



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



Performance de Cimentos Compostos com a Adição de Calcário

Rodrigo Brito, Vitor Vermelhudo e
Angela Nunes – Supremo Cimento S.A

Realização



Agenda

- **Introdução**
- **Especificação de Produto**
- **Performance Técnica**
 - Reologia/Trabalhabilidade
 - Resistência Mecânica
 - Durabilidade
 - Normalização
- **Vantagens Ambientais**
- **Conclusões**

Introdução

- Cimentos Compostos ?
 - Aumento eficiência energética
 - Aumento desempenho ambiental
 - Rentabilização dos recursos naturais



Cimentos compostos de elevado desempenho, com emissões e consumos energéticos bem menores, quando comparados com cimentos com maiores taxas de incorporação de clínquer

Especificação de Produto

- **Performance do produto impostas pelo mercado e clientes**
– “cumprir a especificação técnica do concreto ao menor preço”
- **Disponibilidade de adições**
- **Performance e reactividade do clínquer**
- **Constrangimentos de produção**
- **Requisitos normativos**



**Minimizar desvios na
resistência mecânica e
necessidade de água**



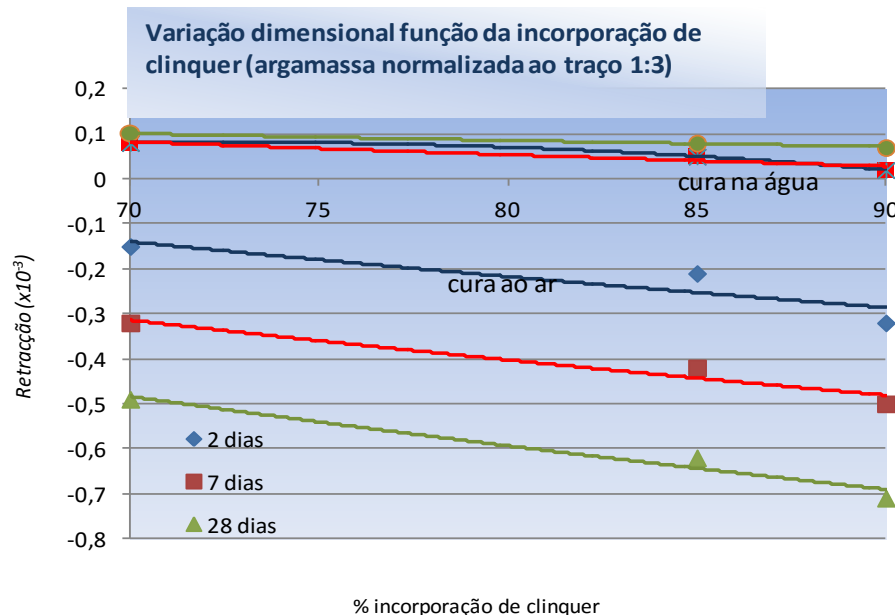
- **Otimização da performance e reactividade do clínquer**
- **Moagem de alta eficiência**
- **Aditivos de moagem**
- **Procedimentos de controlo de qualidade e processo**

Performance Técnica – Reologia/Trabalhabilidade

- Controlo da relação água/cimento – Recurso a adjuvantes

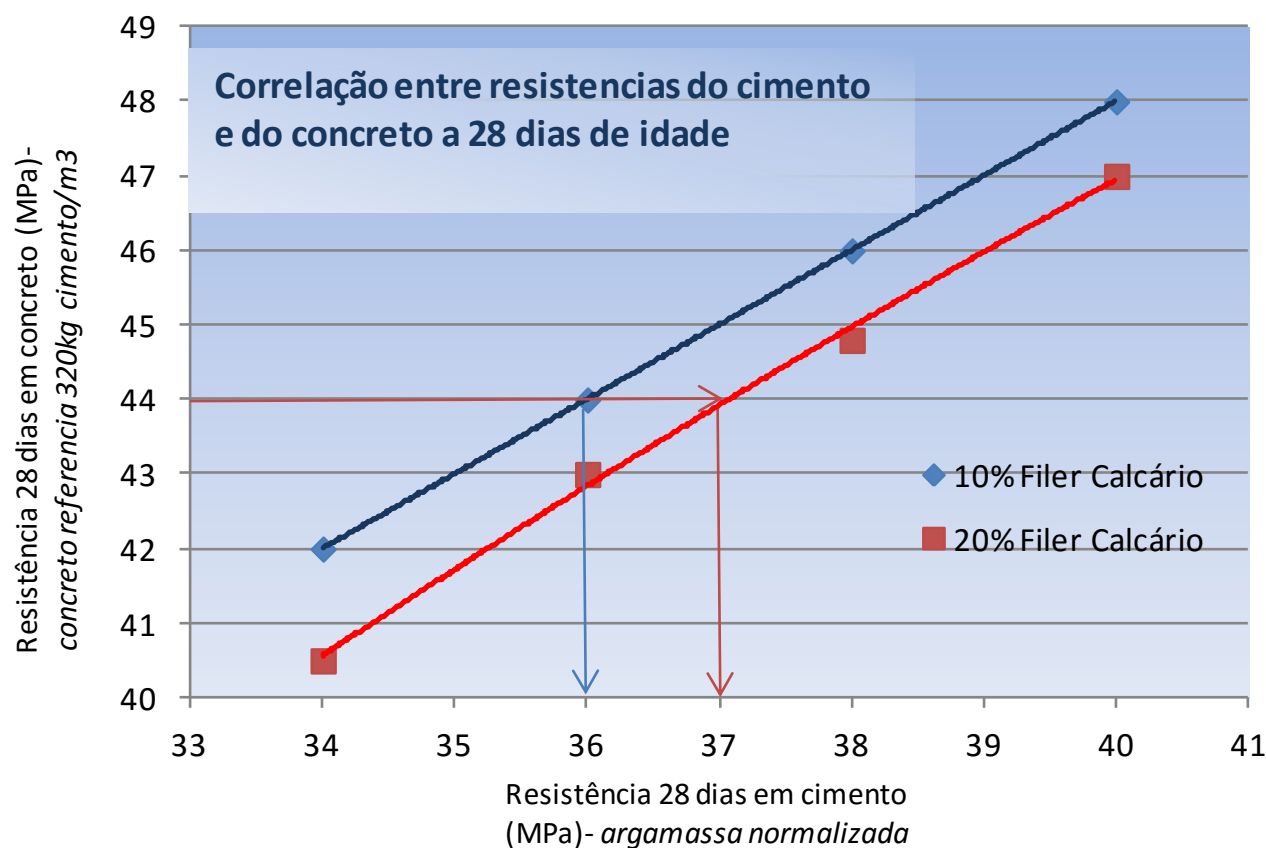


- Redução de cerca de 30% da retracção
- Redução da tendência para a fissuração
- Melhor controlo da trabalhabilidade e tempo de pega

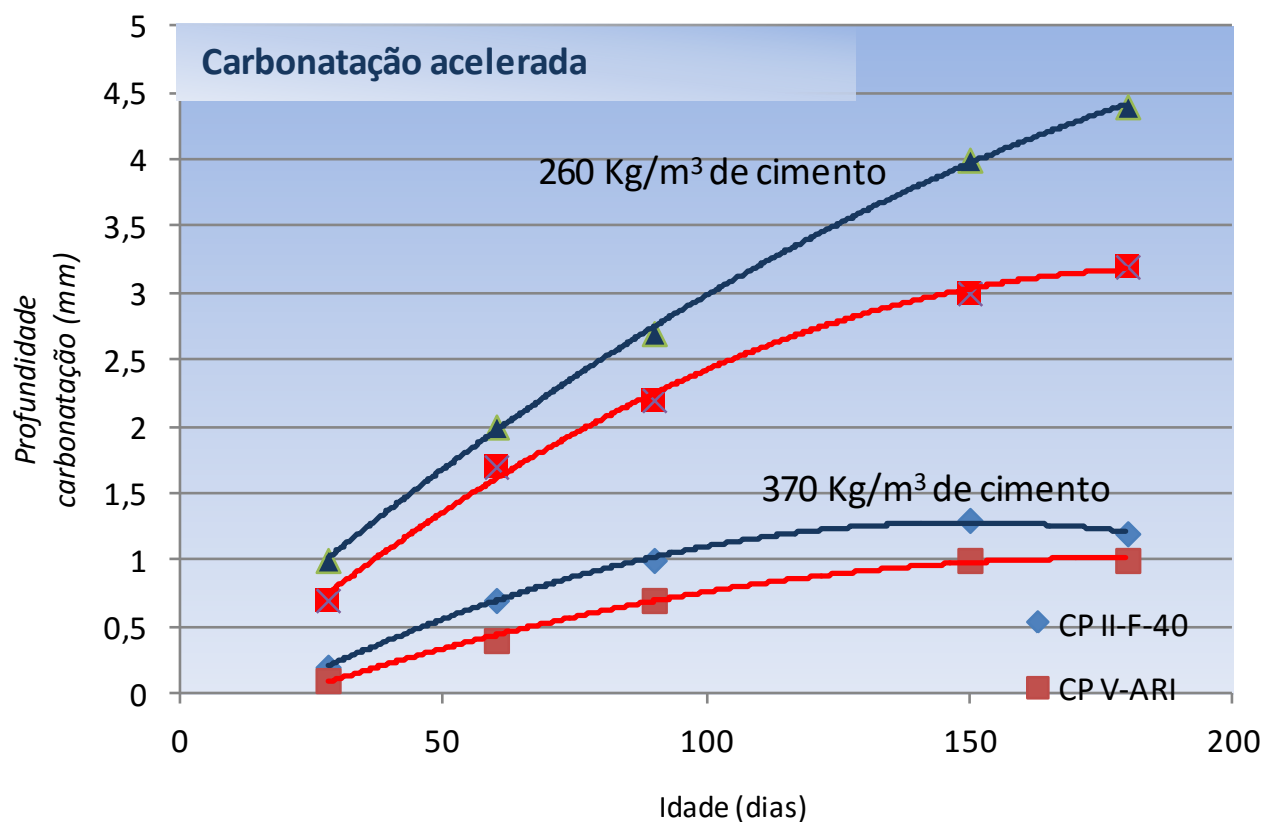


Performance Técnica – Resistência Mecânica

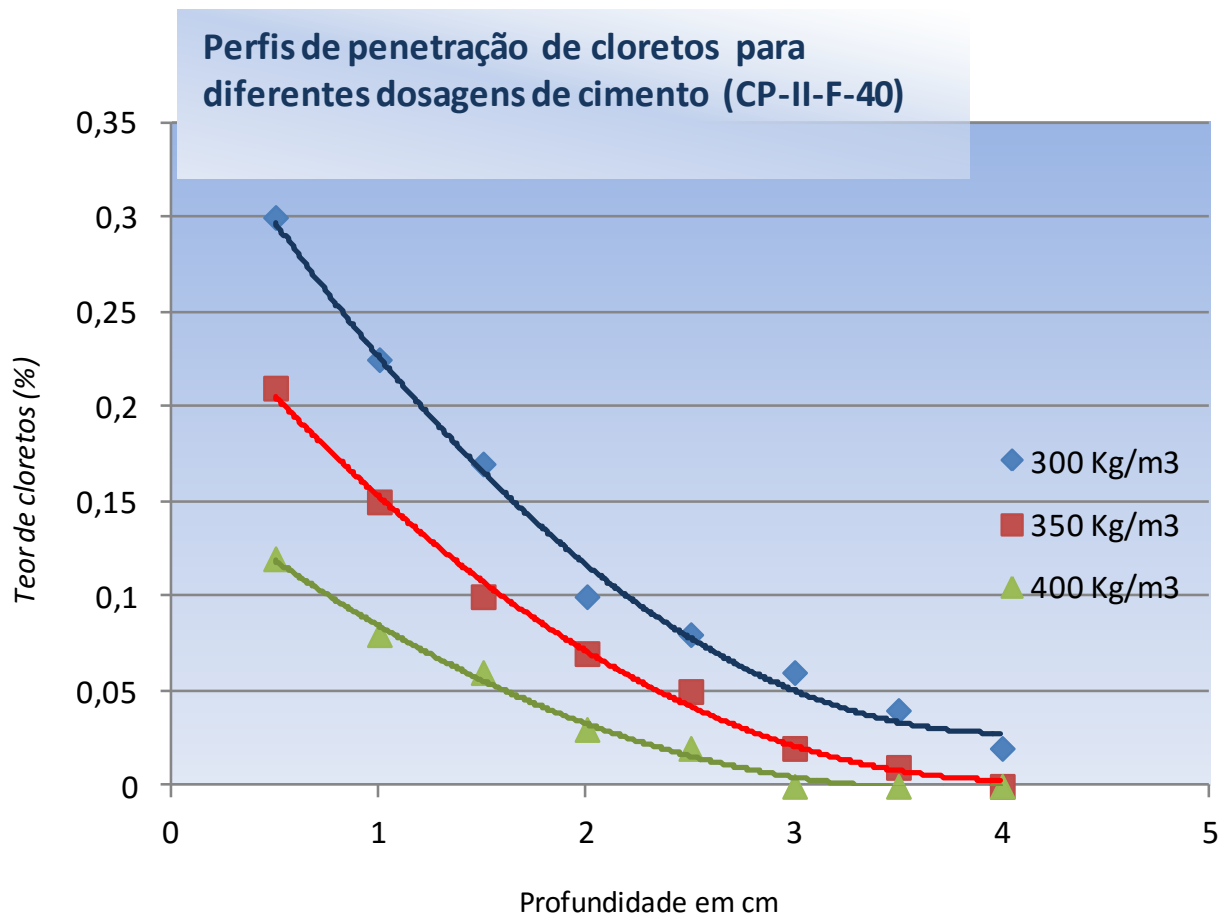
Fase clínquer mais reactiva



Performance Técnica – Durabilidade (Carbonatação)



Performance Técnica – Durabilidade (Claretos)



Performance Técnica – Durabilidade

- Menor tendência para a fissuração
- Resistência ao ataque por sulfatos
- Menor formação de etringite
- Reações álcalis do cimento/silica livre dos agregados

Normalização

Tabela 1 - Teores dos componentes do cimento Portland composto

Sigla	Classe de resistência	Componentes (% em massa)			
		Clinker + sulfatos de cálcio	Escória granulada de alto-forno	Material pozzolânico	Material carbonático
CP II-E	25 32 40	94-56	6-34	—	0-10
CP II-Z	25 32 40	94-76	—	6-14	0-10
CP II-F	25 32 40	94-90	—	—	6-10

Normalização

Limites da composição e da classe de resistência do betão sob acção do dióxido de carbono, para uma vida útil de 50 anos

Tipo de cimento	CEM I (Referência); CEM II/A ⁽¹⁾				CEM II/B ⁽¹⁾ ; CEM III/A ⁽²⁾ ; CEM IV ⁽¹⁾ ; CEM V/A ⁽¹⁾			
Classe de exposição	XC1	XC2	XC3	XC4	XC1	XC2	XC3	XC4
Mínimo recobrimento nominal (mm)*	25	35	35	40	25	35	35	40
Máxima razão água/cimento	0,65	0,65	0,60	0,60	0,65	0,65	0,55	0,55
Mínima dosagem de cimento, C (kg/m³)	240	240	280	280	260	260	300	300
Mínima classe de resistência	C25/30 LC25/28	C25/30 LC25/28	C30/37 LC30/33	C30/37 LC30/33	C25/30 LC25/28	C25/30 LC25/28	C30/37 LC30/33	C30/37 LC30/33

(¹) Não aplicável aos cimentos II/A-T e II/A-W e aos cimentos II/B-T e II/B-W, respectivamente.

(²) Não aplicável aos cimentos com percentagem inferior a 50% de clínquer portland, em massa.

Limites da composição e da classe de resistência do betão sob acção dos cloretos, para uma vida útil de 50 anos

Tipo de cimento	CEM IV/A (Referência); CEM IV/B; CEM III/A; CEM III/B; CEM V; CEM II/B ⁽¹⁾ ; CEM II/A-D			CEM I; CEM II/A ⁽¹⁾		
Classe de exposição	XS1 / XD1	XS2 / XD2	XS3 / XD3	XS1 / XD1	XS2 / XD2	XS3 / XD3
Mínimo recobrimento nominal (mm)*	45	50	55	45	50	55
Máxima razão água/cimento	0,55	0,55	0,45	0,45	0,45	0,40
Mínima dosagem de cimento, C (kg/m³)	320	320	340	360	360	380
Mínima classe de resistência	C30/37 LC30/33	C30/37 LC30/33	C35/45 LC35/38	C40/50 LC40/44	C40/50 LC40/44	C50/60 LC50/55

(¹) Não aplicável aos cimentos II-T, II-W, II/B-L e II/B-LL.

Vantagens Ambientais

- Emissões e consumos energéticos mais baixos, em comparação com cimentos com menores incorporações
- Redução do factor clínquer de 10%
 - Redução ao nível das emissões de CO₂ acima dos 14%
 - Poupança de energia térmica associada aos combustíveis fósseis na ordem dos 14%



Poupanças económicas – Beneficiar o sector da construção com impacto no país

Conclusões

- Acréscimo de eficiência técnica e ambiental
- Responde às necessidade de mercado e indústria – sustentabilidade
- Responde às exigências requeridas ao concreto estrutural



Muito Obrigado!