



ECM S.A.
PROJETOS INDUSTRIAIS

Desenvolvimento de Processos para o Aproveitamento dos Itabiritos Friáveis de Baixo Teor e dos Itabiritos Compactos – O Ponto de Vista da Engenharia de Projetos





**ECM S.A.
PROJETOS INDUSTRIAIS**

Agenda



- **A EVOLUÇÃO DOS PROCESSOS DE BENEFICIAMENTO DOS ITABIRITOS**
- **O APROVEITAMENTO DOS ITABIRITOS COMPACTOS**



A evolução do beneficiamento dos minérios de ferro no Brasil

Até o final dos anos 60

Minérios hematíticos de alto teor, os processos de beneficiamento eram simples, com predominância de produção de granulados (lump e pellet ore e algum sinter feed). Os teores de ferro no ROM eram maiores que 60%.

Anos 70/80

Ocorre o início efetivo do aproveitamento dos itabiritos no Brasil. O *pellet feed* passa a ter participação significativa na produção. Inicia-se o aproveitamento de minérios com teores da ordem entre 50 e 60% de Fe.

- Instalação da 1ª planta de concentração magnética de alta intensidade do Cauê (VALE) - 1972;
- Início de operação da SAMARCO – concentração por flotação – 1978;
- Início da operação das Usinas de Pelotização (VALE/SAMARCO);
- Início da operação de Carajás (VALE);
- Início da operação de Casa de Pedra (CSN).



A evolução do beneficiamento dos minérios de ferro no Brasil

Anos 90

Inicia-se o aproveitamento sistemático de minérios hematíticos com teores inferiores a 50% de Fe e dos itabiritos friáveis e semi-friáveis.

- Privatização da VALE em 1997;
- Período de estagnação na implantação de novos projetos.

De 2000 a 2005

Iniciam-se os estudos e projetos para os itabiritos friáveis de baixo teor (% Fe no ROM < 45%).

A partir de 2005

Iniciam-se os estudos e projetos para os itabiritos friáveis de baixo teor (% Fe no ROM < 40%) e para os itabiritos compactos.



ECM S.A.
PROJETOS INDUSTRIAIS

Alguns projetos de minério de ferro implantados entre 1984-1995

Projeto Pico (NBR - VALE)
8,5 mtpa (granulados, sinter feed e pellet feed)

Projeto IB-1/III - (SAMITRI - VALE)
8,0 mtpa (sinter feed e pellet feed)

Projeto IB-II - (SAMITRI - VALE)
2,7 mtpa (granulados, sinter feed e pellet feed)

Projeto IB-1 - (SAMITRI - VALE)
1,0 mtpa (granulados, sinter feed)

Projeto IB-2 - (SAMITRI - VALE)
1,0 mtpa (granulados, sinter feed)

Projetos IC-01/IC-02 - (SAMITRI - VALE)
1,0 mtpa (sinter feed e pellet feed)

Projeto IC-03 - (SAMITRI - VALE)
3,0 mtpa (granulados, sinter feed e pellet feed)

Projeto 7 - (SAMITRI - VALE)
1,0 mtpa (granulados, sinter feed)

Projeto Niterói (NBR - VALE)

Projeto Fábrica (FERTECO - VALE)

Processos ainda simples, porém já incorporando alguma etapa de concentração

Participação ainda qualificativa de granulados e sinter feed na produção

Limitações: máximo de 8,5 mtpa

Teores de Ferro na alimentação > 50%

• Expansão da SAMARCO – P2P

• Evolução do aumento de capacidade de Carajás (VALE)



ECM S.A.
PROJETOS INDUSTRIAIS

Alguns projetos de minério de ferro em desenvolvimento ou recentemente implantados

Projeto Quarta Pelotização (SAMARCO)

9,5 mtpa (pellet feed)

Projeto Terceira Pelotização (SAMARCO)

8,0 mtpa (pellet feed)

Projeto Usiminas Mineração (USIMINAS)

19 mtpa (sinter feed e pellet feed)

Projeto Expansão de Casa de Pedra (CSN)

40 mtpa (granulado, sinter feed e pellet feed)

Projeto Itabiritos Compactos de Conceição (VALE)

12 mtpa (pellet feed)

Projeto Minas-Rio (ANGLO-FERROUS)

24,5 mtpa (pellet feed)

Projeto 130 Milhões (VALE)

30 mtpa (sinter feed)

Projeto Brucutu (VALE)

24 mtpa (sinter feed e pellet feed)

Projeto ITMI (VALE)

15 mtpa (sinter feed e pellet feed)

Projeto Vargem Grande (VALE)

16 mtpa (sinter feed e pellet feed)

“Altas” capacidades de produção: 8 a 40 mtpa

Produto predominante: pellet feed.

Teores de Ferro da alimentação < 50% (em alguns casos < 40%)

Processos complexos, envolvendo etapas de moagem e concentração.

Investimentos mais elevados: até US\$ 85/ t de produto.



Caracterização tecnológica dos itabiritos compactos

Composição química

Litotipo	Análise Química (%)					
	Fe	SiO ₂	P	Mn	Al ₂ O ₃	PPC
Itabirito Friável 1 e 2	48,24	29,46	0,024	0,03	0,79	0,65
Itabirito Friável 3	43,63	36,00	0,044	-	-	2,73
Itabirito Friável 4	43,12	35,40	-	-	-	-
Itabirito semi-compacto	41,23	39,05	0,029	0,03	1,06	0,97
Itabirito compacto 1	39,70	41,62	0,032	0,02	0,61	1,00
Itabirito compacto 2	46,20	31,20	0,024	0,14	0,82	0,98
Itabirito compacto 3	35,66	47,02	0,021	0,05	0,62	1,25



Caracterização tecnológica dos itabiritos compactos

Características Mineralógicas

	Friável	Semi-compacto	Compacto
Hematita tabular (mono e policristalina)	0,2 - 13,0	1,0 - 5,0	2,7-5,8
Hemat. granular mono e policristalina	0,1 - 12,0	0,1 - 3,5	0,1 - 0,6
Hematita lobular	6,1- 46,5	6,8 - 29,7	4,9 - 7,5
Martita + Magnetita	7,6 - 15,8	1,5 - 25,3	16,7-22,8
Goethita	0,6 - 2,6	0,5 - 5,4	0,3 - 0,7
Quartzo	31,0-69,2	64,0-66,0	65,4 - 72,2



ECM S.A.
PROJETOS INDUSTRIAIS

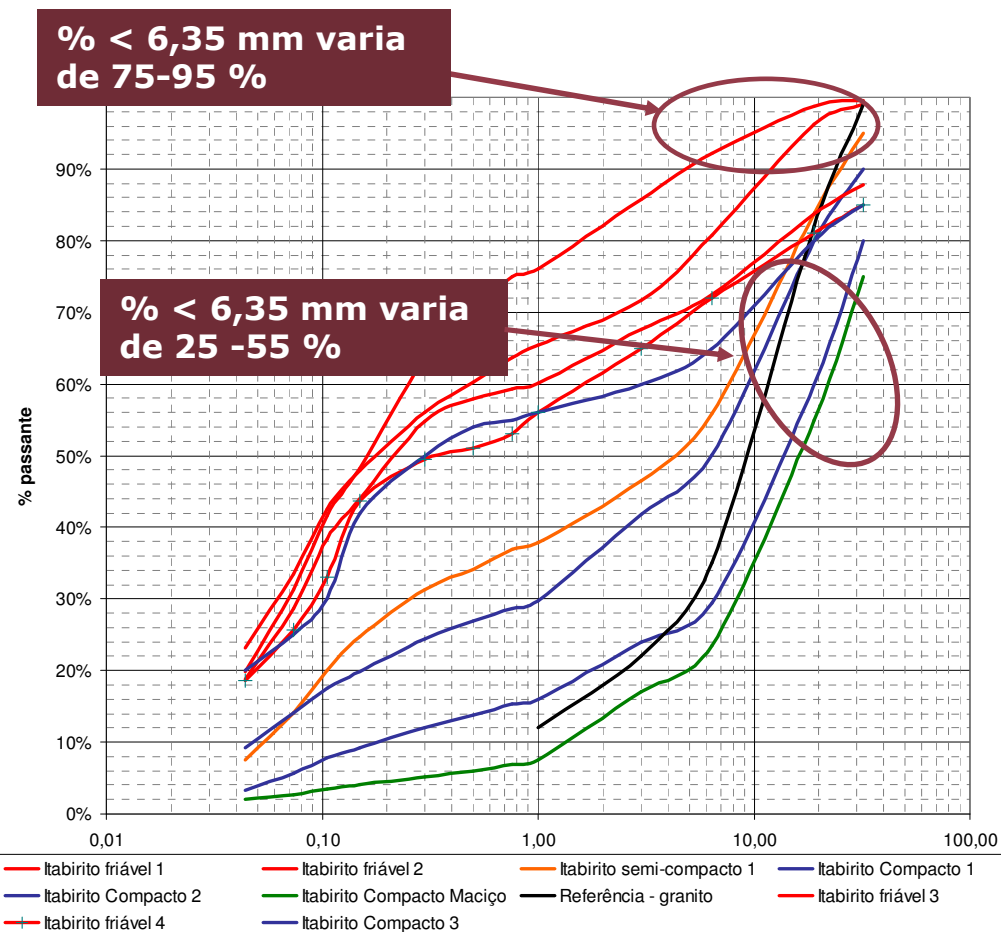
Caracterização tecnológica dos itabiritos compactos

Características
granulométricas
(ROM britado)



Dimensionamento
das etapas de
britagem

Distribuição granulométrica de litologias friáveis, semi-compactas e compactas





ECM S.A.
PROJETOS INDUSTRIAIS

Caracterização tecnológica dos itabiritos compactos

**Características
granulométricas
(ROM britado)**

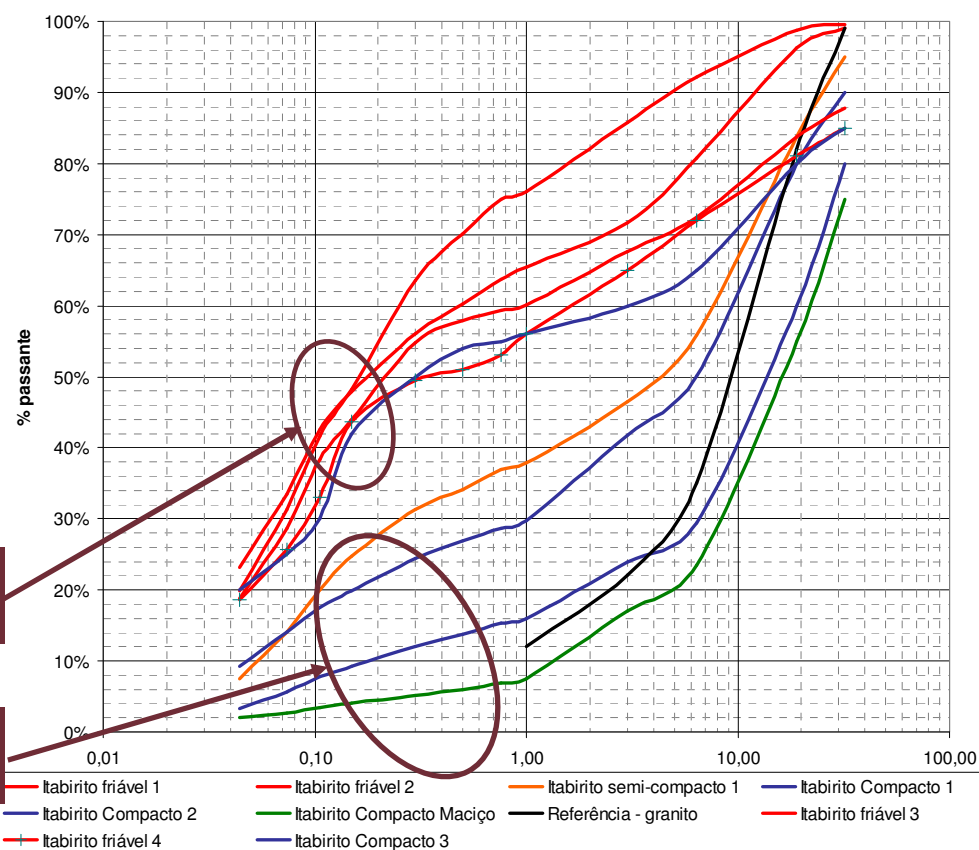


**Dimensionamento
das etapas de
moagem**

**% < 0,15 mm varia de
44-48 %**

**% < 0,15 mm varia de
4-25 %**

Distribuição granulométrica de litologias friáveis, semi-compactas e compactas





Caracterização tecnológica dos itabiritos compactos

Índices de moabilidade

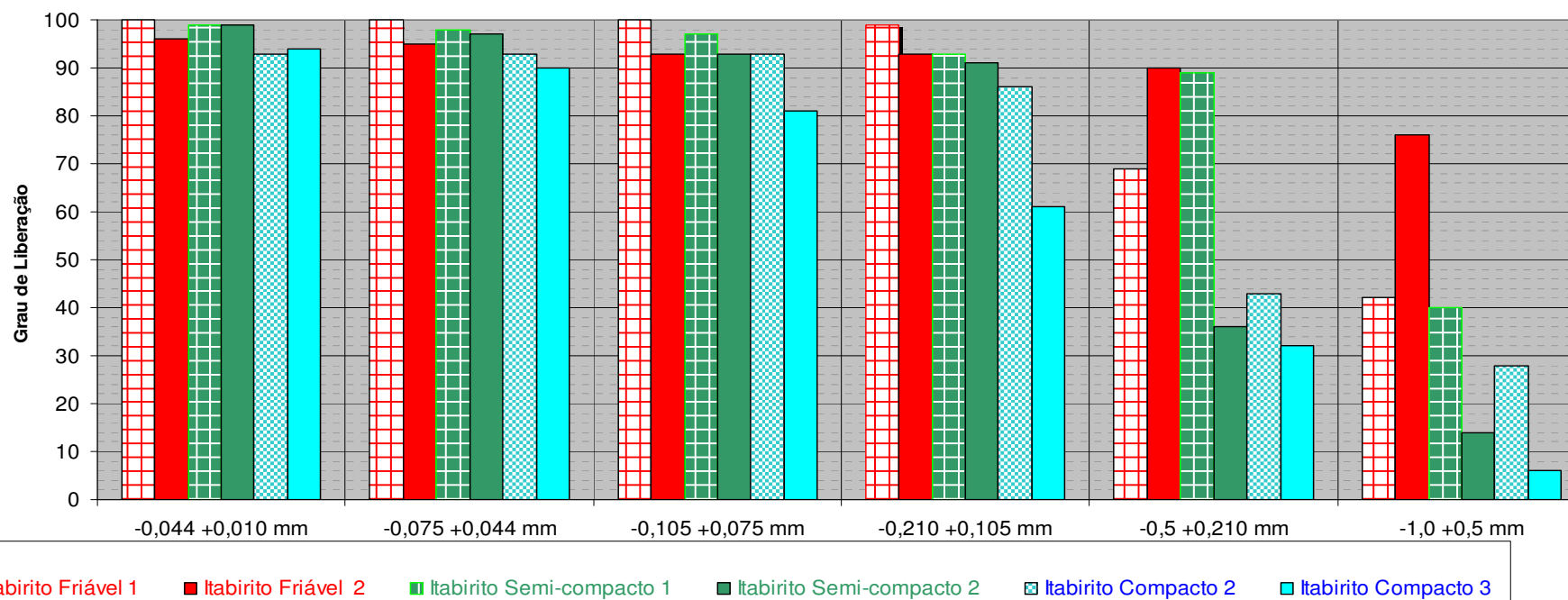
Tipologia	kWh/t
Itabirito Friável 1 e 2	8,1
Itabirito Friável 3	7,5
Itabirito Friável 4	8,0
Itabirito Semi Compacto	11,0
Itabirito Compacto 1	11,5
Itabirito Compacto 2	12,0
Itabirito Compacto 3	12,8-13,0



Caracterização tecnológica dos itabiritos compactos

Grau de liberação da sílica

Grau de liberação da sílica para alguns tipos litológicos





Impactos das características tecnológicas do minério nos resultados econômicos do projeto

Menor % Fe no ROM



Menor rendimento em massa:

- maior taxa de ROM para uma dada produção
- maior geração de rejeitos.



Maior CAPEX
Maior OPEX

Granulometria mais grosseira/maior work index/liberação mais fina



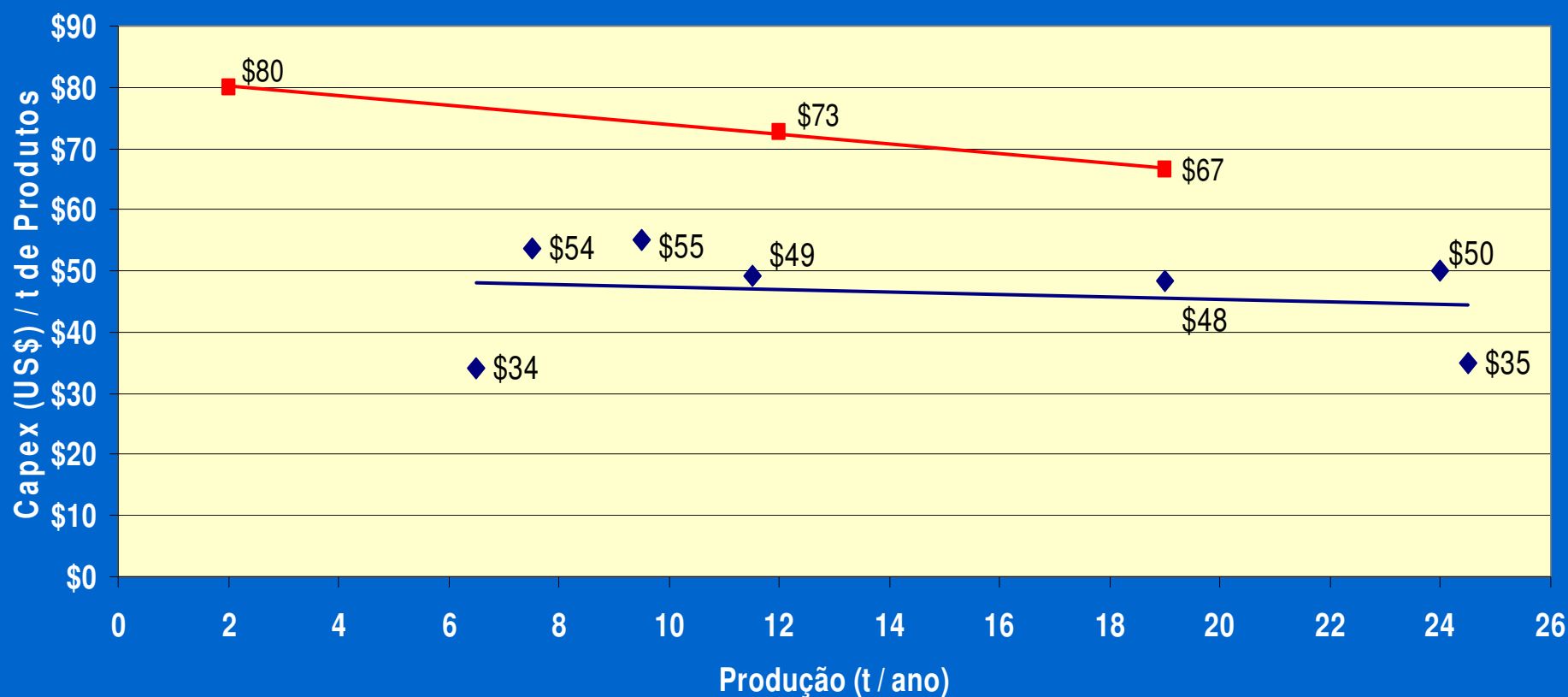
- seções de britagem maiores;
- necessidade de moagem e de moagem mais fina (seções de moagem maiores);
- maior consumo energético;
- maior consumo de reagentes.



Maior CAPEX
Maior OPEX

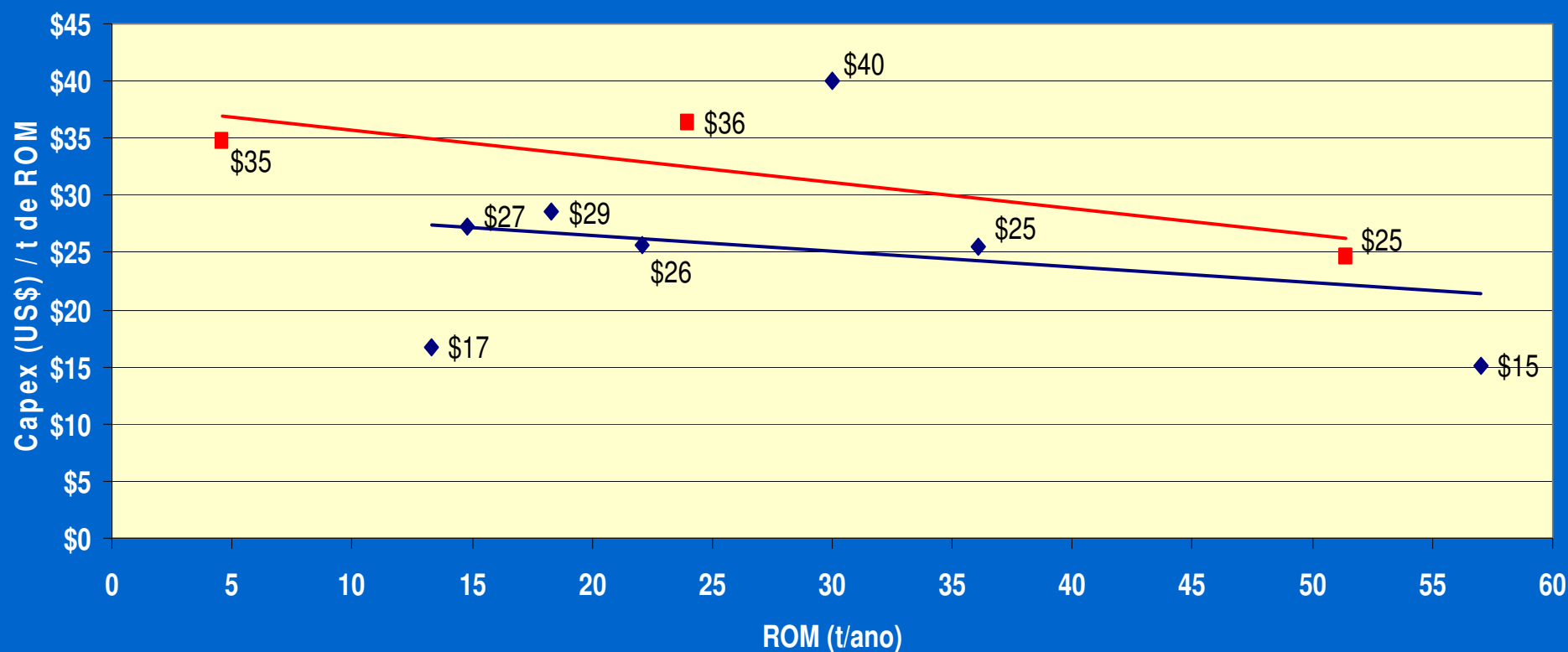


Custo de investimento por tonelada de produto



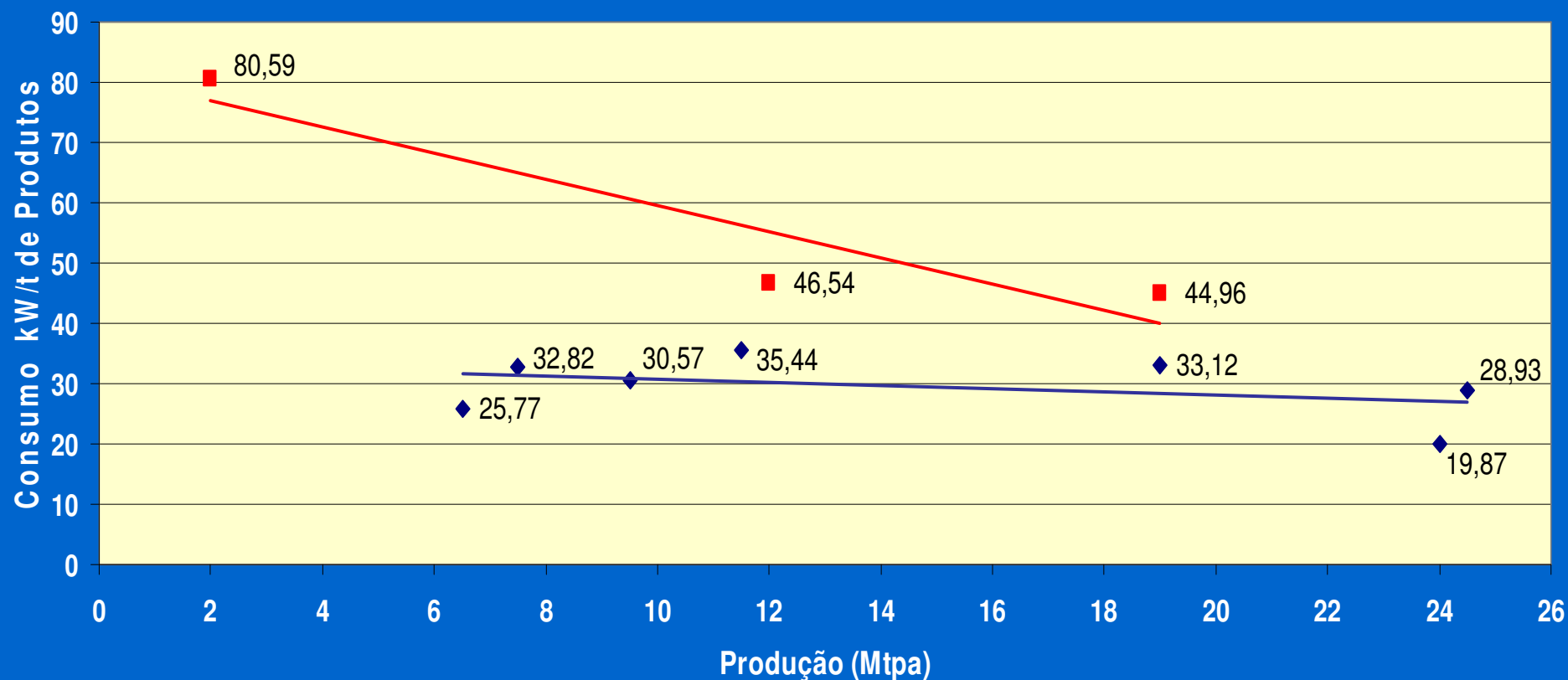


Custo de investimento por tonelada de produto



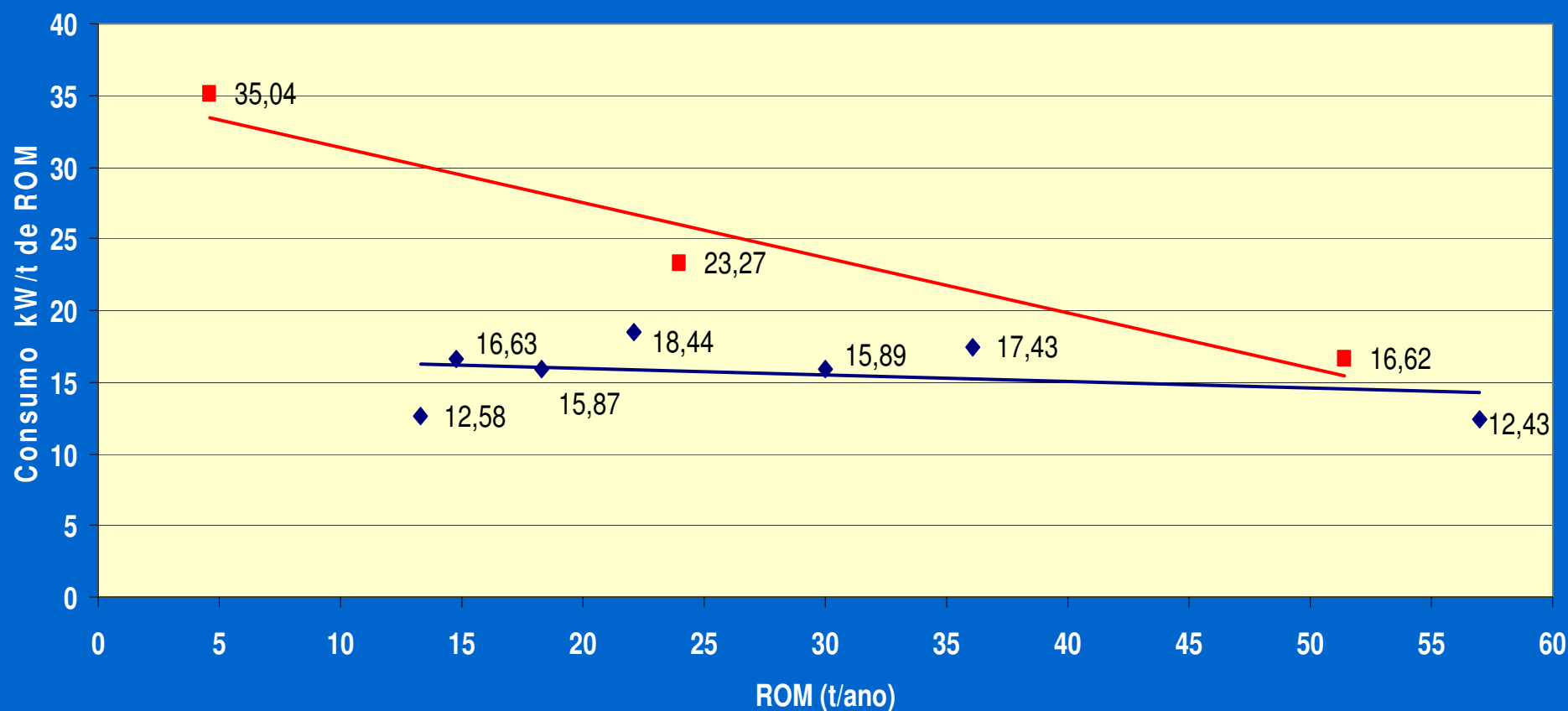


Demanda elétrica por tonelada de produto





Demanda elétrica por tonelada de ROM





Pontos de crescente influência na viabilização de projetos de minério de ferro

- Disponibilidade e custo de energia;
- Aspectos ambientais;
- CAPEX;
- OPEX.



O caminho para se buscar a atratividade econômica de um projeto para o aproveitamento de itabiritos de baixo teor e itabiritos compactos está associado a:

- Otimização da escala;
- Processos mais simples (quebra de paradigmas - KISS);
- Projetos mais simples (gastar onde necessário - KISS).



ECM S.A.
PROJETOS INDUSTRIAIS

Aspectos econômicos

Kee**p** **I**t **S**imple **S**....