,89
CTbCaAb	12046,67	7,10	449,33	47,68	7521,50	27,83	60,50	131,33	278,83	195,17	13,33	23,83	14,17	11,83	9,67	798,50	4,70	375,00	4152,67	0,73	438,50	5,40	72,11	89,59	6,36

Grupo homogêneo para Cavic e CavTeor com faixa de alimentação inferior a 11300 t

Grupo	Alim	Teor	IC	P6	Blaine	Ton4K	Ton4T	Ton4Z	Ton5K	Ton5R	Ton5RL	Ton6D	Ton6DL	Ton7ML	Ton7TF	TonTo	CavTeor	CavC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VI.Eq.	Rec.	Rend.
CTaCaAb	9955,89	8,06	607,72	43,01	7499,00	148,33	208,44	154,89	104,94	51,33	0,28	22,28	24,28	1,22	15,44	782,44	6,10	560,17	3104,67	0,77	578,50	5,87	81,75	91,57	7,36
CTaCbAb	10669,67	6,87	519,00	45,27	7311,00	55,67	42,67	126,00	295,00	114,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,33	645,67	5,87	381,00	2891,67	0,73	493,67	5,63	75,50	88,79	6,05
CTbCaAb	10318,31	6,67	551,38	46,39	8574,54	78,92	112,54	115,00	98,92	116,31	1,23	37,08	25,54	2,69	9,08	587,31	4,52	531,77	4144,23	0,84	516,62	4,72	76,17	86,75	5,79
CTbCbAb	10821,25	5,23	516,00	47,18	7831,25	74,75	53,00	113,75	96,75	145,50	0,00	0,00	10,25	17,25	1,75	513,00	4,38	433,25	3111,25	0,53	498,25	4,23	76,48	90,75	4,74

Fonte: Tab.26 a 29

Tabela 31 - Grupo homogêneo para CavIC e CavTeor com faixa de alimentação superior a 12300 t/dia

Grupo	Alim	Teor	IC	P0	Blaine	TonK	TonT	TonZ	TonK	TonM	Ton7M	Ton7F	TonTo	CavTeor	CavIC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VI.Eq.	Rec.	Rend.
CTa/CaA	12473,50	5,45	443,50	47,35	7243,50	0,00	124,00	149,50	110,50	133,50	7,50	8,00	622,50	5,55	527,00	2872,00	0,85	-24,00	5,15	71,04	90,68	4,89
CTa/CbA	12853,75	7,38	378,03	48,48	7417,83	12,17	32,82	82,82	198,42	320,00	0,33	8,33	830,17	6,51	371,82	4854,42	0,82	387,75	5,63	84,88	87,81	6,48
CTb/CaA	13262,00	7,37	451,89	46,17	8256,67	0,00	81,44	324,56	272,44	146,66	2,33	13,00	887,87	4,37	519,22	3630,22	0,71	430,78	5,28	74,02	81,48	6,68
CTb/CbA	13681,73	6,62	393,00	52,23	8612,07	8,20	11,07	73,67	298,13	251,67	3,20	15,47	792,60	4,33	392,33	3685,47	0,75	363,00	4,92	88,22	86,52	5,83
Média	13046,25	6,71	413,81	48,31	7862,52	4,68	62,36	152,66	218,62	212,63	3,34	11,20	793,28	5,19	445,12	3730,53	0,81	408,38	5,25	83,04	86,65	5,98

Fonte: Tabela 30

P0 x CavTeor, CavIC		Blaine x CavTeor, CavIC		TonTo x CavIC		V.E.q. x CavTeor, CavIC		Rend. x CavIC		Alim. x CavTeor, CavIC	
Constant	85,663	Constant	12665,9	Constant	57,237	Constant	8,824	Constant	1,8851,46	Constant	294,88
Std Err of Y Est	0,171	Std Err of Y Est	220,178	Std Err of Y Est	1,490	Std Err of Y Est	1,490	Std Err of Y Est	0,903	Std Err of Y Est	0,903
R Squared	0,988	R Squared	0,983	R Squared	0,981	R Squared	0,981	R Squared	0,922	R Squared	0,922
No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4
Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1
X Coefficient(s)	-0,185	X Coefficient(s)	-3,468	X Coefficient(s)	0,044	X Coefficient(s)	-1,263	X Coefficient(s)	-0,002	X Coefficient(s)	-3,47
Std Err of Coef.	0,068	Std Err of Coef.	1,2414	Std Err of Coef.	0,012	Std Err of Coef.	0,623	Std Err of Coef.	0,008	Std Err of Coef.	1,32,42

Tabela 32 - Grupo homogêneo para CavIC e CavTeor com faixa de alimentação entre 11300 e 12300 t/dia

Grupo	Alim	Teor	IC	P0	Blaine	TonK	TonT	TonZ	TonK	TonM	Ton7M	Ton7F	TonTo	CavTeor	CavIC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VI.Eq.	Rec.	Rend.
CTa/CaA	11634,33	7,73	571,00	45,55	7881,00	53,83	161,67	272,67	118,33	136,50	0,50	11,33	798,17	6,92	536,67	3988,00	0,85	487,50	6,18	77,74	86,27	6,87
CTa/CbA	11897,29	7,61	403,43	48,24	7881,36	2,28	88,63	68,21	208,71	333,79	10,07	12,71	808,36	6,35	383,79	3919,21	0,88	388,00	5,71	68,47	86,03	6,79
CTb/CaA	11817,85	6,82	503,15	47,40	8144,23	37,31	141,15	149,85	136,46	126,66	5,08	13,04	686,38	4,51	528,85	3780,38	0,78	478,89	4,86	73,54	88,88	6,88
CTb/CbA	12046,67	7,10	448,33	47,69	7521,50	27,63	60,50	131,33	278,83	195,17	13,33	8,67	785,50	4,70	375,00	4192,67	0,73	438,50	5,40	72,11	88,59	6,38
Média	11848,03	7,27	464,23	47,22	7794,82	30,82	112,31	155,77	186,09	198,07	7,26	12,31	767,60	5,92	450,57	3857,07	0,81	450,42	5,54	72,96	86,94	6,48

Fonte: Tabela 30

P0 x CavTeor, CavIC		Blaine x CavIC		TonTo x CavTeor, CavIC		V.E.q. x CavIC		Rend. x CavTeor, CavIC		Alim. x CavTeor, CavIC	
Constant	53,822	Constant	7210,1	Constant	57,479	Constant	4,791	Constant	13,022,6	Constant	16,27
Std Err of Y Est	1,037	Std Err of Y Est	288,57	Std Err of Y Est	2,536	Std Err of Y Est	0,214	Std Err of Y Est	0,825	Std Err of Y Est	0,897
R Squared	0,737	R Squared	0,211	R Squared	0,709	R Squared	0,914	R Squared	0,997	R Squared	0,997
No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4
Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1
X Coefficient(s)	-0,412	X Coefficient(s)	1,297	X Coefficient(s)	0,034	X Coefficient(s)	0,034	X Coefficient(s)	-0,074	X Coefficient(s)	-1,52
Std Err of Coef.	0,564	Std Err of Coef.	1,774	Std Err of Coef.	0,016	Std Err of Coef.	0,016	Std Err of Coef.	0,300	Std Err of Coef.	0,09

Tabela 33 - Grupo homogêneo para CavIC e CavTeor com faixa de alimentação inferior a 11300 t/dia

Grupo	Alim	Teor	IC	P0	Blaine	TonK	TonT	TonZ	TonK	TonM	Ton7M	Ton7F	TonTo	CavTeor	CavIC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VI.Eq.	Rec.	Rend.
CTa/CaA	9955,89	8,08	607,72	43,01	7498,00	148,33	208,44	184,69	104,94	51,33	0,28	15,44	732,44	6,10	560,17	3104,67	0,77	578,50	5,87	81,75	91,57	7,38
CTa/CbA	10688,67	6,87	519,00	45,27	7311,00	55,87	42,67	126,00	114,00	114,00	0,00	12,33	845,67	5,87	381,00	2891,67	0,73	463,67	5,63	75,30	88,79	6,05
CTb/CaA	10318,31	6,67	591,36	48,39	8574,54	78,82	112,54	115,00	98,92	116,31	1,23	9,06	597,31	4,52	531,77	4144,23	0,84	516,62	4,72	78,17	86,75	5,79
CTb/CbA	10821,25	5,23	516,00	47,18	7631,25	74,75	53,00	113,75	146,50	146,50	0,00	1,75	513,00	4,38	433,25	3111,25	0,53	488,25	4,23	78,48	90,75	4,74
Média	10441,28	6,71	548,63	45,48	7833,96	98,42	104,41	127,41	148,90	108,79	0,38	8,65	622,10	5,22	478,95	3212,95	0,72	521,78	5,11	77,48	88,48	6,48

Fonte: Tabela 30

P0 x CavTeor, CavIC		Blaine x CavTeor, CavIC		TonTo x CavTeor, CavIC		V.E.q. x CavTeor, CavIC		Rend. x CavTeor, CavIC		Alim. x CavTeor, CavIC	
Constant	58,208	Constant	8848,52	Constant	57,387	Constant	-2,407	Constant	13,075,4	Constant	16,27
Std Err of Y Est	0,288	Std Err of Y Est	401,028	Std Err of Y Est	2,337	Std Err of Y Est	0,198	Std Err of Y Est	0,862	Std Err of Y Est	0,997
R Squared	0,991	R Squared	0,627	R Squared	0,781	R Squared	0,980	R Squared	0,980	R Squared	0,980
No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4
Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1
X Coefficient(s)	-1,800	X Coefficient(s)	-484,27	X Coefficient(s)	0,065	X Coefficient(s)	1,678	X Coefficient(s)	-1,0801	X Coefficient(s)	-3,98
Std Err of Coef.	0,194	Std Err of Coef.	258,99	Std Err of Coef.	0,151	Std Err of Coef.	0,016	Std Err of Coef.	0,319	Std Err of Coef.	0,46

4.5.2 Estudo do efeito das variáveis de minério CavIC e CavTeor

. Por faixa de alimentação

Nas Tabelas 31, 32 e 33 temos apresentados os resultados das correlações dos parâmetros de qualidade do produto: Blaine, Pó, Vl.Eq., e Rendimento em função das variáveis de minério: CavIC e CavTeor para três faixas de alimentação. Pesquisou-se também os efeitos da interação CavIC e CavTeor, conforme apresentado na Tabela 34, e os resultados não foram significativos.

Devido às incertezas sobre o efeito das interações das variáveis com a Alimentação Diária, agrupou-se as três faixas de alimentação para um novo estudo no qual realizou-se a análise do efeito das variáveis de minério CavTeor e CavIC, para toda a faixa de alimentação, conforme apresentado a seguir.

. Para toda a faixa de alimentação

Na Tabela 25 temos apresentados os resultados das regressões dos parâmetros de qualidade do produto: Blaine, Pó, Vl.Eq. e Rendimento para a média dos grupos homogêneos em termos de CavIC e CavTeor. Utilizou-se numa primeira análise dois agrupamentos distintos conforme Tabela 25.

Enfatizamos que foram pesquisados os efeitos das interações entre CavIC e CavTeor, conforme Tabela 34, mas os resultados não foram significativos.

As expressões das regressões os parâmetros de qualidade do produto estudados Pó, Blaine, Vl.Eq., Rend., em função do Cavic e CavTeor, são as seguintes:

1. Pó = $65,436 - 1,496 * \text{CavTeor} - 0,022 * \text{CavIC}$ ($r^2=0,99$)
2. Blaine = $10007,5 - 389,45 * \text{CavTeor}$ ($r^2=0,96$)
3. Vl.Eq. = $44,168 + 0,684 * \text{CavTeor} + 0,055 * \text{CavIC}$ ($r^2=0,92$)
4. Rend = $2,818 + 0,455 * \text{CavTeor} + 0,002 * \text{CavIC}$ ($r^2=0,99$)

BIBLIOTECA DO DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Tabela 34 - Estudo do efeito conjunto das variáveis do minério CavC, CavTeor e Alimentação Diária e suas interações

Grupo	Alim.	CavTeor	CavC	CavTeor*CavC	Alim*CavTeor	Alim*CavC	CavTeor^2	CavC^2	Alim^2	Teor	IC	P6	Blaine	Tonfo	TomRG	TeorFF	ICMBC	TeorMBC	VI.Eq.	Rec.	Flend.
CTaCaAa	12473	5,55	527,00	2924,85	68225,15	6573271,00	30,80	277729,00	155575729	5,45	443,50	47,35	7243,50	622,50	2872,00	0,85	424,00	5,15	71,04	90,68	4,89
CTaCaAm	11634	6,52	536,67	3497,28	75814,90	6243590,00	42,47	286011,11	135349956	7,73	501,00	45,55	7681,00	796,17	3996,00	0,85	487,50	6,18	77,74	88,27	6,87
CTaCaAb	9955	6,10	580,17	3417,02	60725,50	5576459,17	37,21	313786,89	99102025	8,06	607,72	43,01	7498,00	732,44	3104,67	0,77	578,50	5,87	81,75	91,57	7,36
CTaCbAa	12853	6,51	371,92	2420,56	83651,61	4780244,92	42,36	138322,01	165169909	7,38	376,83	48,48	7417,83	830,17	4854,42	0,92	367,75	5,63	64,88	87,91	6,48
CTaCbAm	11897	6,95	363,79	2310,04	75545,95	4327958,64	40,32	132340,05	141538609	7,61	403,43	48,24	7831,38	808,36	3519,21	0,88	398,00	5,71	68,47	89,03	6,79
CTaCbAb	10669	5,87	381,00	2235,20	62591,47	4064889,00	34,42	145161,00	113927561	6,87	519,00	45,27	7311,00	645,67	2891,67	0,73	483,67	5,63	75,50	88,79	6,05
CTbCaAa	13282	4,37	519,22	2267,27	57910,73	6865925,11	19,07	269591,72	175580644	7,37	451,89	49,17	8256,67	887,67	3930,22	0,71	450,78	5,29	74,02	91,48	6,89
CTbCaAm	11817	4,51	526,85	2374,86	53287,40	6225741,00	20,32	277566,87	139641489	6,62	503,15	47,40	8144,23	696,38	3760,38	0,78	479,69	4,88	73,54	88,88	5,89
CTbCaAb	10318	4,52	531,77	2405,23	46689,11	5486794,92	20,46	282778,51	106461124	6,67	551,38	46,39	8574,54	597,31	4144,23	0,84	516,62	4,72	76,17	86,75	5,79
CTbCbAa	13591	4,33	362,33	1570,11	58894,33	4924472,33	18,78	131285,44	184715281	6,62	383,00	52,23	8612,07	792,90	3666,47	0,75	383,00	4,92	68,22	88,52	5,83
CTbCbAm	12046	4,70	375,00	1762,50	56816,20	4517250,00	22,09	140625,00	145106116	7,10	448,33	47,68	7521,50	766,50	4152,67	0,73	438,50	5,40	72,11	89,59	6,36
CTbCbAb	10921	4,38	433,25	1897,64	47395,98	4688198,25	19,18	187705,56	117094041	5,23	516,00	47,19	7831,25	513,00	3111,25	0,53	498,25	4,23	76,48	90,75	4,74

Flend.x Alim.CavTeor.CavC,Alim*CavTeor,CavTeor^2,CavC^2		P6 x CavTeor,CavC,Alim*CavTeor,CavTeor^2,CavC^2	
Constant	168,096	Constant	101,765
Std Err of Y Est	0,430	Std Err of Y Est	0,706
R Squared	0,857	R Squared	0,947
No. of Observations	12	No. of Observations	12
Degrees of Freedom	5	Degrees of Freedom	6
X Coefficient(s)	-0,004	X Coefficient(s)	-12,122
Std Err of Coef.	0,001	Std Err of Coef.	6,052
		Blaine x Alim.CavTeor,CavC,Alim*CavTeor,Alim*CavC,CavTeor^2,CavC^2,Alim^2	
Constant	287,344	Constant	123676
Std Err of Y Est	1,914	Std Err of Y Est	317,54
R Squared	0,931	R Squared	0,877
No. of Observations	12	No. of Observations	12
Degrees of Freedom	5	Degrees of Freedom	3
X Coefficient(s)	-0,010	X Coefficient(s)	-5,50
Std Err of Coef.	0,003	Std Err of Coef.	4,89

Fonte: Tabela 30

4.5.3 Comentários

Pelas equações das regressões dos parâmetros estudados em relação às variáveis CavIC e CavTeor do minério, pode-se calcular os efeitos das mesmas sobre a amplitude destes parâmetros ou seja sobre a diferença entre o valor máximo e mínimo, conforme exposto na Tabela 35.

Tabela 35 - Influência das variáveis CavIC e CavTeor sobre a amplitude dos parâmetros de qualidade do produto

Variável	CavIC	CavTeor
Pó	21,2	17,6
Blaine	---	27,6
Vl.Eq.	34,5	5,3
Rend.	14,3	40,0

Na Tabela 35 podemos observar que o CavIC tem forte influência sobre o valor do Pó, Rend. e Vl.Eq.. O CavTeor também possui forte influência sobre o Pó, o Rend. e o Blaine.

4.6 Estudo da variável operacional Alimentação Diária

4.6.1 Metodologia

O objetivo desta fase dos estudos foi o de verificar as correlações das variáveis com a taxa de alimentação, procurando se isolar o efeito da correlação com o CavIC introduzido pela estratégia operacional.

De modo a evitar os efeitos resultantes da estratégia operacional utilizada, um outro estudo foi realizado a partir da organização da Tabela 8, baseada nas variáveis CavTeor, CavIC e Alimentação Diária. Neste estudo, após a organização dos grupos, conforme apresentado no item 4.5.1, optou-se por trabalhar com as médias dos grupos de modo a minimizar o efeito da dispersão dos dados existentes.

4.6.2 Estudo do efeito da Alimentação Diária

Nos quatro grupos de minérios homogêneos em termos de CavIC e CavTeor, denominados CTaICa, CTaICb, CTbICa e CTbICb, obtidos conforme exposto no item 4.5.1, foram efetuadas as regressões lineares simples para os parâmetros de qualidade do produto Pó, Blaine, Vl.Eq. e Rend., os resultados obtidos constam das Tabelas 21, 22, 23 e 24.

Pode-se observar nestas tabelas que a dispersão dos dados gerados é muito grande. Para minimizar o efeito da dispersão utilizou-se a subdivisão dos grupos, conforme explanado no item 4.5. e, os dados estão apresentados na Tabela 36. Na Tabela 37 temos apresentado um resumo dos coeficientes de correlação das regressões obtidas com os dados da Tabela 36 para as médias destes grupos.

Tabela 37 - Resumo das regressões (variáveis x alimentação) em grupos de minério com CavIC e CavTeor similares

Grupo	Blaine	Pó	TonTO	Vl.Eq.	Rend.
CTaICa	0,17	0,99	0,21	0,89	0,76
CTaICb	0,07	0,86	0,89	0,99	0,37
CTbICa	0,52	0,97	0,96	0,60	0,83
CTbICb	0,55	0,87	0,77	0,999	0,37

fonte: Tab.

Na Tabela 38 são apresentadas as regressões das diversas variáveis e dos parâmetros de qualidade do produto em relação à Alimentação Diária utilizando-se a média dos grupos, que constam das Tabelas 20, 21, 23 e 24.

Tabela 36 - Média dos Grupos Homôgenos para CavTeor e CavC e regressões dos parâmetros de qualidade do produto em função da ali

Média dos grupos CTaCa

Grupo	Alm	Teor	IC	Po	Bleixe	TonTo	CavTeor	CavC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VEq	Rec	Rend
CTaCaAa	12473,50	5,45	443,50	47,35	7243,50	622,50	5,55	527,00	2572,00	0,85	424,00	5,15	71,04	90,58	4,99
CTaCaAm	11634,33	7,73	501,00	45,55	7681,00	799,17	6,52	536,67	3998,00	0,85	487,50	6,18	77,74	88,27	5,87
CTaCaAb	9955,88	8,06	607,72	43,01	7499,00	732,44	6,10	660,17	3104,67	0,77	578,50	5,87	81,76	91,67	7,36
Média	11364,57	7,08	517,41	45,30	7474,50	718,04	6,06	541,28	3257,56	0,82	496,67	6,73	76,85	90,17	6,41

Pó x Alimentação		Bleixe x Alimentação		TonTo x Alimentação		VEq x Alimentação		Rend x Alimentação	
Constant	26,048	Constant	6286,28	Constant	1078,66	Constant	122,120	Constant	16,024
Std Err of Y Est	0,282	Std Err of Y Est	282,497	Std Err of Y Est	112,268	Std Err of Y Est	2,510	Std Err of Y Est	0,874
R Squared	0,992	R Squared	0,174	R Squared	0,208	R Squared	0,892	R Squared	0,756
No. of Observations	3	No. of Observations	3	No. of Observations	3	No. of Observations	3	No. of Observations	3
Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1
X Coefficient(s)	0,0017	X Coefficient(s)	-0,071	X Coefficient(s)	-0,032	X Coefficient(s)	-0,004	X Coefficient(s)	-0,0008
Std Err of Coef	0,0002	Std Err of Coef	0,156	Std Err of Coef	0,062	Std Err of Coef	0,001	Std Err of Coef	0,0005

Média dos grupos CTaCb

Grupo	Alm	Teor	IC	Po	Bleixe	TonTo	CavTeor	CavC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VEq	Rec	Rend
CTaCbAa	12863,75	7,38	375,83	48,48	7417,83	830,17	6,81	371,92	4354,41	0,92	367,75	6,63	64,88	87,91	6,46
CTaCbAm	11897,29	7,81	403,43	48,24	7831,36	808,36	6,35	363,79	3519,21	0,88	396,00	5,71	68,47	89,08	6,79
CTaCbAb	10659,67	6,87	519,00	45,27	7311,00	645,67	5,87	381,00	2991,67	0,73	493,67	5,63	75,60	88,79	6,06
Média	11806,90	7,29	433,09	47,33	7520,06	781,40	6,24	372,23	3686,43	0,84	419,14	5,66	69,61	88,68	6,43

Pó x Alimentação		Bleixe x Alimentação		TonTo x Alimentação		VEq x Alimentação		Rend x Alimentação	
Constant	29,46	Constant	6737,63	Constant	-262,25	Constant	127,62	Constant	4,01
Std Err of Y Est	0,96	Std Err of Y Est	374,88	Std Err of Y Est	48,04	Std Err of Y Est	0,86	Std Err of Y Est	0,42
R Squared	0,86	R Squared	0,07	R Squared	0,09	R Squared	0,99	R Squared	0,37
No. of Observations	3	No. of Observations	3	No. of Observations	3	No. of Observations	3	No. of Observations	3
Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1
X Coefficient(s)	0,002	X Coefficient(s)	0,066	X Coefficient(s)	0,087	X Coefficient(s)	-0,005	X Coefficient(s)	0,0002
Std Err of Coef	0,001	Std Err of Coef	0,242	Std Err of Coef	0,031	Std Err of Coef	0,001	Std Err of Coef	0,0003

Média dos Grupos CTbCa

Grupo	Alm	Teor	IC	Po	Bleixe	TonTo	CavTeor	CavC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VEq	Rec	Rend
CTbCaAa	13262,00	7,37	451,89	49,17	8256,67	887,87	4,37	519,22	3830,22	0,71	450,78	5,28	74,02	91,48	6,59
CTbCaAm	11817,95	6,82	503,15	47,40	8144,23	698,38	4,51	626,85	3780,38	0,78	479,69	4,88	73,54	88,98	6,89
CTbCaAb	10318,31	9,87	551,38	48,39	8574,54	597,31	4,62	631,77	4144,23	0,84	516,82	4,72	78,17	86,75	5,79
Média	11799,38	8,09	502,14	47,65	8326,15	727,12	4,47	526,95	3944,95	0,78	482,36	4,98	74,58	89,04	6,12

Pó x Alimentação		Bleixe x Alimentação		TonTo x Alimentação		VEq x Alimentação		Rend x Alimentação	
Constant	36,553	Constant	9612,78	Constant	-434,29	Constant	83,284	Constant	2,517
Std Err of Y Est	0,331	Std Err of Y Est	219,120	Std Err of Y Est	39,870	Std Err of Y Est	1,268	Std Err of Y Est	0,291
R Squared	0,972	R Squared	0,518	R Squared	0,964	R Squared	0,599	R Squared	0,827
No. of Observations	3	No. of Observations	3	No. of Observations	3	No. of Observations	3	No. of Observations	3
Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1
X Coefficient(s)	0,0009	X Coefficient(s)	-0,109	X Coefficient(s)	0,098	X Coefficient(s)	-0,001	X Coefficient(s)	3,1E-04
Std Err of Coef	0,0002	Std Err of Coef	0,106	Std Err of Coef	0,019	Std Err of Coef	0,001	Std Err of Coef	1,4E-04

Média dos Grupos CTbCb

Grupo	Alm	Teor	IC	Po	Bleixe	TonTo	CavTeor	CavC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VEq	Rec	Rend
CTbCbAa	13591,73	6,62	383,00	52,23	8612,07	792,80	4,33	362,33	3556,47	0,75	383,00	4,92	66,22	88,62	5,83
CTbCbAm	12046,67	7,10	449,33	47,58	7621,50	766,50	4,70	375,00	4182,67	0,73	438,60	6,40	72,11	89,69	6,36
CTbCbAb	10821,25	5,23	518,00	47,18	7831,25	613,00	4,38	433,25	3111,25	0,63	496,25	4,23	76,48	80,75	4,74
Média	12153,22	6,32	449,44	49,03	7986,27	690,77	4,47	390,19	3643,13	0,67	438,92	4,85	71,60	89,62	5,66

Pó x Alimentação		Bleixe x Alimentação		TonTo x Alimentação		VEq x Alimentação		Rend x Alimentação	
Constant	26,260	Constant	4343,01	Constant	-493,04	Constant	116,689	Constant	1,237
Std Err of Y Est	1,409	Std Err of Y Est	533,716	Std Err of Y Est	105,699	Std Err of Y Est	0,140	Std Err of Y Est	0,928
R Squared	0,872	R Squared	0,549	R Squared	0,766	R Squared	1,000	R Squared	0,371
No. of Observations	3	No. of Observations	3	No. of Observations	3	No. of Observations	3	No. of Observations	3
Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1
X Coefficient(s)	0,002	X Coefficient(s)	0,300	X Coefficient(s)	0,097	X Coefficient(s)	-0,0037	X Coefficient(s)	0,0004
Std Err of Coef	0,001	Std Err of Coef	0,272	Std Err of Coef	0,054	Std Err of Coef	0,001	Std Err of Coef	0,0005

Tabela 38 - Regressões para as médias dos grupos homogêneos para CavTeor e CavIC

Grupo	Alim	Teor	IC	Pó	Blaine	TonTo	CavTeor	CavIC	TonRG	TeorRF	ICMBC	TeorMBC	VI.Eq.	Rec	Rend
CTaCa	10536,99	7,78	570,46	43,83	7521,35	739,38	6,15	552,19	3277,08	0,79	545,62	5,68	80,00	80,74	7,02
CTaCb	12168,07	7,44	404,38	48,03	7606,41	800,55	6,37	368,93	3924,03	0,88	394,41	5,67	87,71	88,54	6,58
CTbCa	11632,23	6,83	507,89	47,48	8332,97	708,77	4,49	526,71	3946,63	0,78	485,97	4,93	74,64	88,76	6,08
CTbCb	12777,64	6,51	420,20	50,33	8225,40	741,72	4,43	378,72	3683,72	0,71	414,78	4,92	88,27	89,13	5,80
Média	11778,21	7,14	475,73	47,44	7921,53	747,61	5,35	458,14	3710,37	0,78	460,19	5,35	72,91	89,29	6,37

Pó x Alimentação		Blaine x Alimentação		TonTo x Alimentação	
Constant	14,974	Constant	5236,34	Constant	615,002
Std Err of Y Est	0,475	Std Err of Y Est	435,966	Std Err of Y Est	45,111
R Squared	0,979	R Squared	0,270	R Squared	0,078
No. of Observations	4	No. of Observations	4	No. of Observations	4
Degrees of Freedom	2	Degrees of Freedom	2	Degrees of Freedom	2
X Coefficient(s)	0,0028	X Coefficient(s)	0,228	X Coefficient(s)	0,011
Std Err of Coef	0,0003	Std Err of Coef	0,265	Std Err of Coef	0,027
VI Eq.x Alimentação		Rend.x Alimentação			
Constant	136,811	Constant	11,787		
Std Err of Y Est	2,528	Std Err of Y Est	0,378		
R Squared	0,853	R Squared	0,667		
No. of Observations	4	No. of Observations	4		
Degrees of Freedom	2	Degrees of Freedom	2		
X Coefficient(s)	-0,005	X Coefficient(s)	-4,6E-04		
Std Err of Coef	0,002	Std Err of Coef	2,3E-04		

Dividindo-se em subgrupos e limitando-se por faixas de alimentação, verifica-se que as correlações melhoraram sensivelmente, e como se pode verificar na Tabela 39, as médias de CavIC e CavTeor apresentam diferenças para os diversos grupos, o que pode induzir a uma falsa correlação das variáveis com a Alimentação Diária, devido à relação existente entre CavIC e a Alimentação por motivos operacionais, conforme comentado.

Para corrigir este efeito nas médias dos grupos, foram refeitas as regressões das variáveis com as correções necessárias, baseadas nas equações do item anterior, e cujos dados constam da Tabela 39. Um resumo dos coeficientes de correlação das variáveis corrigidas por grupos está apresentado na Tabela 40.

Vale ressaltar que as correções das variáveis Pó, Blaine, Vl.Eq. e Rend., conforme Tabela 39, introduziram pouca diferença nos valores das regressões obtidas anteriormente.

Tabela 40 - Resumo das regressões (variáveis x alimentação) em grupos de minério com CavIC e CavTeor similares utilizando as variáveis corrigidas

Grupo	Blaine	Pó	TonTo	Vl.Eq.	Rend.
CTaICa	0,10	0,92	----	0,88	0,75
CTaICb	0,32	0,91	----	0,997	0,07
CTbICa	0,65	0,98	----	0,34	0,83
CTbICb	0,64	0,75	----	0,94	0,49

fonte: Tab.39

Tabela 39 - Regressões dos grupos para Cav/C e Cav/Teor similares subdivididos em três faixas de alimentação

Média dos Grupos CTaCaA(a.m.b)												
Grupo	Alim	Teor	IC	Pó	Pó Cor.	Blaine	Blaine Cor.	TonTo	Cav/Teor	Cav/C	Teor/F	Rend.
CTaCaA	12473.50	5.45	443.50	47.35	48.28	7243.50	7046.61	822.50	5.55	527.00	2872.00	5.15
CTaCaA	11654.33	7.73	501.00	45.55	48.14	7243.50	7445.98	798.17	6.52	538.87	3868.00	6.18
CTaCaA	9855.88	8.08	607.72	43.01	43.49	7243.50	7293.53	732.44	6.10	563.17	3104.67	6.77
Média	11354.57	7.08	517.41	45.30	45.30	7243.50	7256.71	718.04	6.08	541.29	2957.58	6.37

Média dos Grupos CTaCbA(a.m.b)												
Grupo	Alim	Teor	IC	Pó	Pó Cor.	Blaine	Blaine Cor.	TonTo	Cav/Teor	Cav/C	Teor/F	Rend.
CTaCbA	12823.75	7.39	376.83	48.48	48.87	7417.89	7521.89	800.17	6.51	371.52	4654.42	6.33
CTaCbA	11897.28	7.61	403.43	48.24	48.22	7531.36	7873.35	800.36	6.35	363.79	3518.21	6.88
CTaCbA	10688.87	8.87	518.00	45.27	44.90	7311.00	7164.96	845.87	5.87	391.00	2891.67	6.73
Média	11808.90	7.29	433.08	47.33	47.33	7520.08	7520.08	781.40	6.24	372.23	3688.43	6.64

Média dos Grupos CTbCaA(a.m.b)												
Grupo	Alim	Teor	IC	Pó	Pó Cor.	Blaine	Blaine Cor.	TonTo	Cav/Teor	Cav/C	Teor/F	Rend.
CTbCaA	13282.00	7.37	451.88	48.17	48.87	8258.67	8218.05	887.67	4.37	518.22	3830.22	6.71
CTbCaA	11817.85	6.62	503.15	47.40	47.48	8144.23	8163.94	888.36	4.51	508.85	3760.38	6.74
CTbCaA	10318.31	6.87	551.38	46.39	46.61	8574.54	8658.94	897.31	4.52	521.77	4144.23	6.84
Média	11788.38	6.89	502.14	47.65	47.65	8325.15	8325.15	727.12	4.47	525.95	3944.95	6.78

Média dos Grupos CTbCbA(a.m.b)												
Grupo	Alim	Teor	IC	Pó	Pó Cor.	Blaine	Blaine Cor.	TonTo	Cav/Teor	Cav/C	Teor/F	Rend.
CTbCbA	13591.73	6.62	383.00	52.23	51.42	8812.07	8553.06	792.80	4.33	382.33	3888.47	6.75
CTbCbA	12048.67	7.10	448.33	47.68	47.69	7521.50	7811.29	768.50	4.70	375.00	4152.67	6.73
CTbCbA	10821.25	5.23	516.00	47.18	47.08	7931.25	7794.47	913.00	4.38	433.25	3111.25	6.53
Média	12153.22	6.32	448.44	48.03	48.03	7938.27	7938.27	807.77	4.47	380.19	3943.13	6.67

Média dos Grupos CTbCbA(a.m.b)												
Grupo	Alim	Teor	IC	Pó	Pó Cor.	Blaine	Blaine Cor.	TonTo	Cav/Teor	Cav/C	Teor/F	Rend.
CTbCbA	12473.50	5.45	443.50	47.35	48.28	7243.50	7046.61	822.50	5.55	527.00	2872.00	5.15
CTbCbA	11654.33	7.73	501.00	45.55	48.14	7243.50	7445.98	798.17	6.52	538.87	3868.00	6.18
CTbCbA	9855.88	8.08	607.72	43.01	43.49	7243.50	7293.53	732.44	6.10	563.17	3104.67	6.77
Média	11354.57	7.08	517.41	45.30	45.30	7243.50	7256.71	718.04	6.08	541.29	2957.58	6.37

Média dos Grupos CTbCbA(a.m.b)												
Grupo	Alim	Teor	IC	Pó	Pó Cor.	Blaine	Blaine Cor.	TonTo	Cav/Teor	Cav/C	Teor/F	Rend.
CTbCbA	12473.50	5.45	443.50	47.35	48.28	7243.50	7046.61	822.50	5.55	527.00	2872.00	5.15
CTbCbA	11654.33	7.73	501.00	45.55	48.14	7243.50	7445.98	798.17	6.52	538.87	3868.00	6.18
CTbCbA	9855.88	8.08	607.72	43.01	43.49	7243.50	7293.53	732.44	6.10	563.17	3104.67	6.77
Média	11354.57	7.08	517.41	45.30	45.30	7243.50	7256.71	718.04	6.08	541.29	2957.58	6.37

Média dos Grupos CTbCbA(a.m.b)												
Grupo	Alim	Teor	IC	Pó	Pó Cor.	Blaine	Blaine Cor.	TonTo	Cav/Teor	Cav/C	Teor/F	Rend.
CTbCbA	12473.50	5.45	443.50	47.35	48.28	7243.50	7046.61	822.50	5.55	527.00	2872.00	5.15
CTbCbA	11654.33	7.73	501.00	45.55	48.14	7243.50	7445.98	798.17	6.52	538.87	3868.00	6.18
CTbCbA	9855.88	8.08	607.72	43.01	43.49	7243.50	7293.53	732.44	6.10	563.17	3104.67	6.77
Média	11354.57	7.08	517.41	45.30	45.30	7243.50	7256.71	718.04	6.08	541.29	2957.58	6.37

Média dos Grupos CTbCbA(a.m.b)												
Grupo	Alim	Teor	IC	Pó	Pó Cor.	Blaine	Blaine Cor.	TonTo	Cav/Teor	Cav/C	Teor/F	Rend.
CTbCbA	12473.50	5.45	443.50	47.35	48.28	7243.50	7046.61	822.50	5.55	527.00	2872.00	5.15
CTbCbA	11654.33	7.73	501.00	45.55	48.14	7243.50	7445.98	798.17	6.52	538.87	3868.00	6.18
CTbCbA	9855.88	8.08	607.72	43.01	43.49	7243.50	7293.53	732.44	6.10	563.17	3104.67	6.77
Média	11354.57	7.08	517.41	45.30	45.30	7243.50	7256.71	718.04	6.08	541.29	2957.58	6.37

Média dos Grupos CTbCbA(a.m.b)												
Grupo	Alim	Teor	IC	Pó	Pó Cor.	Blaine	Blaine Cor.	TonTo	Cav/Teor	Cav/C	Teor/F	Rend.
CTbCbA	12473.50	5.45	443.50	47.35	48.28	7243.50	7046.61	822.50	5.55	527.00	2872.00	5.15
CTbCbA	11654.33	7.73	501.00	45.55	48.14	7243.50	7445.98	798.17	6.52	538.87	3868.00	6.18
CTbCbA	9855.88	8.08	607.72	43.01	43.49	7243.50	7293.53	732.44	6.10	563.17	3104.67	6.77
Média	11354.57	7.08	517.41	45.30	45.30	7243.50	7256.71	718.04	6.08	541.29	2957.58	6.37

Média dos Grupos CTbCbA(a.m.b)												
Grupo	Alim	Teor	IC	Pó	Pó Cor.	Blaine	Blaine Cor.	TonTo	Cav/Teor	Cav/C	Teor/F	Rend.
CTbCbA	12473.50	5.45	443.50	47.35	48.28	7243.50	7046.61	822.50	5.55	527.00	2872.00	5.15
CTbCbA	11654.33	7.73	501.00	45.55	48.14	7243.50	7445.98	798.17	6.52	538.87	3868.00	6.18
CTbCbA	9855.88	8.08	607.72	43.01	43.49	7243.50	7293.53	732.44	6.10	563.17	3104.67	6.77
Média	11354.57	7.08	517.41	45.30	45.30	7243.50	7256.71	718.04	6.08	541.29	2957.58	6.37

Fonte: Tabela 28

Na Tabela 41 temos apresentado um resumo dos coeficientes das regressões em função da alimentação.

Tabela 41 - Resumo dos coeficientes de correlação em função da Alimentação Diária

GRUPO		CTaICa		CTaICb		CTbICa		CTbICb	
Parâmetro	coef.	valor	erro	valor	erro	valor	erro	valor	erro
Pó	Alimentação	0,0012	0,0003 r2=0,92	0,002	0,001 r2=0,91	0,000	0,000 r2=0,98	0,001	0,00075 r2=0,75
Blaine	Alimentação	-0,067	0,142 r2=0,18	0,182	0,267 r2=0,32	-0,130	0,095 r2=0,65	0,290	0,216 r2=0,64
Vl.Eq.	Alimentação	-0,0032	0,0012 r2=0,88	-0,005	0,0003 r2=0,99 7	-0,0005	0,0006 r2=0,34	-0,0023	0,0006 r2=0,94
Rend. *	Alimentação	-0,0008	0,0005 r2=0,75	0,0001	0,0003 r2=0,07	0,0003	0,0002 r2=0,83	0,0004	0,0004 r2=0,49

NOTA 1 - Regressões: variável = $a_0 + a_1 * CavTeor + a_2 * CavIC$

NOTA 2 - * Rendimento com valor corrigido do Tonfo para o grupo CTaICaAa

Comparando-se os coeficientes com os erros que os afetam, pode-se concluir que não existe uma diferença significativa entre os quatro grupos para os quatro parâmetros de qualidade do produto estudados, e portanto os parâmetros são praticamente independentes dos grupos.

Face à independência verificada foi possível compor os diversos grupos e realizar uma única regressão no global, conforme a Tabela 42, obtendo-se as seguintes expressões para as variáveis estudadas em função da alimentação:

1. Pó = 30,01 + 0,00147 * alimentação ($r^2=0,99$)
2. Blaine = 7484,3 + 0,029 * alimentação ($r^2=0,62$)
3. Vl.Eq. = 111,31 - 0,0032 * alimentação ($r^2 \sim 1$)
4. Rend. = 5,990 \sim 0,0000 * alimentação ($r^2 \sim 0$)

Tabela 42 - Regressões das variáveis de controle em função de três níveis de alimentação para o "Grupo Glob

Grupo	Alim	Teor	IC	Pó	Blaine	TonTo	CavTeor	CavIC	TonRG	TeorHF	ICMBC	TeorMBC	VI Eq.	Rec	Rend
Média a	13045,25	6,71	413,81	49,31	7882,52	783,28	5,19	445,12	3730,53	0,81	408,38	5,25	69,04	89,65	5,89
Média m	11849,03	7,27	464,23	47,22	7794,52	767,60	5,52	450,57	3857,07	0,81	450,42	5,54	72,98	89,94	6,48
Média b	10441,28	6,71	548,53	45,46	7803,55	622,10	5,22	475,55	3312,95	0,72	521,76	5,11	77,48	89,46	5,98
Média	11778,52	6,89	475,52	47,33	7827,00	724,33	5,31	457,41	3633,52	0,78	459,52	5,30	73,16	89,35	6,15

Pó x Alimentação		Blaine x Alimentação		TonTo x Alimentação	
Constant	30,015	Constant	7484,30	Constant	-18,995
Std Err of Y Est	0,262	Std Err of Y Est	42,332	Std Err of Y Est	47,589
R Squared	0,991	R Squared	0,618	R Squared	0,857
No. of Observations	3	No. of Observations	3	No. of Observations	3
Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1
X Coefficient(s)	0,0015	X Coefficient(s)	0,009	X Coefficient(s)	0,063
Std Err of Coef.	0,0001	Std Err of Coef.	0,003	Std Err of Coef.	0,026
VI Eq x Alimentação		Rend x Alimentação		TonRG x Alimentação	
Constant	111,313	Constant	5,990	Constant	1666,87
Std Err of Y Est	0,041	Std Err of Y Est	0,400	Std Err of Y Est	259,660
R Squared	1,000	R Squared	0,004	R Squared	0,584
No. of Observations	3	No. of Observations	3	No. of Observations	3
Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1	Degrees of Freedom	1
X Coefficient(s)	-3,2E-03	X Coefficient(s)	1,4E-05	X Coefficient(s)	0,187
Std Err of Coef.	2,2E-05	Std Err of Coef.	2,2E-04	Std Err of Coef.	0,141

4.6.3 Comentários

Da análise das equações obtidas, podemos verificar a influência da alimentação sobre a amplitude dos parâmetros de qualidade do produto, conforme exposto na Tabela 43.

Tabela 43 - Influência da variável Alimentação Diária sobre a amplitude dos parâmetros de qualidade de produto

Parâmetro	Alimentação
Pó	21,8
Blaine	2,6
Vl. Eq.	30,8
Rend.	0,0

Observa-se que a alimentação tem forte influência sobre o Pó e o Vl. Eq., não exercendo praticamente nenhuma influência sobre os parâmetros Blaine e Rendimento.

Do estudo realizado, no qual corrigiu-se o efeito do CavIC e CavTeor nos parâmetros de qualidade do produto, temos o efeito remanescente da alimentação como um fator de processo, isolando-se o efeito operacional da taxa de alimentação devido à correlação desta com o CavIC.

4.7 Estudo do efeito conjunto das variáveis do minério CavTeor e CavIC e da variável operacional Alimentação Diária.

4.7.1 Metodologia

O objetivo principal foi obter equações para as diversas variáveis estudadas do tipo:

$$y(i) = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_{12}X_1 * X_2 + a_{13}X_1 * X_3 + a_{23}X_2 * X_3 + a_{11}X_1^2 + a_{22}X_2^2 + a_{33}X_3^2 + \sigma_i$$

onde qualquer variável y pode ser expressa matematicamente em função das variáveis base: X_1 (Alimentação Diária), X_2 (CavTeor) e X_3 (CavIC) e suas interações, seus termos quadráticos. O parâmetro σ_i indica o desvio dos valores reais dos valores calculados e representa o efeito de outras variáveis não consideradas além dos erros de análise, processamento, etc.

Estimou-se o efeito das variáveis CavIC, CavTeor e Alimentação Diária, sobre os parâmetros de qualidade do produto Blaine, Pó, Vl.Eq. e Rendimento através da sistemática de adição das diversas equações, obtidas nos itens 4.5 e 4.6, ou seja, para a estimativa dos parâmetros de qualidade do produto Pó, Blaine, Vl.Eq. e Rend., utilizou-se o efeito independente das variáveis CavIC e CavTeor e da Alimentação Diária.

Para cada parâmetro de qualidade de produto, somou-se as duas equações, sendo a constante K , determinada para as condições médias de operação, obtidas na Tabela 8. Esta composição de equações é permitida pois, conforme já verificado anteriormente, as variáveis são independentes.

4.7.2 Comentários

Desta forma, pela sistemática de cálculo adotada, válida para condições operacionais médias, indicam-se as equações para a estimativa dos parâmetros de qualidade do produto:

1. Pó = $48,22 - 1,49 \cdot \text{CavTeor} - 0,022 \cdot \text{CavIC} + 0,00147 \cdot \text{Alimentação}$
2. Blaine = $9673,47 - 389,45 \cdot \text{CavTeor} + 0,029 \cdot \text{Alimentação}$
3. Vl.Eq. = $81,66 + 0,684 \cdot \text{CavTeor} + 0,055 \cdot \text{CavIC} - 0,0032 \cdot \text{Alimentação}$
4. Rend. = $3,03 + 0,455 \cdot \text{CavTeor} + 0,002 \cdot \text{CavIC}$

A partir desta sistemática retomaram-se os valores do banco de dados, constantes da Tabela 8, para análise dos desvios entre os valores do banco de dados e os valores estimados pelas equações obtidas nesta sistemática de cálculo, conforme apresentado no item 4.8.

4.8 Estudo dos desvios dos parâmetros de qualidade do produto Pó, Blaine, Vl.Eq. e Rendimento

4.8.1 Metodologia

Tendo por objetivo verificar a variação global, que é devida às variáveis primárias Alimentação Diária, CavIC e CavTeor, para cada um dos parâmetros de qualidade do produto, retomou-se o banco de dados constante da Tabela 8, e verificou-se a variação entre os valores de teste e os valores calculados para cada um destes parâmetros Pó, Blaine, Rendimento e Vl.Eq., para estudo da performance da usina.

Para cada um dos parâmetros de qualidade do produto Pó, Blaine, Vl.Eq. e Rend. da Tabela 8, estimaram-se os resultados com base nas equações obtidas no item 4.7, onde cada valor é dependente de CavIC, CavTeor e Alimentação Diária.

Para cada dia de operação da usina calculou-se a variação entre o valor estimado pelas equações obtidas nas regressões e o valor efetivamente medido. Os dados estão apresentados na Tabela 44.

4.8.2 Aplicabilidade das Equações

Para cada conjunto de dados, calculou-se os valores da média e o desvio padrão. Um resumo desses valores está apresentado na Tabela 45.

Tabela 45 - Desvios Padrão das diferenças entre os valores de teste e os valores calculadas.

Parâmetro	Valor Médio	Desvio Padrão	% do coef. da diferença
Pó	47,94	+ - 2,94	6,13
Blaine	7886,6	+ - 950,11	12,1
Vl.Eq.	72,94	+ - 6,31	8,6
Rend.	6,37	+ - 1,13	17,7

4.3.3 Comentários

Para os quatro parâmetros de qualidade do produto, podemos verificar a diferença entre a variância total do banco de dados e a variância residual após a consideração dos efeitos dos fatores estudados CavIC, CavTeor e Alimentação Diária, conforme apresentado na Tabela 46.

Tabela 46 - Relação entre Variâncias Total e Residual

Parâmetro de Qualidade do Produto	Variância Total	Variância Residual	Porcentagem
Pó	16,6	8,6	51,8
Blaine	$682 \cdot 10^3$	$484 \cdot 10^3$	71,0
Vl.Eq.	62,1	39,9	64,3
Rend.	1,66	1,27	76,5

fonte: Tabela 44

Como se pode observar, os efeitos dos parâmetros de qualidade consideradas somente corrigiram 48,2% no caso do Pó e até 23,5% no caso do Rend.

Deve-se observar que a variância residual deve-se provavelmente a quatro fatores principais:

1. erros de amostragem;
2. erros de análise;
3. características de operação não consideradas.
4. características do minério não consideradas;

As variações decorrentes de erros de amostragem ou de análise podem ser muito importantes na variação residual devido às diferenças de amostragem e complexidade do procedimento analítico. Para procurar minimizá-los, deve-se considerar que:

- . Erros de amostragem: amostra representativa é aquela cujos elementos representam de acordo com critérios estatísticos, a população que lhe deu origem. (38)

A representatividade de uma amostra pode ser prejudicada por vários tipos de erros, destacando-se:

- . erros de operação dos amostradores;
- . erros de segregação;
- . erros de integração;
- . erro fundamental (massa mínima capaz de representar estatisticamente uma população. (38)

- . Erros de Análise: a forma de se minimizar erros de análise seria melhorar o processamento da amostra, e/ou realizar um maior número de determinações e reavaliar o procedimento analítico.

Para a identificação de possíveis variáveis operacionais não consideradas, fez-se a análise dos dias de operação em que os valores estimados mais se distanciaram dos valores reais, conforme expõe-se no item 4.9.

Para avaliar características dos minérios não consideradas nestes estudos, fez-se uma análise da fragilidade dos minerais constituintes dos diferentes tipos de minérios, conforme exposto no item 4.10.

4.9 Avaliação das Características de Operação

4.9.1 Metodologia

A partir das diferenças dos valores calculados e dos valores de teste, cujos resultados foram considerados satisfatórios para uma primeira análise, plotaram-se os desvios dos parâmetros de qualidade por dia de operação, conforme apresentado nas Figuras 16 a 19.

Nestes gráficos podemos observar que em alguns deles os valores das parâmetros de qualidade do produto calculados distanciaram-se muito dos valores de teste.

Para uma análise destes desvios fez-se uma avaliação qualitativa dos resultados conforme apresentado no item 4.9.2.

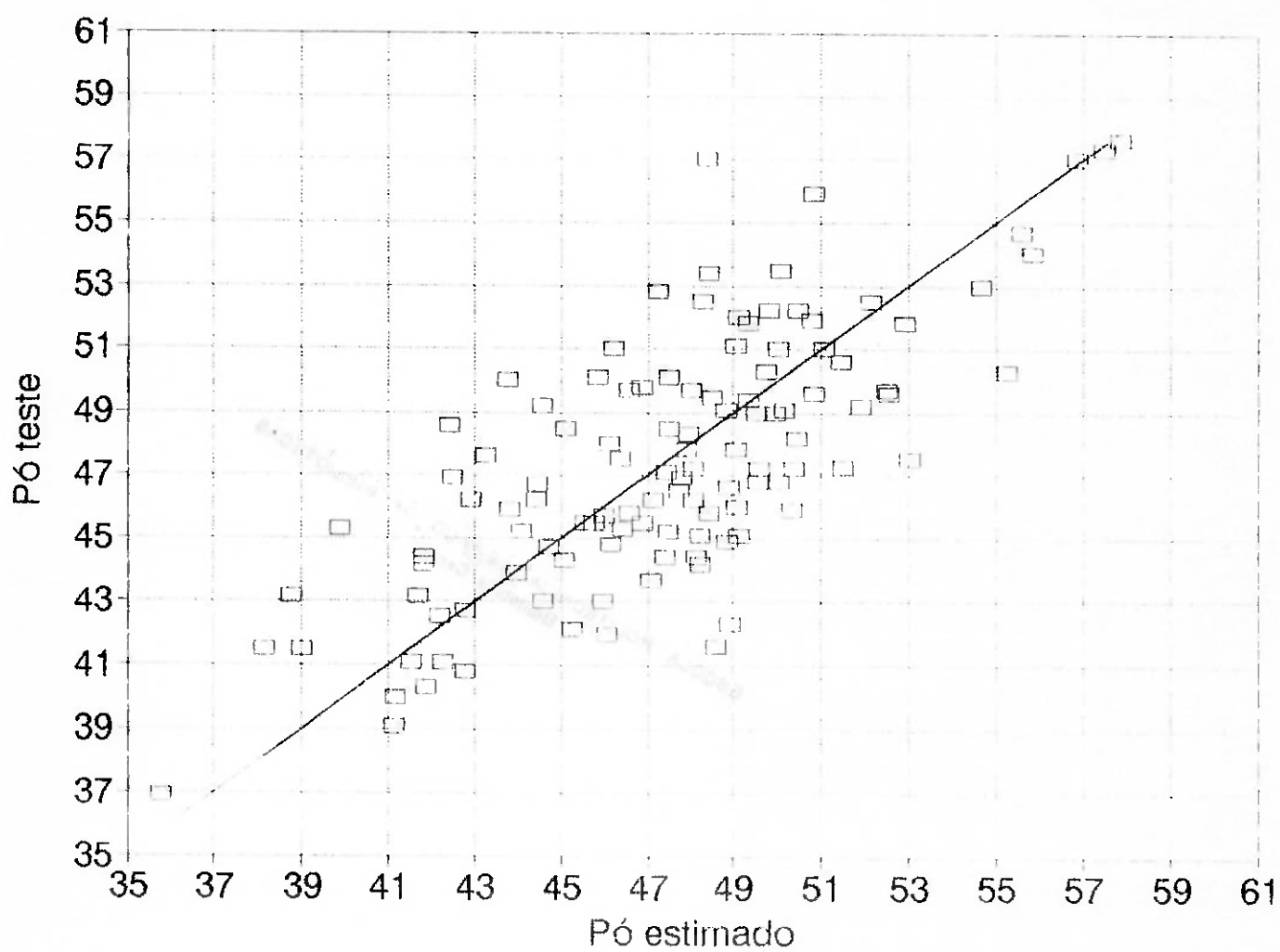


Figura 16 - Desvio do Pó - Pó teste x Pó estimado por dia de operação

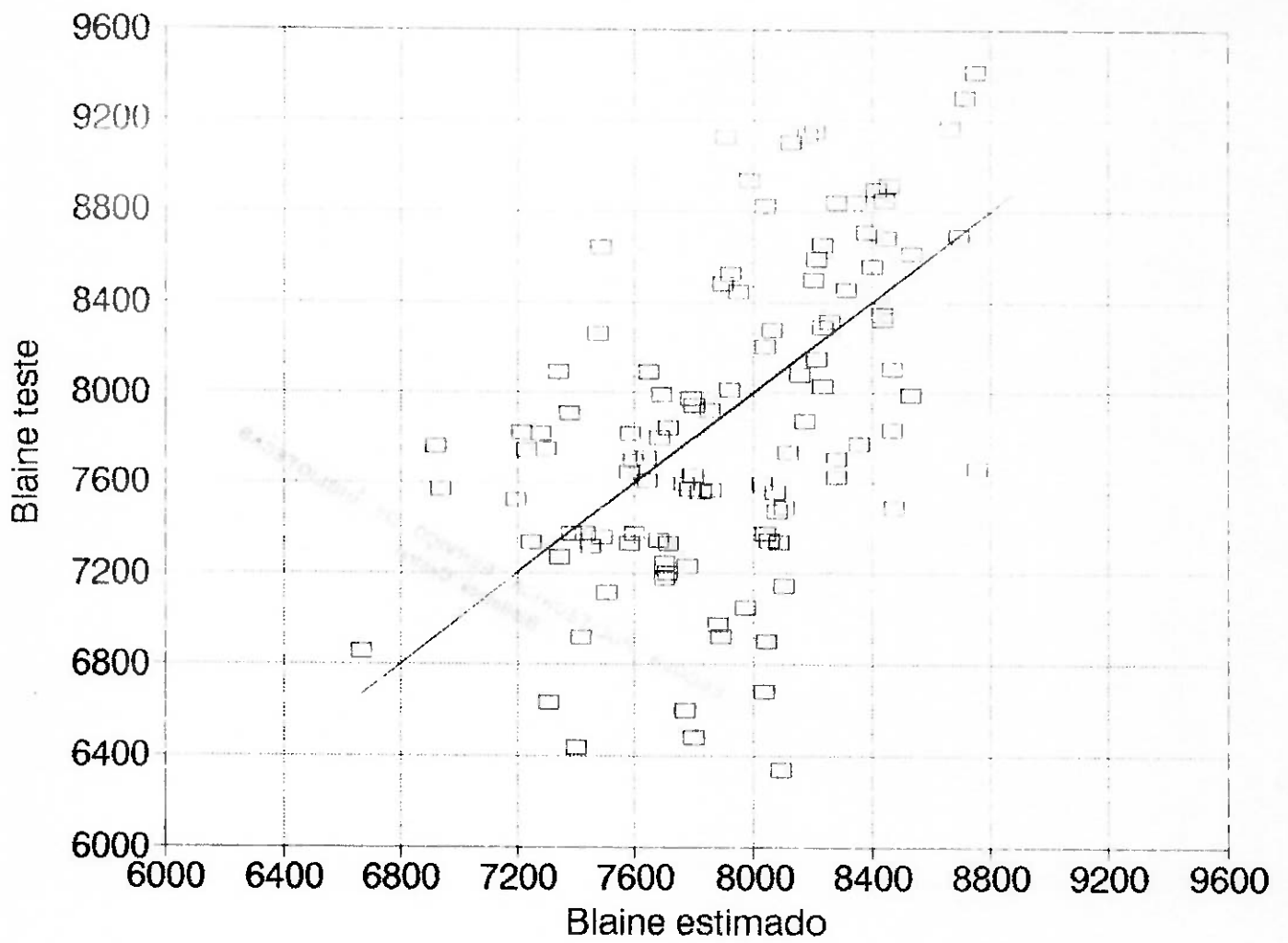


Figura 17 - Desvio do Blaine - Blaine teste x Blaine estimado por dia de operação

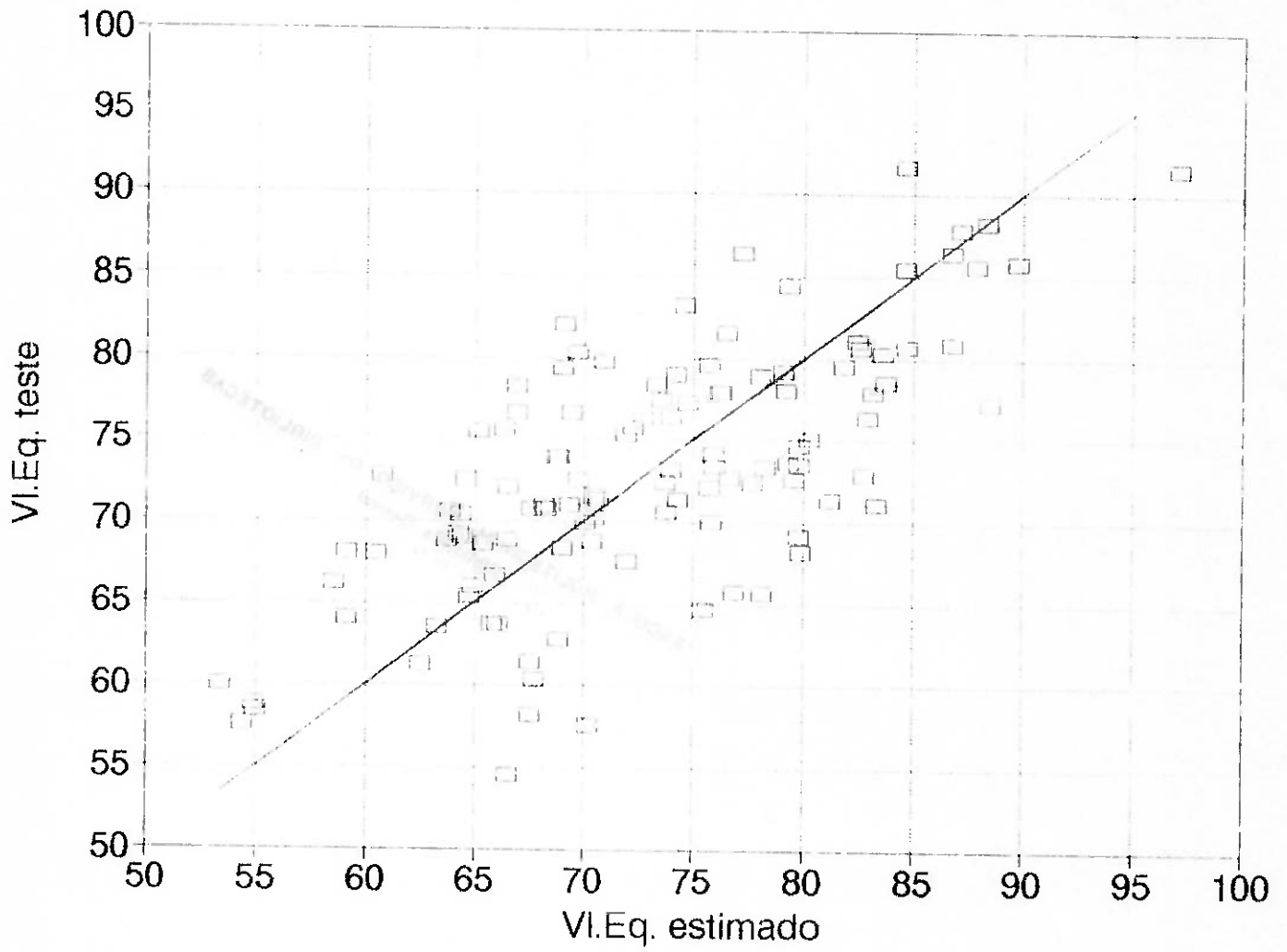


Figura 18 - Desvio do VI.Eq. - VI.Eq. teste x VI.Eq. estimado por dia de operação

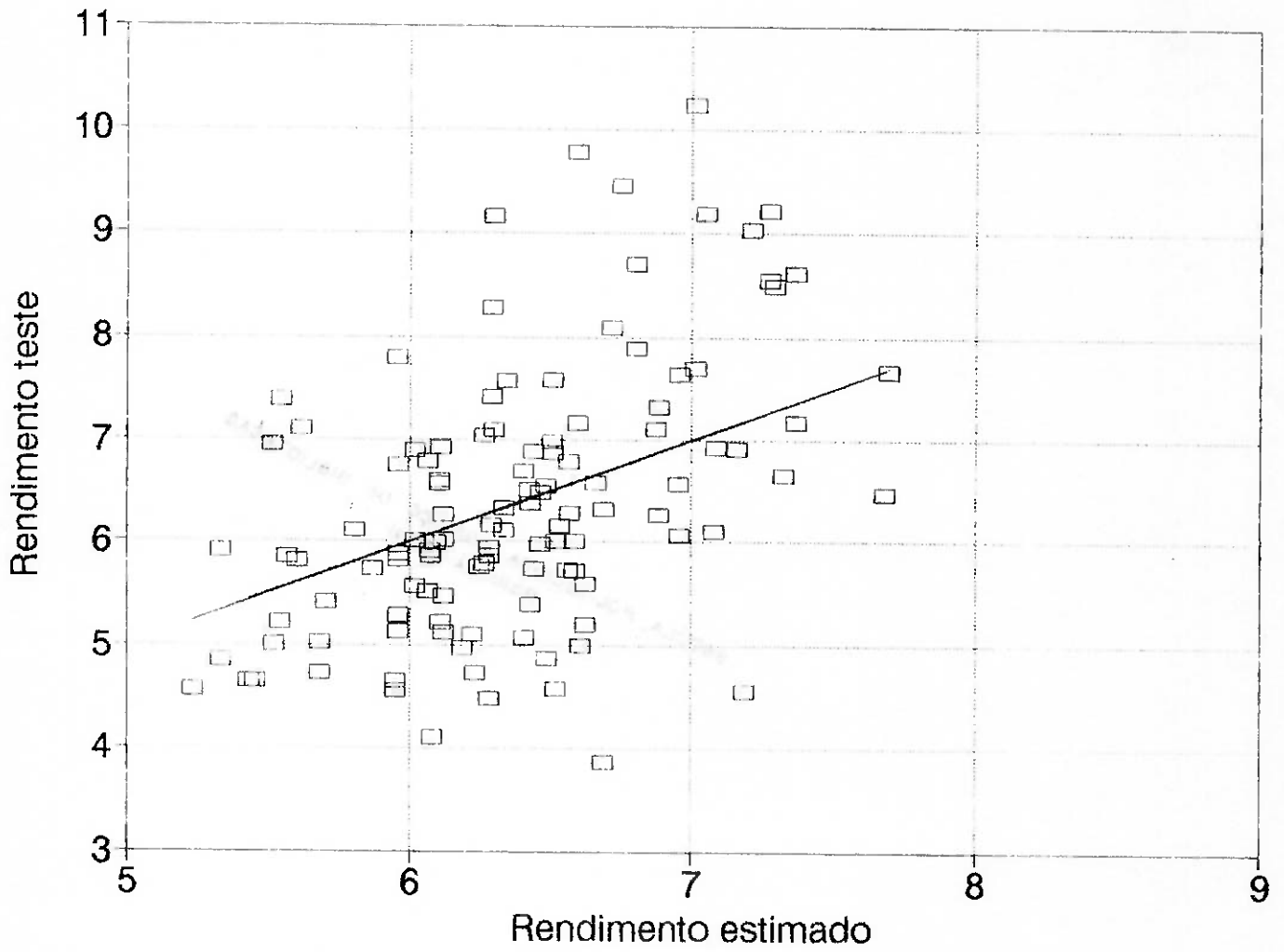


Figura 19 - Desvio do Rend. - Rend. teste x Rend. estimado por dia de operação

4.9.2 Classificação dos resultados

Para uma classificação qualitativa dos dias de operação nos quais os valores permaneceram acima, abaixo ou numa faixa média dos valores calculados, processaram-se os dados a partir da Tabela 44, conforme explanado em seqüência.

Ordenou-se a Tabela 44 pelos valores de desvio do Pó (valores de teste menos valores calculados), e classificaram-se os resultados em três níveis, considerando-se a faixa de operação média aquela na qual os valores de desvio situaram-se em mais ou menos 2 pontos.

Ordenou-se a mesma Tabela 44, pelos valores de desvio do Blaine (valores de teste menos valores calculados), e classificaram-se os resultados em três níveis considerando-se a faixa de operação média aquela na qual os valores de desvio situaram-se em mais ou menos 800 pontos.

A partir da Tabela 44, ordenaram-se os valores de desvio do Vl.Eq. (valores de teste menos valores calculados), e classificaram-se os resultados em três níveis, considerando-se a faixa de operação média aquela na qual os valores de desvio situaram-se em mais ou menos 8 pontos.

A partir da Tabela 44, ordenaram-se os valores de desvio do Rend. (valores de teste menos valores calculados), e classificaram-se os resultados em três níveis, considerando-se a faixa de operação média aquela na qual os valores de desvio situaram-se em mais ou menos 1 ponto.

De posse da ordenação e divisão da Tabela 44, reordenou-se esta em função da data de operação, assinalando-se com os sinais:

- (+) para os desvios cujos valores estimados ficaram abaixo da faixa média;
- (média) para os desvios cujos valores estimados se situaram na faixa média;
- (-) para os desvios cujos valores estimados se situaram acima da faixa média.

Lembramos que as variações observadas distanciando os valores tanto acima como abaixo de um valor médio aceitável, podem ser devidas a outros fatores de erro, e conforme já comentado este fator deverá ser melhor investigado.

Como auxílio para verificar a tendência dos resultados, calcularam-se as médias móveis (média de 10 dias), as quais minimizam a aleatoriedade dos resultados, conforme pode ser visualizado nas Figuras 20 a 23.

Os resultados da análise qualitativa dos desvios estão apresentados na Tabela 47.

Nos dados constantes da Tabela 47, assinalou-se as datas em que a operação processou-se dentro da faixa média definida anteriormente para os quatro parâmetros de qualidade do produto Pó, Blaine, Vl.Eq. e Rend. e os períodos de interesse para estudos complementares.

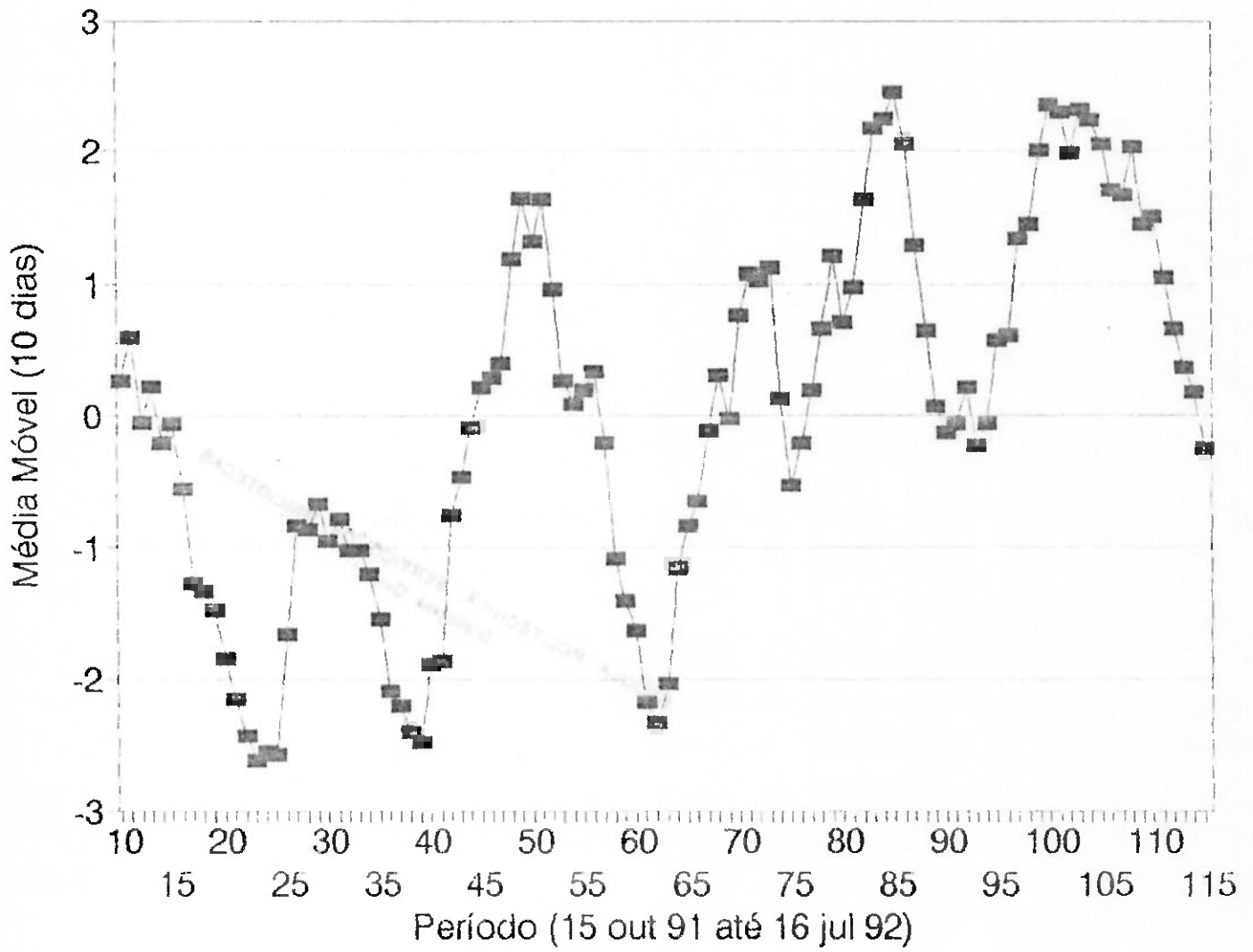


Figura 20 - Média Móvel do Desvio do Pó (10 dias)

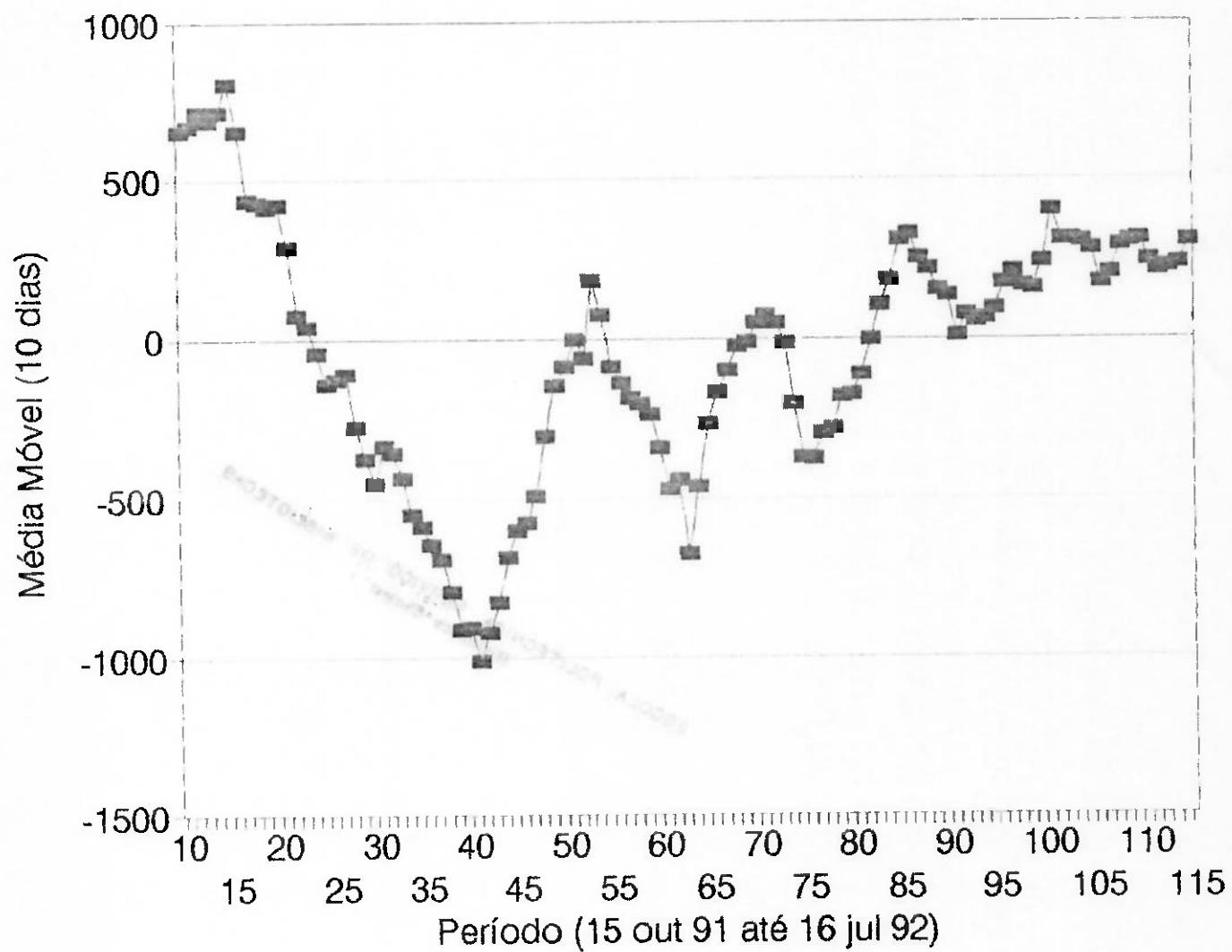


Figura 21 - Média Móvel do Desvio do Blaine (10 dias)

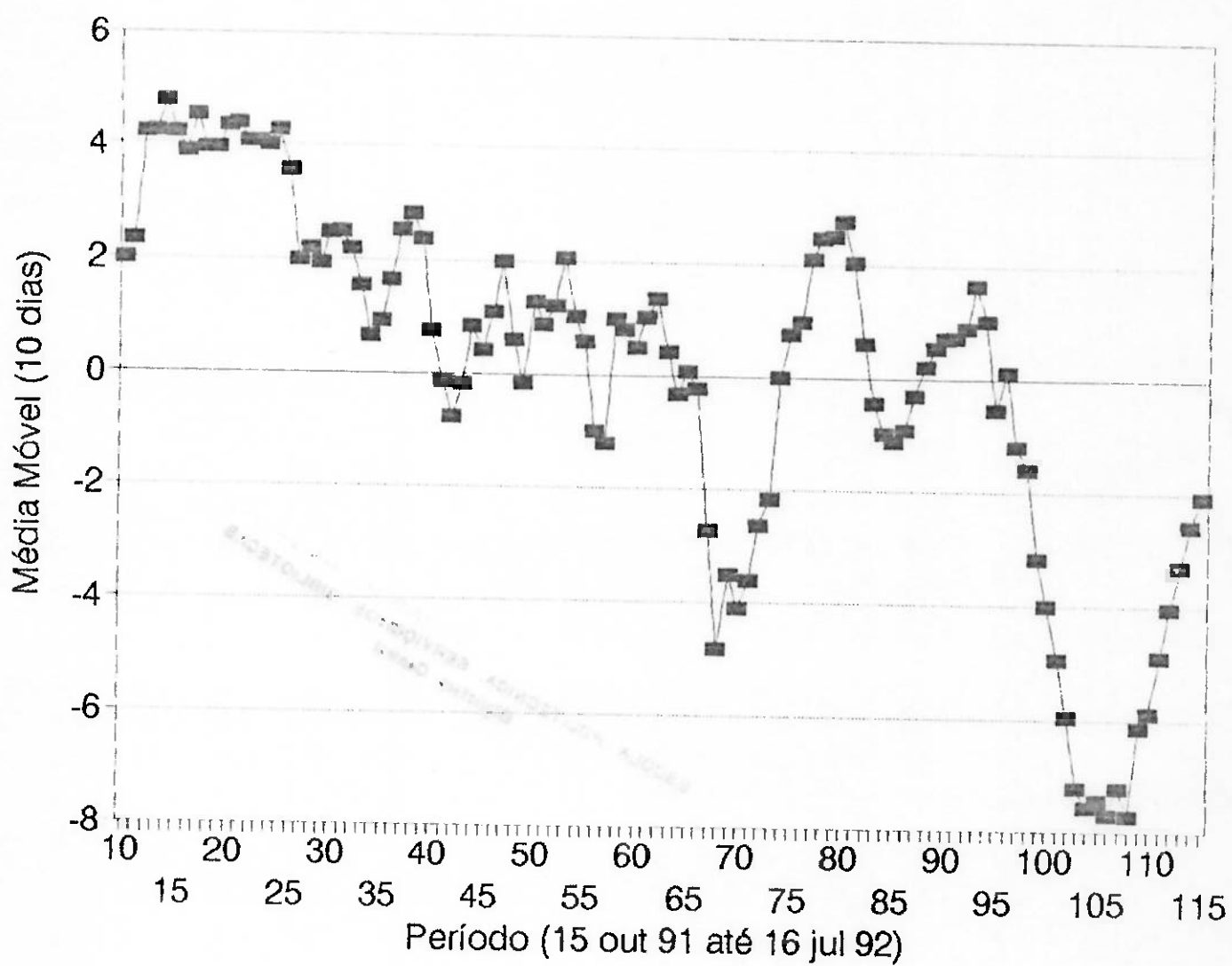


Figura 22 - Média Móvel do Desvio do VI.Eq. (10 dias)

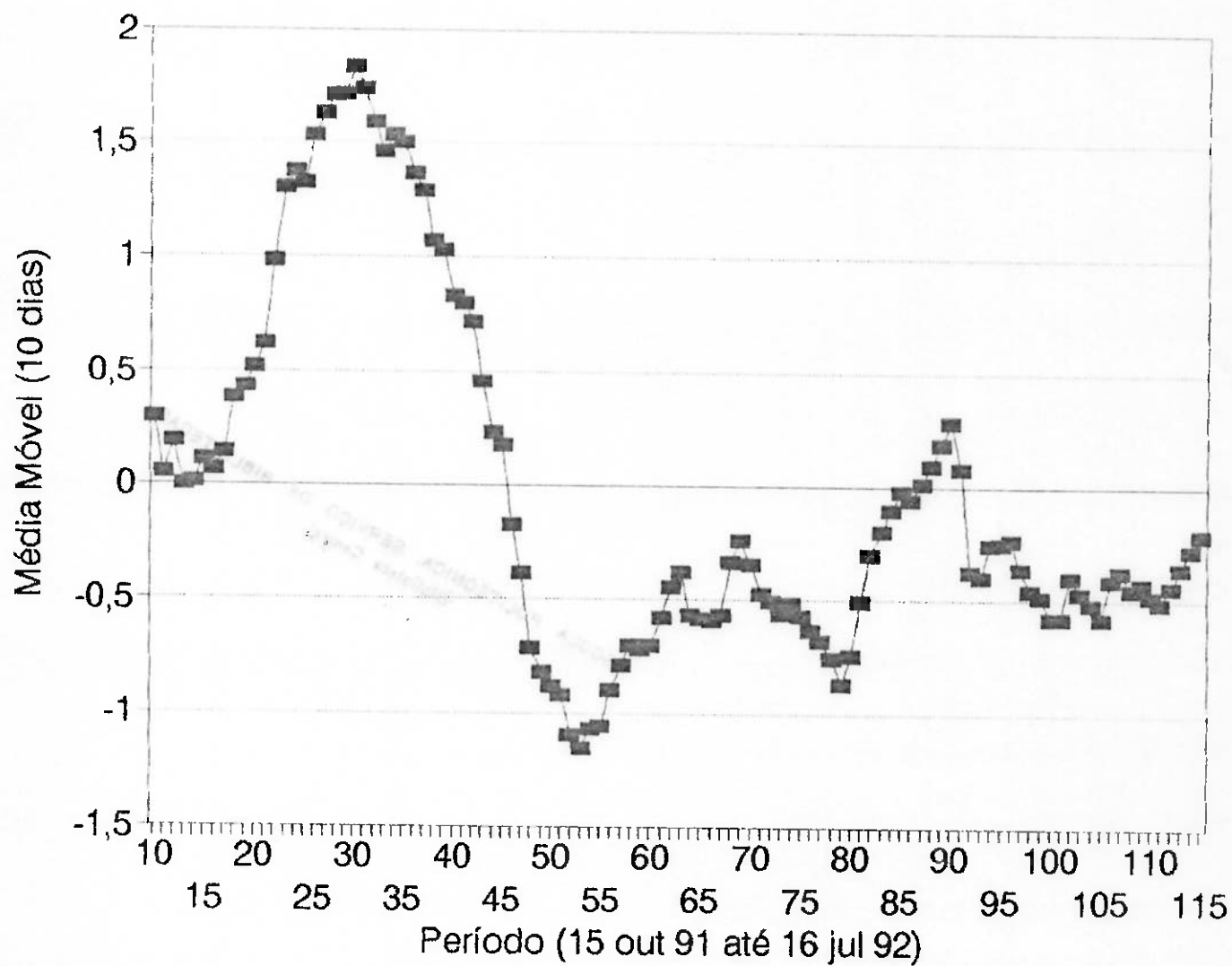


Figura 23 - Média Móvel do Desvio do Rend. (10 dias)

Tabela 47/48 - Classificação qualitativa dos parâmetros de qualidade do produto por dia de operação e retorno das operações com prioridade para análise

Grupo global								Grupos com prioridade para análise no banco									
Num	De	Atm	Cav Terc	CavC	Op Qual P2	Op Qual MEI	Op Qual Fanz	Num	De	Atm	Cav Terc	CavC	Op Qual P2	Op Qual MEI	Op Qual Fanz		
1	1610	10009	0.9	441	Médo	Médo	+	26	1911	8001	0.5	574	+	Médo	Médo		
2	1619	8040	4.5	981	+	+	+	27	2011	8145	0.4	875	Médo	Médo	Médo		
3	1710	10009	4.2	608	Médo	Médo	+	28	2211	8002	0.6	640	Médo	Médo	Médo		
4	2010	14181	4.9	536	+	Médo	Médo	29	2310	11004	0.0	494	Médo	Médo	+		
5	2110	10031	4.2	421	Médo	Médo	Médo	30	2411	10010	0.9	404	Médo	+	+		
6	2410	12703	4.9	330	Médo	+	+	31	2511	13449	0.9	370	Médo	Médo	Médo		
7	2510	10463	4.0	334	Médo	+	Médo	32	2611	12008	4.0	350	Médo	Médo	+		
8	2610	09175	2.6	390	Médo	Médo	Médo	33	2711	11802	0.7	607	Médo	Médo	+		
9	2710	23003	3.5	260	Médo	Médo	Médo	34	2811	10005	0.9	670	Médo	Médo	+		
10	2810	14281	4.3	600	+	Médo	Médo	35	2911	14187	4.0	356	Médo	Médo	Médo		
11	2910	12077	4.8	420	Médo	+	Médo	36	3110	12100	4.8	349	Médo	Médo	+		
12	3110	14462	3.8	883	Médo	+	Médo	37	3210	10008	0.4	307	+	Médo	Médo	Médo	
13	4110	13770	0.8	375	Médo	Médo	Médo	38	3310	14013	0.8	307	Médo	Médo	Médo		
14	5110	17031	8.0	380	Médo	Médo	Médo	39	3410	12007	0.8	360	+	Médo	Médo	Médo	
15	6110	12413	0.9	240	Médo	+	Médo	40	3510	13048	0.8	300	+	Médo	Médo	Médo	
16	7110	11730	0.2	330	Médo	Médo	+	41	3610	13317	0.1	271	Médo	Médo	Médo		
17	8110	12286	7.0	330	Médo	+	Médo	42	3710	13782	0.8	262	Médo	Médo	Médo		
18	9110	13417	7.8	204	Médo	Médo	Médo	43	3810	11006	0.9	220	Médo	Médo	+		
19	10110	11978	7.0	204	Médo	Médo	Médo	44	3910	12042	5.8	804	+	Médo	Médo	Médo	
20	11110	12102	5.9	690	Médo	Médo	Médo	45	4010	10071	5.0	964	+	Médo	Médo	Médo	
21	12110	13390	6.0	495	Médo	Médo	Médo	46	4110	10007	0.4	600	Médo	Médo	Médo		
22	13110	12090	5.8	900	Médo	Médo	+	47	4210	11170	0.4	090	+	Médo	Médo	Médo	
23	14110	10001	5.7	480	Médo	Médo	+	48	4310	11783	3.4	552	+	Médo	Médo	Médo	
24	15110	11905	0.7	480	Médo	Médo	Médo	49	4410	12753	3.0	620	+	Médo	Médo	Médo	
25	16110	11820	0.5	534	Médo	Médo	Médo	50	4510	10700	2.4	480	+	Médo	Médo	Médo	
26	17110	10001	0.5	534	+	Médo	Médo	51	4610	11004	7.2	608	+	Médo	Médo	Médo	
27	18110	0148	0.4	875	Médo	Médo	Médo	52	4710	10000	0.2	677	Médo	Médo	Médo		
28	19110	0003	0.0	540	Médo	Médo	+	53	4810	8000	0.0	651	+	Médo	Médo	+	
29	20110	11004	0.0	494	Médo	Médo	+	54	4910	8400	0.0	663	+	Médo	Médo	+	
30	21110	12010	0.9	494	Médo	+	+	55	5010	8401	0.0	643	+	Médo	Médo	Médo	
31	22110	12490	0.2	300	Médo	Médo	Médo	56	5110	12071	0.1	548	+	Médo	Médo	Médo	
32	23110	12000	4.8	332	Médo	+	+	57	5210	13445	0.0	000	+	+	Médo	Médo	Médo
33	24110	11602	0.7	807	Médo	+	Médo	58	5310	13044	4.2	630	Médo	Médo	Médo	Médo	
34	25110	10235	0.0	670	Médo	+	Médo	59	5410	10000	9.0	328	Médo	Médo	Médo	Médo	
35	26110	14107	4.0	306	+	Médo	Médo	60	5510	10710	4.2	830	+	Médo	Médo	Médo	
36	27110	12103	4.0	360	+	Médo	Médo	61	5610	12003	4.9	480	+	Médo	Médo	Médo	
37	28110	12000	0.0	700	Médo	+	Médo	62	5710	10000	5.0	500	+	Médo	Médo	Médo	
38	29110	11637	0.8	700	+	Médo	Médo	63	5810	11424	4.7	648	Médo	Médo	Médo	Médo	
39	30110	12504	0.0	380	Médo	+	Médo	64	5910	10000	4.0	560	Médo	Médo	Médo	Médo	
40	31110	12400	0.0	297	+	Médo	Médo	65	6010	11111	0.0	504	Médo	Médo	Médo	Médo	
41	32110	14012	0.8	267	Médo	Médo	Médo	66	6110	11000	4.0	604	+	Médo	Médo	Médo	
42	33110	12007	0.8	300	+	Médo	Médo	67	6210	14002	4.0	604	+	Médo	Médo	Médo	
43	34110	13588	0.8	280	+	Médo	Médo	68	6310	10000	7.2	800	+	Médo	Médo	Médo	
44	35110	23377	0.1	277	Médo	Médo	Médo	69	6410	10110	0.1	630	Médo	Médo	Médo	Médo	
45	36110	13703	4.8	910	Médo	Médo	Médo	70	6510	0000	0.1	630	+	Médo	Médo	Médo	
46	37110	10000	0.4	333	Médo	+	Médo	71	6610	12107	4.0	602	+	Médo	Médo	Médo	
47	38110	11000	0.0	220	Médo	Médo	+	72	6710	11207	0.5	545	+	Médo	Médo	Médo	
48	39110	10842	0.8	854	+	Médo	+	73	6810	11810	4.4	578	+	Médo	Médo	Médo	
49	40110	10071	0.0	564	+	Médo	+	74	6910	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
50	41110	10007	0.4	500	Médo	Médo	Médo	75	7010	12702	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
51	42110	11116	0.4	600	+	Médo	Médo	76	7110	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
52	43110	10730	0.0	460	Médo	Médo	Médo	77	7210	11000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
53	44110	10708	4.6	496	+	+	+	78	7310	11000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
54	45110	11101	0.2	613	Médo	+	Médo	79	7410	11000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
55	46110	10000	0.0	513	Médo	+	Médo	80	7510	10700	3.4	650	+	Médo	Médo	Médo	
56	47110	10730	0.4	424	Médo	+	Médo	81	7610	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
57	48110	12210	0.0	380	+	Médo	+	82	7710	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
58	49110	12411	0.0	380	+	Médo	+	83	7810	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
59	50110	12532	0.0	380	Médo	+	Médo	84	7910	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
60	51110	12000	0.0	600	+	Médo	Médo	85	8010	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
61	52110	11301	0.0	540	+	Médo	Médo	86	8110	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
62	53110	12101	4.0	274	+	Médo	Médo	87	8210	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
63	54110	10444	4.7	700	Médo	Médo	Médo	88	8310	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
64	55110	11005	5.4	267	+	+	+	89	8410	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
65	56110	10477	5.4	267	+	Médo	Médo	90	8510	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
66	57110	10372	9.5	290	Médo	Médo	Médo	91	8610	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
67	58110	12010	0.2	200	Médo	Médo	Médo	92	8710	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
68	59110	12100	0.0	370	Médo	+	Médo	93	8810	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
69	60110	12000	0.0	370	+	Médo	Médo	94	8910	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
70	61110	0115	0.8	470	+	Médo	Médo	95	9010	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
71	62110	00150	0.0	470	Médo	+	Médo	96	9110	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
72	63110	10420	4.2	440	Médo	+	Médo	97	9210	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
73	64110	11100	4.4	431	Médo	Médo	Médo	98	9310	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
74	65110	10002	4.4	407	Médo	Médo	+	99	9410	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
75	66110	13053	3.4	650	+	Médo	+	100	9510	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
76	67110	11783	3.4	652	+	Médo	Médo	101	9610	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
77	68110	10753	2.0	820	+	+	Médo	102	9710	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
78	69110	10700	3.4	480	+	Médo	Médo	103	9810	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
79	70110	11004	7.8	808	+	Médo	Médo	104	9910	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
80	71110	10000	0.3	613	Médo	Médo	Médo	105	10010	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
81	72110	00000	0.8	803	+	Médo	Médo	106	10110	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
82	73110	00000	0.9	801	+	Médo	Médo	107	10210	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
83	74110	04481	0.8	803	+	Médo	Médo	108	10310	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
84	75110	10000	0.4	280	Médo	Médo	Médo	109	10410	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
85	76110	12230	5.1	370	Médo	+	Médo	110	10510	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
86	77110	11846	6.7	402	Médo	Médo	+	111	10610	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
87	78110	11088	6.7	402	Médo	Médo	Médo	112	10710	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
88	79110	10072	9.9	380	Médo	Médo	Médo	113	10810	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
89	80110	10000	0.1	301	+	Médo	Médo	114	10910	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
90	81110	11820	0.1	341	+	Médo	Médo	115	11010	10000	0.0	000	+	Médo	Médo	Médo	
91	82110	12951	5.1														

4.9.3 Comentários

Numa análise preliminar da classificação apresentada na Tabela 47, fez-se um resumo e os dados constam da tabela 48.

Com os dados constantes da Tabela 48 e os gráficos, podemos retornar ao histórico da operação da usina e analisar a evolução ao longo do tempo assinalando períodos de alterações no processo ou no planejamento de lavra, anotando quais os tipos de minérios utilizados, sua localização e verificar se para estas datas, na qual os valores distanciaram-se muito da média, existe em comum alguma característica de minério ou de operação.

Caso sejam identificadas os fatores sistemáticos e mensuráveis que afetam os resultados, para um maior controle destes, eles deverão ser introduzidos no banco de dados.

4.10 Avaliação das características do minério

4.10.1 Metodologia

O meta deste estudo foi identificar características primárias do minério não consideradas no banco de dados, em uma primeira análise procurou-se quantificar a fragilidade dos minerais constituintes das rochas dos diferentes tipos de minérios presentes na mina de Cana Brava, através de ensaios de moagem sem corpos moedores em moinhos de jarro, simulando um atritamento brando.

A variável de controle utilizada foi a quantidade de finos passante na malha 200.

Utilizou-se nos ensaios 8 amostras representativas de diferentes localizações na mina, que foram denominadas por:

- . 378-N A
- . Afloramento B
- . 308-N B
- . 328-NW B
- . 348-S A
- . 318-SW B
- . 388-NE A
- . 298-N B

Cada amostra, com aproximadamente 10 Kg, foi homogeneizada em pilha alongada e dividida em duas partes, sendo uma delas denominada "arquivo Tal-Qual" e a outra, novamente homogeneizada e fracionada em pilha alongada, gerando-se 10 alíquotas, com aproximadamente 500 g cada uma.

Para cada uma das 8 amostras, realizou-se ensaios de "moagem" em moinho de aço de dimensões 200 X 250 mm, sem corpos moedores, a uma velocidade de 73 rpm, utilizando-se os tempos de moagem de 15 min, 45 min e 120 min. Para cada um destes tempos de moagem, realizou-se dois ensaios utilizando-se uma nova alíquota das geradas anteriormente. Os produtos assim obtidos, bem como uma alíquota não moída, foram peneirados a úmido, segundo procedimento interno do IPT, na série "Tyler" completa; sendo seus resultados apresentados na Tabela 49.

A porcentagem em peso do material passante na malha 200, que representa a fração de finos gerados, está exposta na Tabela 49.

Em duas amostras os resultados de ensaio para tempo de moagem de 120 minutos foram desconsiderados, devido à provável ocorrência de erro de ensaio. Para as análises referentes a este item, utilizaram-se os resultados obtidos com os tempos de moagem de 45 minutos.

Tabela 49 - Porcentagem em peso passante na malha 200.

AMOSTRA (denominação/cava)	% Peso passante na malha 200 x Tempo de moagem (minutos)			% Finos passante na malha 200	
	0	45	120	45	120
378-N / A	1,71	2,15	2,27	0,44	0,56
Afloramento / B	2,43	3,24	3,55	0,81	1,12
308-N / B	2,09	2,90	----	0,81	----
328-NW / B	1,48	1,78	2,12	0,30	0,64
348-S / A	1,55	1,78	1,92	0,23	0,37
318-SW / B	1,85	2,12	2,37	0,27	0,52
388-NE / A	2,28	3,17	----	0,89	----
298-N / B	1,59	2,00	2,19	0,41	0,60

4.10.2 Análise da fragilidade

Observa-se na Tabela 49, que podemos classificar os minérios em dois grupos distintos pela sua "fragilidade", frente ao teste realizado. Cada um destes dois grupos pode ser dividido em dois "subgrupos", com maior ou menor conteúdo de pó inicial, conforme exposto na Tabela 50.

O pó inicial é composto pelo pó oriundo da preparação inicial das amostras na unidade piloto da SAMA e pelo pó inerente à fibra.

Tabela 50 - Classificação tentativa segundo "fragilidade"

Grupo Minério com Alta Fragilidade		Grupo Minério com Baixa Fragilidade	
Alto pó inicial	Baixo pó Inicial	Alto pó Inicial	Baixo pó Inicial
Afloramento / B		318 SW / B	328 NW / B
308 N / B		378 N / A	348 S / A
388 NE / A			298 N / B

As operações de manuseio e secagem, processadas em baixo nível de energia, conforme verificado nestes estudos, não devem produzir efeitos significativos de degradação das fibras, com conseqüente aumento da quantidade de pó produzido. O pó resultante do processo deve, portanto, ser gerado em equipamentos que utilizam alta energia, ou seja, o Impactador "JM" e o Turbo-800.

O aumento de pó talvez seja dependente das condições de operação destes equipamentos, seja por maior velocidade de rotação, número de martelos ou outros fatores. Para análise desta influência foram efetuados os ensaios de moagem utilizando-se corpos moedores, conforme descrito na seqüência.

O tipo de moinho e as condições de moagem foram similares às utilizadas para os ensaios sem corpos moedores. A carga de bolas utilizada foi:

diâmetro	%
1 1/2"	50
1"	50

Na Tabela 51, a seguir, temos apresentados os dados obtidos nas diversas fases da análise das características dos minérios, aliadas à descrição geológica das rochas.

Tabela 51 - Classificação conjunta das características dos minérios

CLASSIFICAÇÃO DA COMINUIÇÃO		FIBRA			ROCHA			ENSAIO DE COMINUIÇÃO						
ALTO	BAIXO	TEOR	COMP	LIBER	SLIP	CARB	SP	COR	FOLIAÇÃO	P0 (1)	P0 (2) SEM CORPOS MOEDORES	P0 (3) COM CORPOS MOEDORES	DIFERENÇA P0 (2) - P0 (1)	DIFERENÇA P0 (3) - P0 (1)
ALTO										2,43	3,24	29,40	0,81	36,97
P0		verde esmaecido	baixo	curta	ZERO			2	cinza amarelado					
INICIAL		verde claro brilhante	baixo	curta	ZERO	sim		2	verde cinza	N65 E29NW	2,90	25,00	0,81	32,91
BAIXO		verde cáldido	baixo	curta	ZERO			2	verde amarelado		3,17	34,00	0,89	31,72
P0														
INICIAL														
BAIXA														
P0			baixo	curta	ZERO		** 1	castanho	nao distinta	1,95	2,12	30,20	0,27	28,35
INICIAL			baixo	curta	ZERO		** 1	castanho	N40E 35NW	1,71	2,15	31,41	0,44	29,70
BAIXO		verde cáldido	alto	longa	50		** 1/2	esverdeado	pouco distinta	1,48	1,78	27,90	0,30	28,30
P0			alto	longa	**					1,55	1,78	28,90	0,23	27,35
INICIAL		verde claro esmaecido	alto	longa	20	sim		1/2	cinza acastanhado	1,59	2,00	23,92/1,92	0,41	-1,59

4.10.3 Comentários

Dos resultados obtidos até o presente momento, podemos inferir que a quantidade de "Pó" no produto final depende de dois fatores, sejam eles, o pó produzido no processo e o pó aderido às fibras.

O pó relativo ao processo possui as seguintes características:

1. não depende de condições de manuseio, secagem (exceto fator térmico) ou transporte, pois o nível de energia destas operações é muito baixo;
2. deve depender do processo de cominuição, devendo-se atentar para as condições operacionais dos impactadores tipo JM;
3. é dependente da qualidade ambiental, ou seja, do nível de extração (limpeza);
4. é dependente das características de superfície das fibras, (p. exemplo a umidade), ocorrendo uma maior ou menor facilidade de absorver o pó.
5. deve depender das características dos minérios, os quais podem, de modo preliminar, ser agrupados em 4 tipos diferentes, quais sejam:

- . muito frágil com alto pó inicial;
- . muito frágil com baixo pó inicial;
- . pouco frágil com alto pó inicial;
- . pouco frágil com baixo pó inicial.

É importante a verificação do efeito da fragilidade das rochas no conteúdo de pó da fibra.

5. ANÁLISE GERAL E CONCLUSÕES

Os estudos realizados tiveram dois objetivos principais, sendo o primeiro efetuar um levantamento bibliográfico para ampliar o conhecimento das características do amianto suas propriedades e o seu comportamento frente aos processos de beneficiamento, e o segundo, caracterizar os minérios de Cana Brava em função de suas propriedades primárias e a influência destas na unidade de concentração.

A partir do banco de dados da Usina, procurou-se identificar as propriedades primárias dos minérios e sua influência nos parâmetros de qualidade do produto Pó, Blaine, Vl.Eq. e Rend.

Conforme a metodologia adotada para a avaliação do efeito conjunto das variáveis Alimentação, CavIC e CavTeor, considerou-se o efeito da taxa de alimentação, após expurgar-se o efeito das variáveis do minério CavIC e CavTeor, minimizando assim o efeito da estratégia operacional. Desta forma obteve-se um conjunto de equações que é válido para qualquer estratégia operacional que venha a ser adotada, sejam elas:

1. Pó = $48,22 - 1,496 \cdot \text{CavTeor} - 0,022 \cdot \text{CavIC} + 0,00147 \cdot \text{Alimentação}$
2. Blaine = $9673,47 - 389,45 \cdot \text{CavTeor} + 0,029 \cdot \text{Alimentação}$
3. Vl.Eq. = $81,66 + 0,684 \cdot \text{CavTeor} + 0,055 \cdot \text{CavIC} - 0,0032 \cdot \text{Alimentação}$
4. Rend. = $3,03 + 0,455 \cdot \text{CavTeor} + 0,002 \cdot \text{CavIC}$

Uma vez definidas as expressões, para avaliar sua validade retomaram-se os valores do banco de dados, para análise dos desvios entre os valores de teste e os valores estimados pelas equações obtidas.

Para os quatro parâmetros de qualidade de produto, podemos verificar que a diferença entre a variância total do banco de dados e a variância residual, após a consideração dos efeitos dos fatores estudados CavIC, CavTeor e Alimentação Diária, ainda é elevada, conforme apresenta-se abaixo na Tabela 52.

Tabela 52 - Diferença entre variância total e residual para os parâmetros de qualidade do produto.

Parâmetro de Qualidade do Produto	Variância		%
	Total	Residual	
Pó	16,6	8,6	51,8
Blaine	$682 \cdot 10^3$	$484 \cdot 10^3$	71,0
Vl. Eq.	62,1	39,9	64,3
Rend.	1,66	1,27	76,5

Como pode-se observar, os efeitos dos parâmetros de qualidade de produto considerados, corrigiram 48,2% no caso do Pó e até 23,5% no caso do Rendimento.

Deve-se observar que a variância residual se deve provavelmente a quatro fatores principais:

1. erros de amostragem;
2. erros de análise;
3. características do minério não consideradas;
4. características de operação não consideradas.

As variações decorrentes de erros de amostragem ou de análise podem ser muito importantes na variação residual, devido às diferenças de amostragem e complexidade do procedimento analítico. Deve-se, portanto, procurar minimizar estes erros.

Para avaliação das variáveis de operação não consideradas e que podem influir no processo, partiu-se das diferenças dos valores calculados e dos valores de teste, cujos resultados foram considerados satisfatórios numa primeira análise, e plotaram-se os desvios das diversas variáveis por dia de operação. Nestes gráficos podemos observar que em alguns dias, os valores dos parâmetros de qualidade do produto calculados distanciaram-se muito dos valores de teste.

A classificação qualitativa dos dias de operação da Usina permite o retorno ao histórico da operação e a análise da evolução desta ao longo do tempo, podendo-se assinalar os períodos com alterações no processo ou no planejamento de lavra, anotando quais os tipos de minérios utilizados, sua localização, e verificar se para estas datas, nas quais os valores distanciaram-se muito da média, existe em comum alguma característica de minério ou de operação.

Neste estudo, também em uma primeira análise, avaliou-se a fragilidade relativa dos minerais constituintes das rochas dos diferentes tipos de minérios, através de ensaios com atritamento brando e forte, visando avaliar a fragilidade das rochas.

Dos resultados obtidos podemos, numa classificação preliminar, agrupar oito amostras de minérios em dois grupos pela sua maior ou menor fragilidade, e cada um destes grupos em dois "subgrupos" pelo maior ou menor conteúdo de pó inicial.

De posse destas informações, considera-se que os resultados obtidos até o presente momento atenderam os objetivos propostos de:

. levantamento de informações sobre o tema, enfocando características do minério e do processo.

análise estatística das informações constantes do banco de dados, o qual contém os parâmetros de minério, condições racionais e os parâmetros de qualidade do produto final.

envolvimento de ensaios preliminares de laboratório para seleção dos tipos de minério, que poderiam intervir no processo de beneficiamento gerando uma maior quantidade de

Para obter melhor a influência dos minérios sugere-se:

1. evitar o uso de pó nas fibras em fragmentos da mina em qualquer operação de processamento;

2. com base na classificação tentativa, da fragilidade dos minérios, amostrar blocos de minérios e processá-los individualmente em unidade piloto e industrial, avaliando-se o grau de correlação do CavIC com a Alimentação e as demais correlações;
3. validar as equações por tipo de minério;
4. caso as equações sejam válidas, tanto para blocos de minério como para diferentes composições de tipos de minério, propor um planejamento de lavra segundo blocos tecnológicos.

INSTITUTO DE CIÊNCIAS MINERARIAS
1980

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. SANTOS, P. S. Tecnologia de argilas, aplicada às argilas brasileiras. São Paulo, Edgard Blücher/EPUSP, 1975, v. 2, cap. 31, p. 728-75: Amiantos industriais e argilas níquelíferas.
02. CAMPBELL, W. J. et al. Selected silicate minerals and their asbestiform varieties: Mineralogical definitions and identification - characterization. Washington, U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines, 1977. (U. S. Bureau of Mines Information Circular, 8751)
03. GIRODO, A. C. ; PAIXÃO, J. E. Perfil Analítico do Amianto. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. (Boletim, 2)
04. ZUBKOV, V. General petrography. Moscow, Mir, 1967.
05. KOLBE, W. Estudos para a caracterização tecnológica de amiantos crisotila nacionais. São Paulo, 1970. 92 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
06. OLIVEIRA, M. C. B. Estudo mineralógico e petrográfico das rochas e minério da mina de Cana Brava. São Paulo, IPT, 1992. (Relatório IPT, n. 30.538) /Publicação restrita */
07. DEER, W. A. ; HOWIE, R. A. ; ZUSSMAN, J. Rock forming minerals. London, Longmans, 1962. v. 5.
08. BRINDLEY, G. W. Kaolin, serpentine and kindred minerals - The X-ray identification and crystal structures of clay minerals. Mineralogical Society, London, p. 51, 1961.
09. SANTOS, P. S. et al. Estudos preliminares de amiantos brasileiros como reforçadores em cimento-amianto segundo ensaio Copant/Sc 3:5-023. /Apresentado ao 1º Congresso Latino-Americano de Mineralogia, São Paulo, 1970/
10. JENKINS, G. F. Asbestos. In: INDUSTRIAL MINERALS AND ROCKS: non-metallics others than fuels. 3. ed. New York, AIME, 1960. p. 23-53.
11. ASBESTOS TEXTILE INSTITUTE. Manual of testing procedures for chrysotile asbestos fiber. 2. ed. New York, 1966.

/Publicação restrita */ As publicações 6, 18, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33 e 34 somente poderão ser consultadas mediante autorização prévia da SANA.

12. SINCLAIR, W. E. Asbestos: its, origin, production and utilization. London, Mining Publications, 1959.
13. WHITTAKER, E. J. W. Chrysotile fibers: filled or hollow tubes. Chemicals and Engineering News, v. 41, p. 34-5, Sept. 1963.
14. CLIFTON, R. A. Asbestos. In: U.S. BUREAU OF MINES. Mineral facts and problems. Washington, 1985. p. 53-64. (U. S. Bureau of Mines. Bulletin, 675)
15. BERGER, H. Asbestos fundamentals: origin, properties, mining, processing and utilization. New York, Chemical Publishing Co, 1963.
16. ROSS, J. G. Chrysotile asbestos in Canada. Canadian Department of Mines Bull, n. 707, p. 49, 1931.
17. RIBEIRO, D. T. ; LIU, G. K. C. Aplicação de cokrigagem ao estudo das distribuições granulométricas de uma jazida de amianto crisotila - Cana Brava, Goiás. In: CONGRESSO ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE MINAS, 2., São Paulo, 1993. Anais. São Paulo, Departamento de Engenharia de Minas da Escola Politécnica da USP / Dipartimento di Ingegneria Mineraria. Università di Cagliari, 1993. v. 1, p. 29-51.
18. ZANDONADI, R. A. et al. Estudo sobre o uso de finos de amianto crisotila em fluidos de perfuração de poços de petróleo. São Paulo, IPT, 1984. (Relatório IPT, n. 20.983) /Publicação restrita */
19. NAGAO, M. ; FONTANA, H. J. Beneficiamento de amianto crisotila-Minaçu, Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO, 1., Brasília, 1985. Coletânea de Trabalhos Técnicos. Belo Horizonte, IBRAM, 1985. v. 2, p. 116-38.
20. RIBEIRO, I. A. SAMA investe em plano de expansão. Brasil Mineral, n. 73, p. 32-7, dez. 1989.
21. CHOE, B. J. Mercado de metais: o que ocorrerá depois do auge? Brasil Mineral, n. 73, p. 64-76, dez. 1989.

/Publicação restrita */ As publicações 6, 18, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33 e 34 somente poderão ser consultadas mediante autorização prévia da SANA.

22. VIRTA, R. L. Asbestos. In: U. S. BUREAU OF MINES. Mineral Commodity Summaries 1993. Washington, 1993. p. 26-7.
23. Journal of South African Institute of Mining Metallurgy, 1988.
24. SAMA. Projeto de Concentração: estudo sobre o novo "lay out" na planta de concentração. Minaçu, Goiás, 1989. (Relatório Interno SAMA) /Publicação restrita */
25. CHAVES, A. P. et al. Caracterização do rejeito do beneficiamento. São Paulo, IPT, 1985. (Relatório IPT, n. 21.640) /Publicação restrita */
26. HACHUL, M. Aperfeiçoamento do processo de extração de magnésio e purificação de seu cloreto amoniacal a partir do rejeito de beneficiamento de amianto. São Paulo, IPT, 1991. (Relatório IPT, n. 28.773) /Publicação restrita */
27. OLIVEIRA, M. C. B. Caracterização mineralógica e desenvolvimento metodológico de ensaios de tração a diferentes temperaturas das fibras de amianto procedentes de Cana Brava, Goiás. São Paulo, IPT, 1992. (Relatório IPT, n. 30.859) /Publicação restrita */
28. SOUZA, H.R. Estudo preliminar do processo de diminuição de poeiras contidas nas fibras de amianto. São Paulo, IPT, 1992. (Relatório IPT, n. 30.892) /Publicação restrita */
29. PAMPLONA, R. I. Programa de caracterização de minério - Convênio IPT/SAMA; correspondência Q 45/92 anexa ao relatório. Tabela de pó por tipo de fibra. São Paulo, 1992. (Relatório IPT, n. 30.892) /Publicação restrita */
30. SAMA. Controle de recuperação ambiental na Mina de Cana Brava-GO. São Paulo, IPT, 1992. (Relatório IPT, n. 2.006. Boletim, 66).
31. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO AMIANTO. Informativo ABRA, nov. 1992.
32. MINA DE CANA BRAVA: geração de polo econômico. Brasil Mineral, p. 28, set. 1993. Edição extra.

/Publicação restrita */ As publicações 6, 18, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33 e 34 somente poderão ser consultadas mediante autorização prévia da SAMA.

33. CARNEIRO, P. R. Q. Análise de correlação minério e produção de fibras. Minaçu, Goiás, SAMA, 1992. (Relatório Interno SAMA) /Publicação restrita */
34. CASSOLA, M. S. Estudo preliminar de caracterização tecnológica de minério de crisotila com vistas à definição das características por tipologia. São Paulo, IPT, 1993. (Relatório IPT, n. 31.401) /Publicação restrita */
35. AMOSITE asbestos era ends. Industrial Minerals, n. 306, p. 12, mar. 1993.
36. PARADINE, C. G. ; RIVETT, B. H. P. Métodos estatísticos para tecnologistas. São Paulo, Polígono, 1974.
37. LEAVER, R.H. ; THOMAS, T. R. Analysis and presentation of experimental results. London, Macmillan Press, 1974.
38. CHAVES, A. P. Amostragem. São Paulo, 1990. Apostila (Disciplina PMI 412 - Manuseio de Materiais e Operação Auxiliares) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

/Publicação restrita */ As publicações 6, 18, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33 e 34 somente poderão ser consultadas mediante autorização prévia da SAMA.