



20 a 22 de Junho de 2016 - São
Paulo/SP



Influência dos Aditivos nos Processos de Moagem

Realização



Agenda

- **Introdução.**
- **Fenômenos Indesejadas nas Moagens.**
- **Influencia em Separadores.**
- **Influencia em Moagem de Bolas.**
- **Influencias em Moagem Vertical.**
- **Seleção dos Aditivos x Circuitos Moagem.**

Por que utilizar Aditivos na produção de cimento?

■ Objetivos de uma moagem de cimento:

- Produzir cimento na qualidade desejada.
- Produzir o volume necessário.

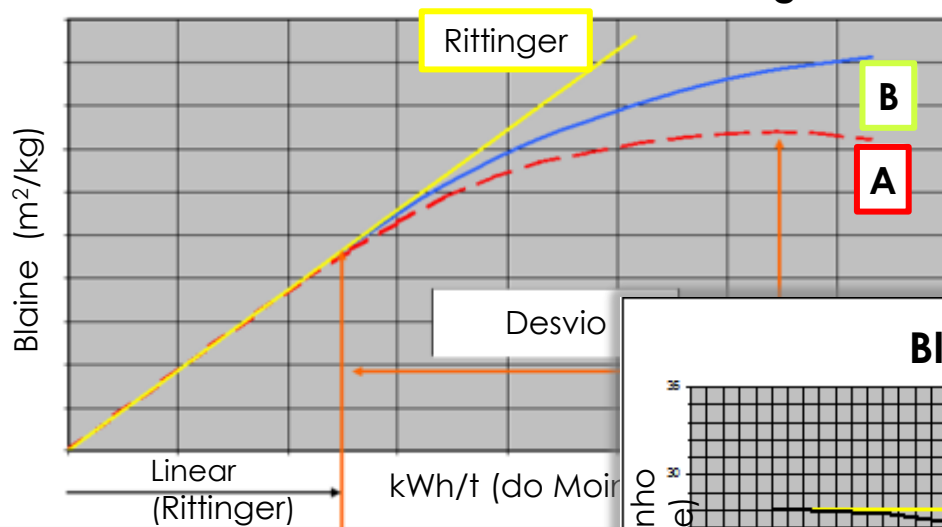
Alcançar tudo isso da forma mais econômica possível!



**Aditivos para
cimentos**

Teoria de Moagem

Curva de Moabilidade de Rittinger



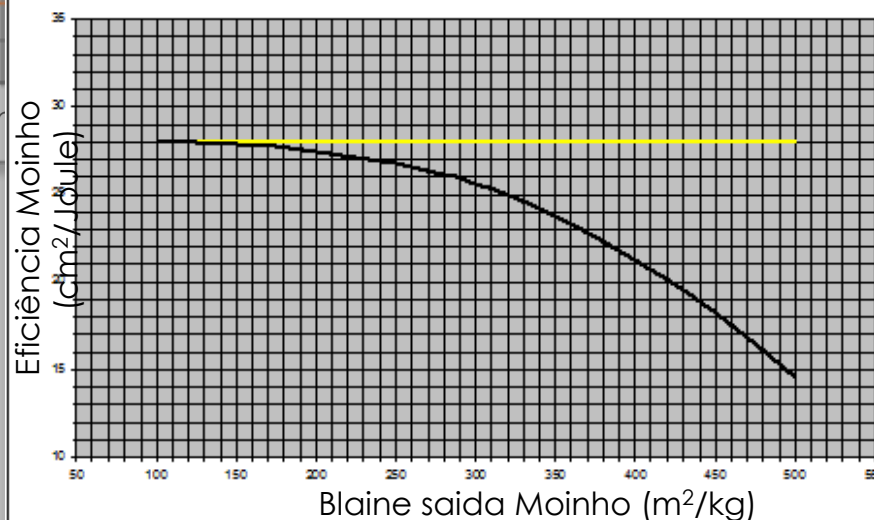
➤ **Eficiência: finura por unidade de consumo de energia (cm²/J).**

$$(m^2/kg)/(kWh/t)$$

$$(cm^2/g)/(W.s/g)$$

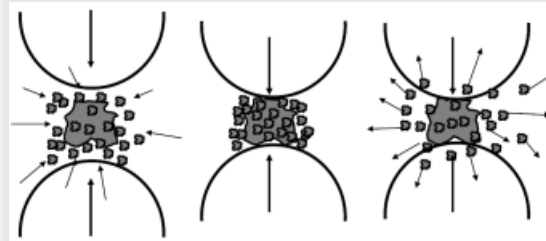
$$(cm^2/J)$$

Blaine x Eficiência

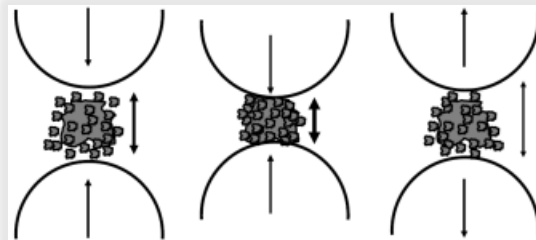


Fenômenos Indesejados

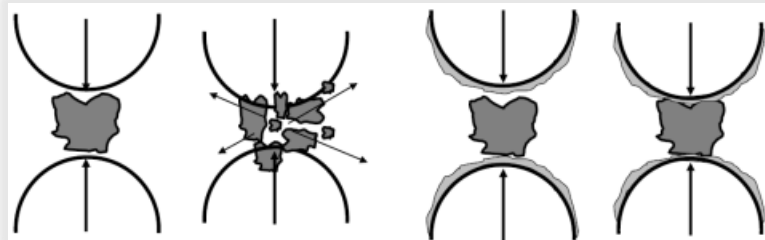
- **Aglomeração**



- **Compressibilidade**

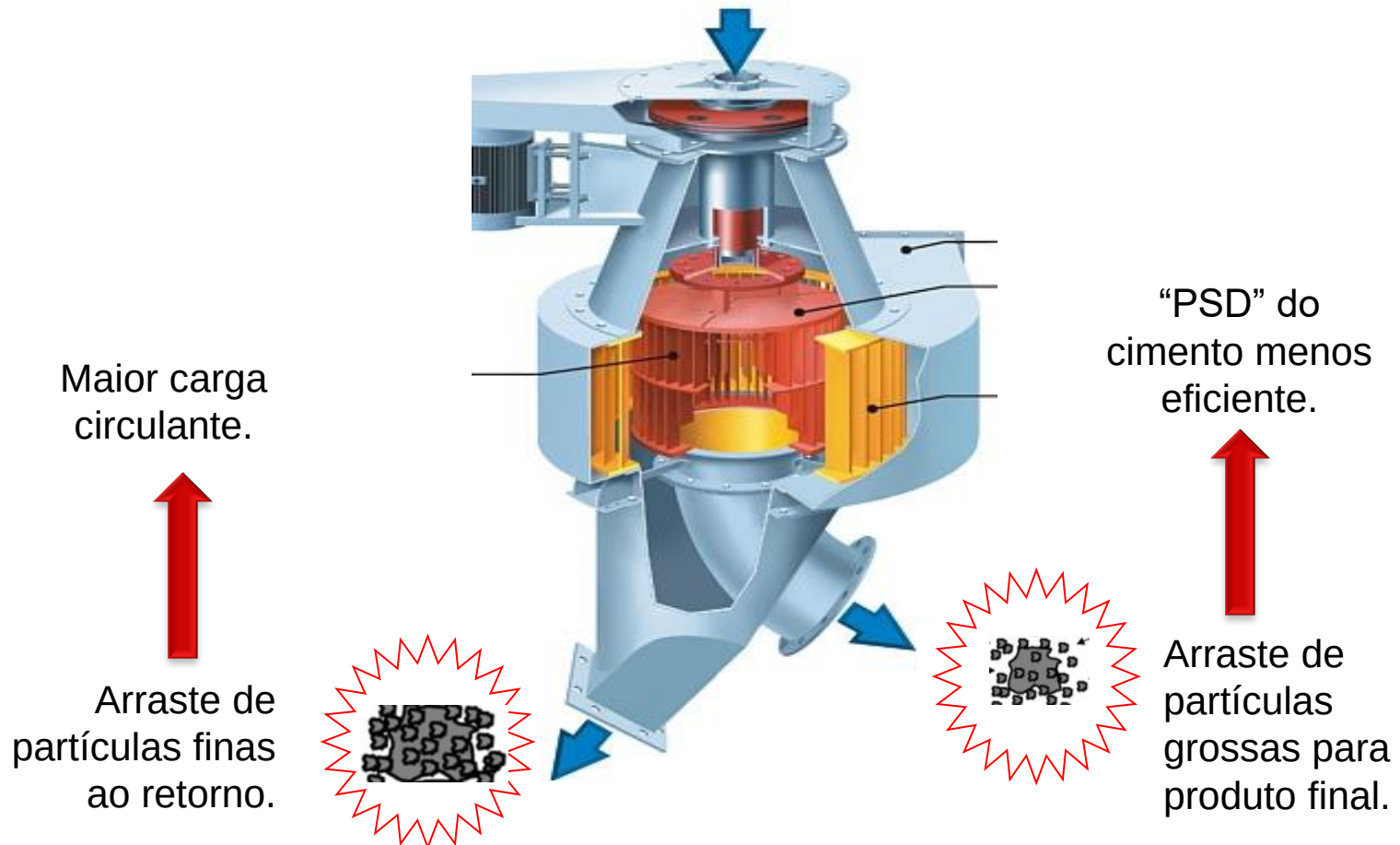


- **“Coating”**



Fenômenos Indesejados

■ Efeitos no Separador:

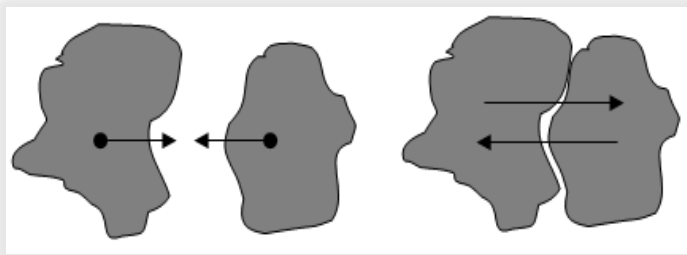


Causas da aglomeração

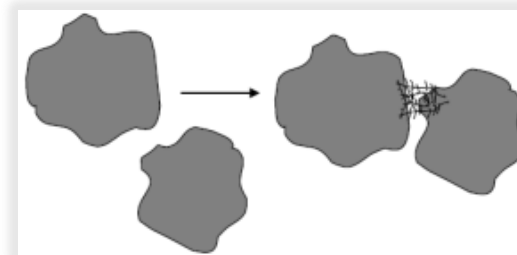
Forças de
atração
entre as
partículas

Físicas
Mecânicas
Químicas
Termodinâmicas

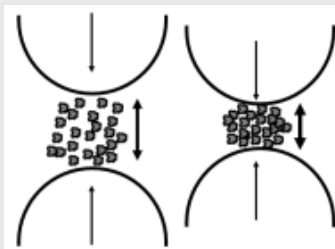
- Físicas: **Cargas Superficiais**



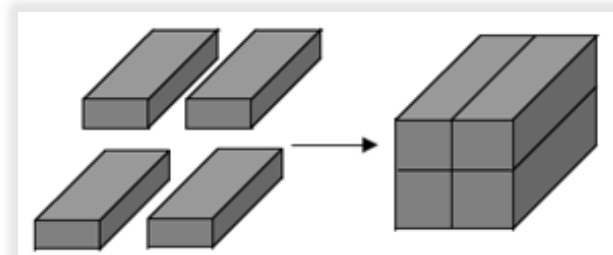
- Químicas: **Pontes de Hidrogênio**



- Mecânicas: **Empacotamento**



- Termodinâmica: **Empacotamento**



Aditivos para moagem: como funcionam?

- A principal influência de um aditivo no processo é reduzir os efeitos das forças de atração entre as partículas.
 - Aumento da dispersão de partículas finas & direcionamento ao produto final.

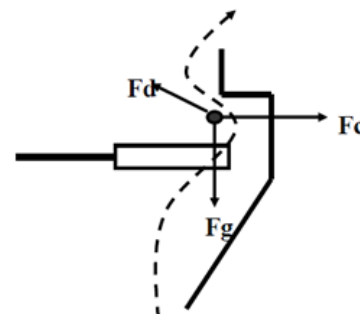


- Funcionam em todos os tipos de Separadores (1º, 2º, 3º geração).
- Funcionam em todos os tipos de sistemas de moagem: M. Bolas, M. Vertical de Rolos, Prensa de Rolos, Horizontal de Rolos.

Eficiência de Separadores

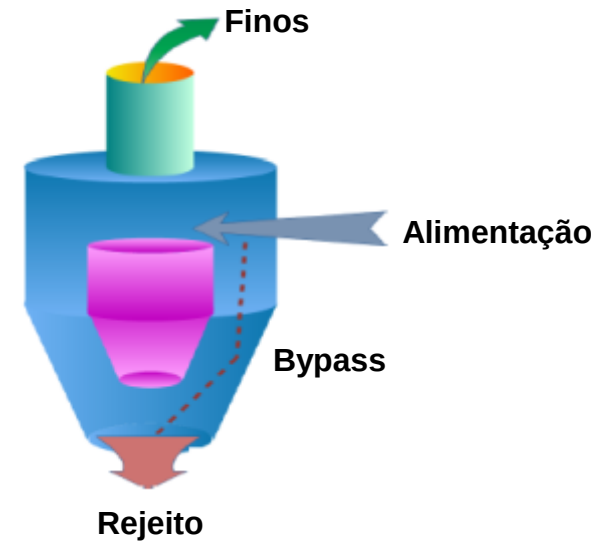
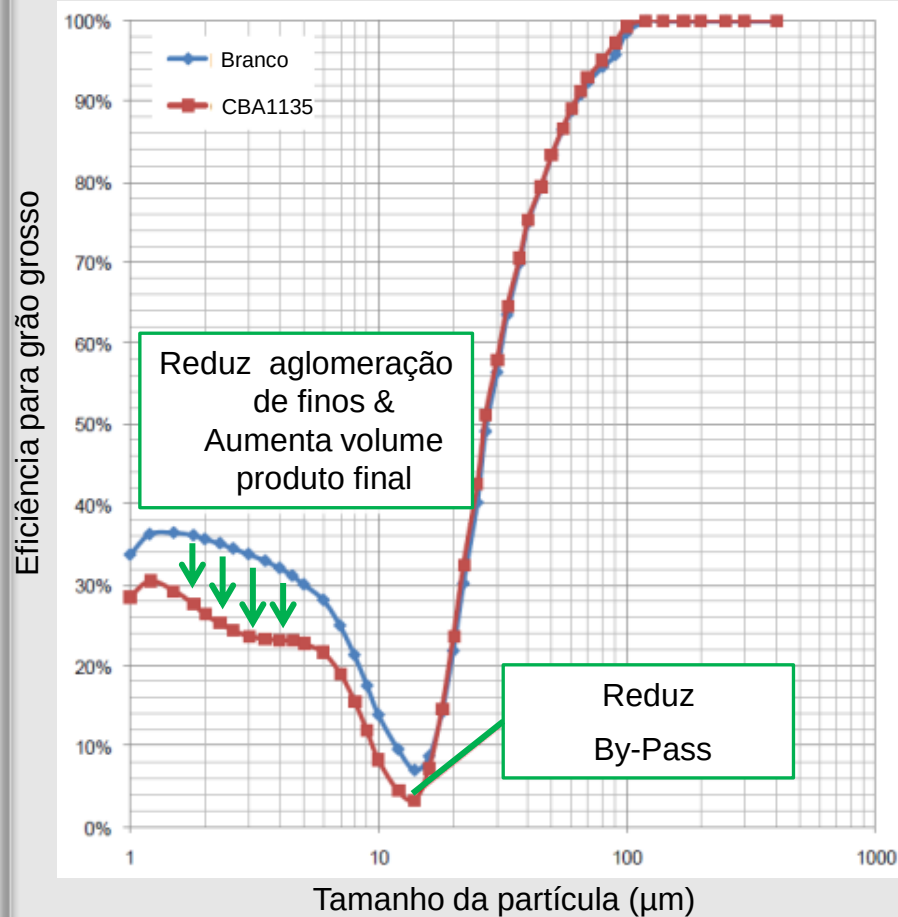
- “Curva de Tromp”.
- Gráfico da probabilidade de uma dada partícula ser retornada para o moinho (=rejeitada) para ser moída novamente.
- Boa eficiência = baixa probabilidade para partículas finas e elevada probabilidade para partículas grossas.
- 100% eficiência: a curva seria uma linha reta na vertical!
- “By-pass”: é a medida que indica a quantidade de material demasiado fino que está “ignorando” o separador e sendo retornado ao moinho.

Fg: Força da gravidade
Fd: Força de arraste do ar
Fc: Força centrípeta/tangencial



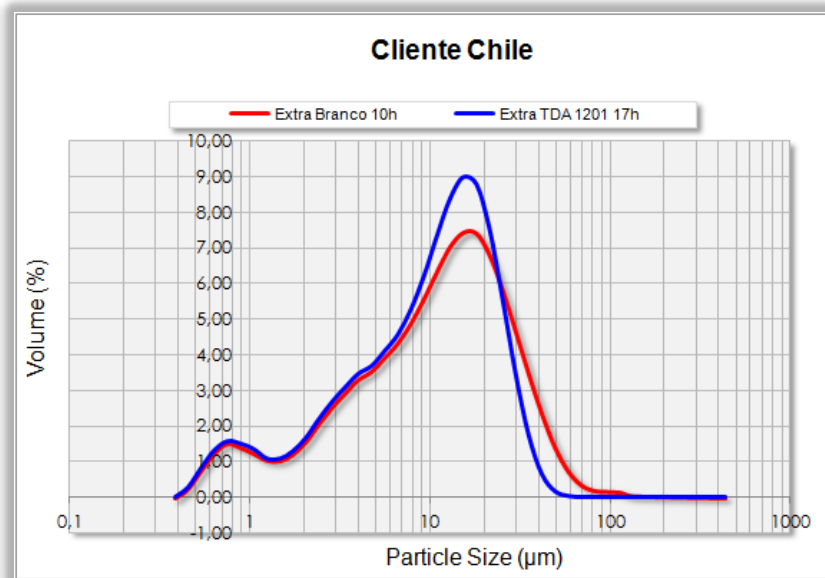
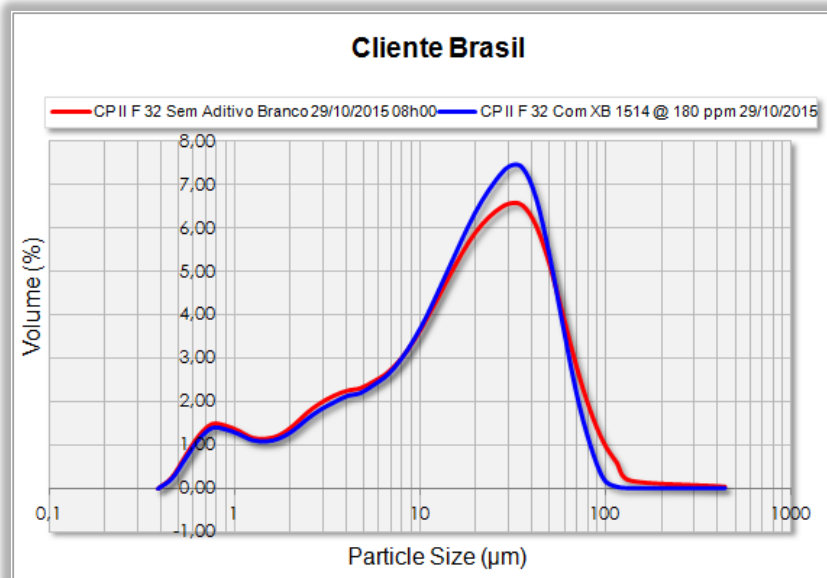
Eficiência de Separadores

Curva de Tromp



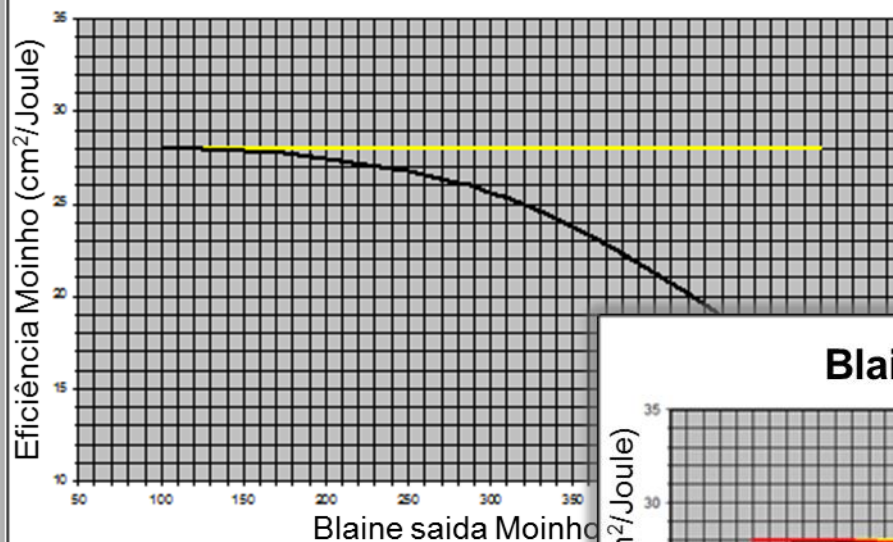
Influência em “PSD” & hidratação

- O potencial para desenvolvimento das resistências está relacionado a uma curva PSD mais estreita.
 - 30 micra: 80% hidratados a 28 d.
 - 50 micra: 60% hidratados a 28 d.



Influência dos Aditivos em M. Bolas

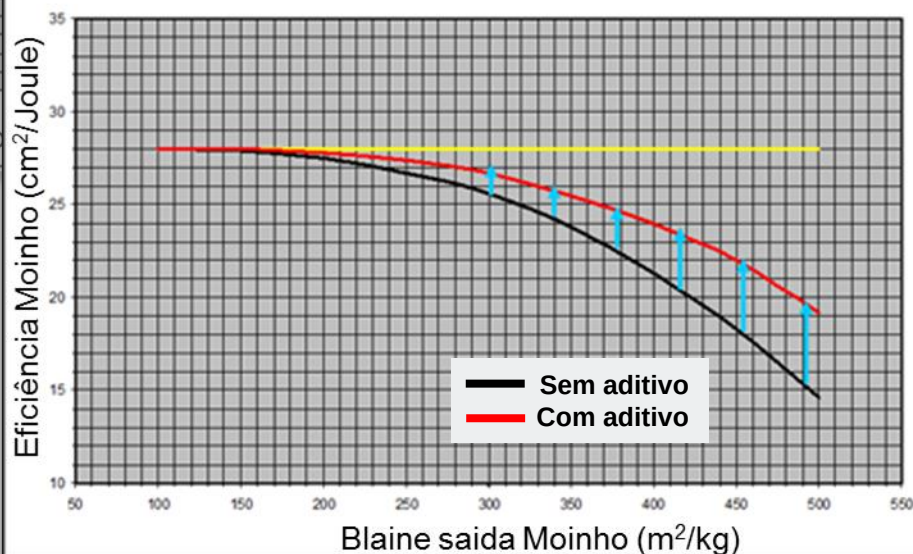
Blaine x Eficiência M. Bolas



↑ Blaine = ↑ Benefício

300 m²/kg ~ 5% ganho
350 m²/kg ~ 10% ganho
400 m²/kg ~ 15% ganho
450 m²/kg ~ 20% ganho
500 m²/kg ~ 25 % ganho

Blaine x Eficiência M. Bolas



Mecanismos de moagem

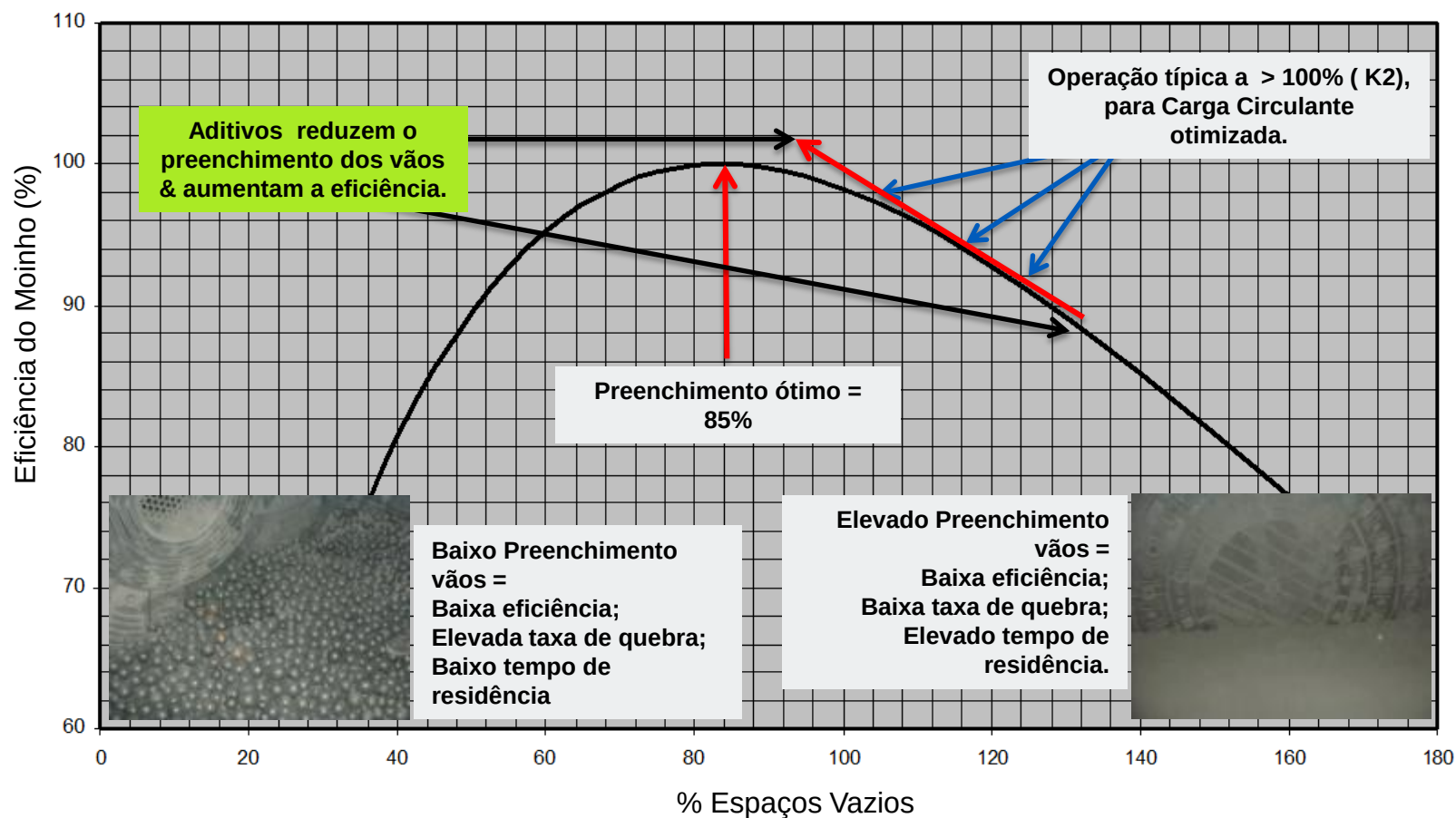
■ Definições:

- **Tempo de residência (u.t):** material retido (t)/alimentação total (t/h).
 - Via rastreamento.
 - Distribuição do tempo de residência.
- **Preenchimento de vãos (%):** volume de material no moinho dividido pelo volume de espaços vazios na carga.
 - Via volumes de carga e de material.
 - Via inspeção visual.



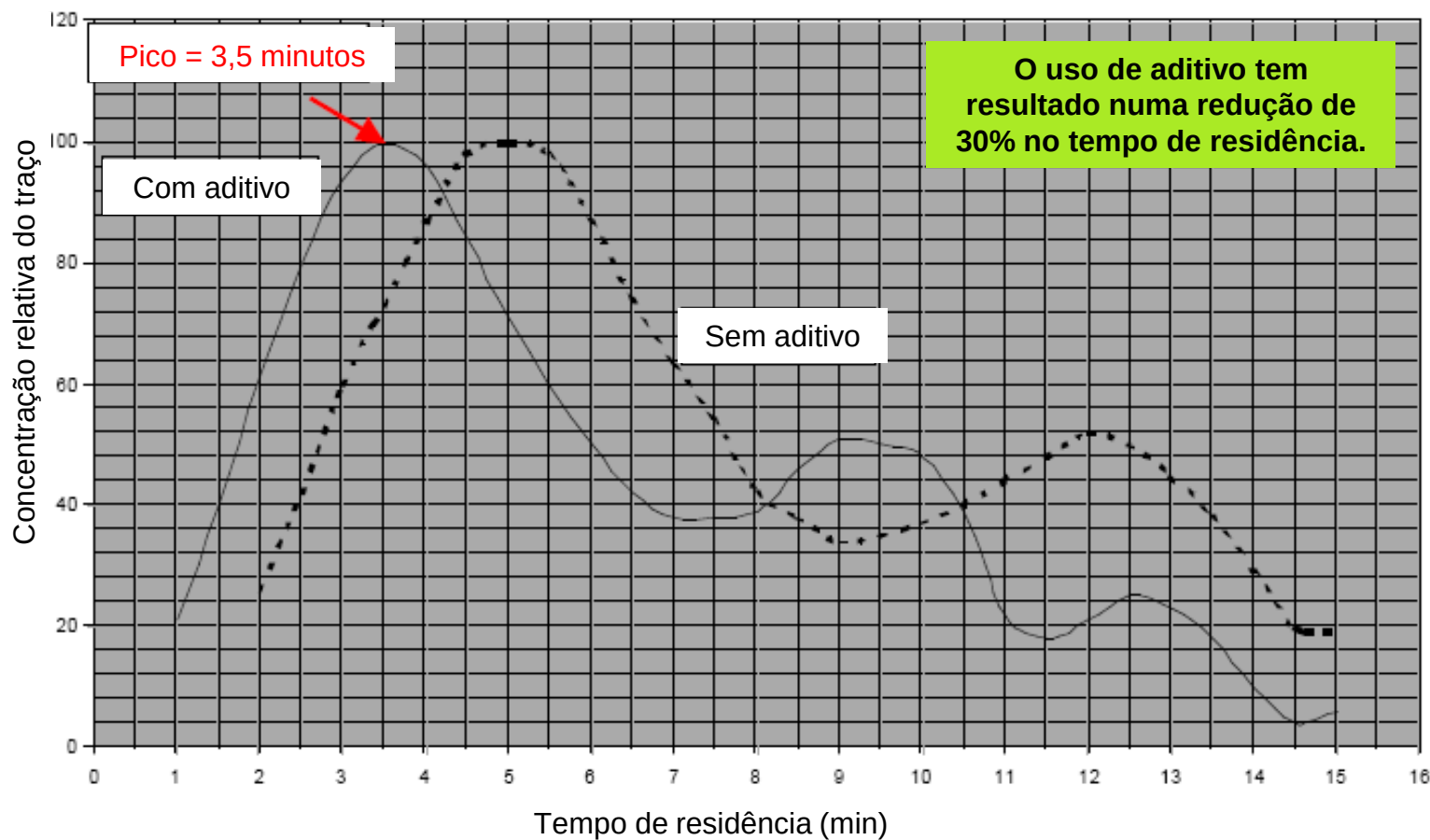
Influência dos Aditivos em M. Bolas

Influência do Nível de Enchimento na Eficiência do Moinho



Influência dos Aditivos em M. Bolas

Distribuição do Tempo de Residência



Resumo das influências em M. Bolas

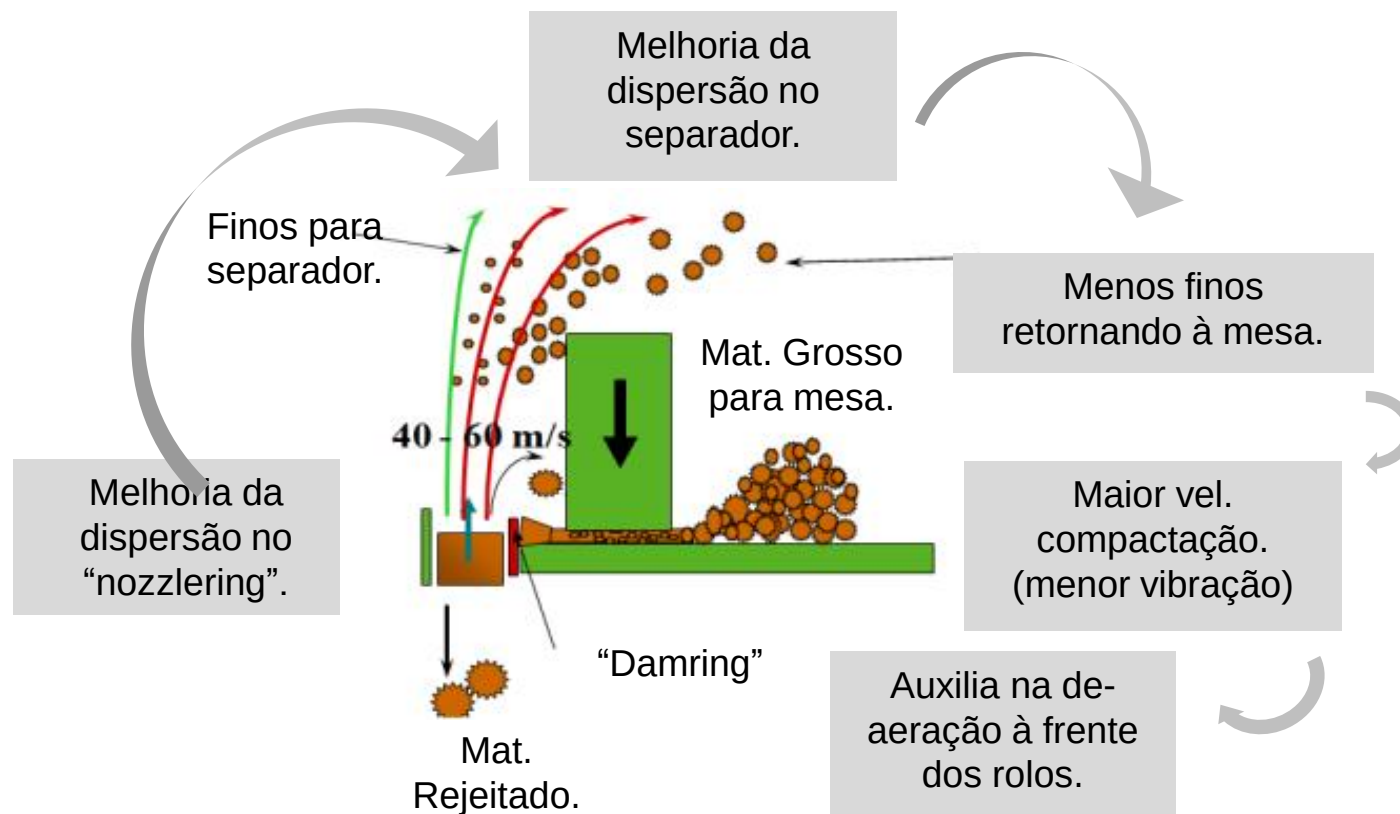
- **Eficiência de moagem pode aumentar de 0 – 30%.**
 - **Redução da aglomeração e “coating” nas partes internas do moinho:**
 - Até 10% de benefício.
 - Mais significativo em cimentos mais finos (podendo ser acima de 10%).
 - **Melhoria da dispersão da alimentação do separador, aumentando eficiência e reduzindo “by-pass”:**
 - Até 5% de benefício.
 - Mais significativo em separadores antigos.
 - **Redução do nível de enchimento do moinho.**
 - Benefício de 10% ou mais.
 - Pode ter efeito negativo em alguns casos.
 - Mais significativo em moinho com elevado nível de enchimento.

Influência dos Aditivos em M. Vertical de Rolos

- Os mecanismos envolvidos são similares ao que se observam em M. Bolas. Contudo, a ação nestes moinhos é distintamente diferente.
- Agrega benefícios específicos à operação: vibração melhor controlada via estabilização da camada.
- E à qualidade: possibilidade de redução da injeção de água e redução de super finos.

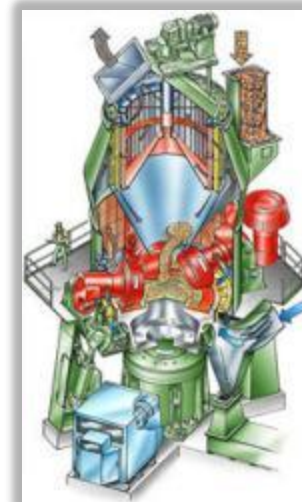


Influência dos Aditivos em M. Vertical de Rolos



Resumo das influências em M. Vertical de Rolos

- Aumento da produtividade de 5 – 30%
- Redução da quantidade de água necessária para estabilização da camada em 10 – 30%.
 - Inclusive casos em que foi possível eliminar a injeção de água.
- Redução na vibração do Moinho de 5 – 25%.



Casos Reais

■ Moagem de Bolas & Aumento de Produtividade.

Cliente Brasil - Sudeste (CPVARI)				
Tipo aditivo	GA	GA	GA	GA
Aditivo	Outro	EXP3081	Outro	EXP3080
Dosagem (g/t)	370	370	390	390
Produtividade (t/h)	64	74	66	77
Retorno (t/h)	152	170	191	163
Saída (%)	-	116%	100%	117%
Potência (kW)	3558	3509	3480	3520
CEE (kWh/t)	55,6	47,4	52,7	45,7
Blaine (cm ² /g)	4800	4765	4870	4750
#325	0,7	0,7	0,8	0,7
By pass	25	10	-	10
By pass secundario	47	29	-	34

Casos Reais

- Moagem Vertical & Aumento de Resistências e Produtividade.

Cliente Brasil - Sul (CPIIF40)				
Tipo aditivo	GA	QI		
Aditivo	Outro	EXP1851		
Dosagem (g/t)	-	450	600	800
Produtividade (t/h)	170	174	179	183
Saída (%)	-	102%	108%	116%
Potência (kW)	2743	2850	2950	2960
CEE (kWh/t)	16,1	16,4	16,5	16,2
Blaine (cm ² /g)	4250	4150	3890	4120
#325	2,3	1	1,4	0,5
R1	-	107%	112%	116%
R7	-	107%	115%	121%
R28	-	107%	123%	120%

OBRIGADA!

- E-mail: thais.araujo@gcpat.com
- Contato: (031) 9 8416 6752