



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

ORGANIZAÇÃO



PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames  
ArcelorMittal  
Escolha qualidade.

BEKAERT  
Tornar o melhor  
ainda melhor

BETOMAQ  
SOMERO  
ENTERPRISES, INC.

Fernandes  
engenharia

APOIO INSTITUCIONAL

Abcic

Associação Brasileira de Cimento Portland

20 ANOS ANO ABECE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM ABESC

ABOL ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

ABRAFATI

ABRALIMP

IBRACON

PINI

## Concreto na indústria da construção de pisos industriais

- Eng<sup>o</sup> Arcindo A. Vaquero y Mayor
- Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem - ABESC



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## Currículo

Engenheiro civil formado na Universidade Mackenzie, com cursos de aperfeiçoamento nos Estados Unidos e na Suíça.

Consultor na área de tecnologia do concreto dosado em central e meio ambiente, atualmente trabalha para a ABESC (Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem) e é Vice Presidente Técnico na FIPH (Federación Ibero Americana de Hormigón Premezclado).

É responsável por mais de 15 milhões de m<sup>3</sup> de concretos aplicados.



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



# ABESC

- **Órgão oficial, representativo do setor.**
- **As empresas associadas respondem por 80% do mercado.**
- **Objetivos:**
  - Desenvolvimento Técnico.
  - Apoio a Associados e Construtores.
  - Formação e Aperfeiçoamento.

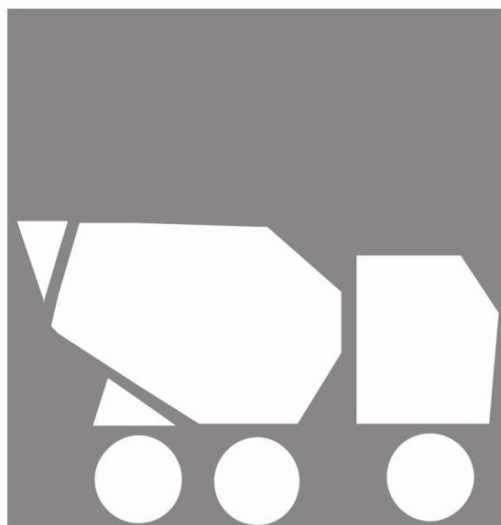


# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



# ABESC

- PSQ - PBQP-H
- Responsabilidade Sócio-Ambiental
- Auditorias nas Centrais
- Governança Corporativa



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## Apoio



Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado

IBEROAMERICAN FEDERATION OF READY MIXED CONCRETE



Associação Brasileira de Cimento Portland



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## Consumo de Concreto m<sup>3</sup>/ hab x ano

- Espanha 2,25
- Irlanda 2,24
- Estados Unidos 1,14
- América Latina 0,14
- Brasil 0,13





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.

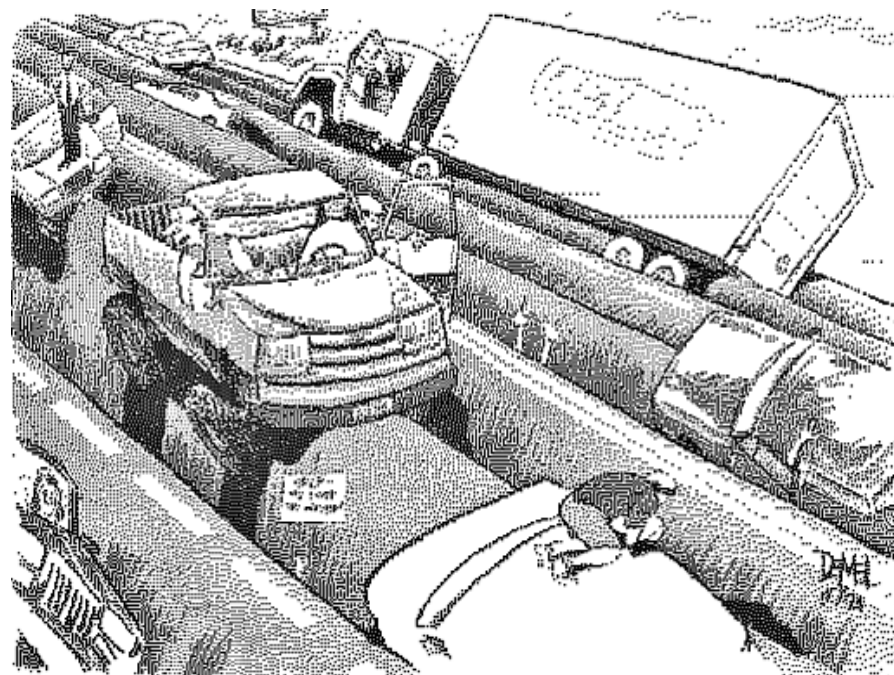


APOIO INSTITUCIONAL



## PAVIMENTO DE CONCRETO

Vida útil de um pavimento



Uma das vias mais movimentadas de New York e talvez do mundo foi repavimentada com concreto depois de sucessivos recobrimentos com asfalto.



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## CONCRETO

O que desejamos?

- **Trabalhabilidade**
- **Resistência na idade de controle (j)**
- **Durabilidade (reações deletérias, baixa porosidade...)**
- **Rigidez**
- **Estabilidade dimensional**
- **Características especiais: exsudação, cor, massa específica, etc**
- **Economia**



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## CONCRETO

### Quais seus componentes?

- **Cimento Portland:** CP II E 32; CP III 40, CP IV 40; CP V ARI, etc
- **Materiais inertes:**
  - Agregados miúdos:  $\phi \text{ max} \leq 4,8 \text{ mm}$
  - Agregados graúdos:  $\phi \text{ max} > 4,8 \text{ mm e} \leq 32\text{mm}$
- **Água**
- **Aditivos:** Plastificantes, Superplastificantes, Retardadores, Aceleradores, Modificadores de Viscosidade, etc
- **Adições:** Fibras metálicas, de nylon ou de polipropilenos, Sílica Ativa, Metacaulim, etc



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

APOIO INSTITUCIONAL

Belgo Bekaert Arames

BETOMAQ

Fernandes engenharia

AcelorMittal BEKAERT

SOMERO ENTERPRISES, INC.

Escolha qualidade.

Abcic

Associação Brasileira de Cimento Portland

20 ANOS ANHABECE

Associação Brasileira de Cimento Portland

ABOL

ABRASILIMP

Associação Brasileira de Cimento Portland

Associação Brasileira de Cimento Portland

PINI



ABESC

## CONCRETO DOSADO EM CENTRAL

### PÁTIO DE AGREGADOS



### CENTRAL DOSADORA

Dosador, hidrômetro e balanças  
- aferições trimestrais,  
conforme a NBR-7212



### Agregados miúdos

- granulometria
- massa específica e massa unitária
- material pulverulento
- teor de argila em torrões
- teor de partículas
- umidade superficial
- impurezas orgânicas



### Cimento

- finura
- área específica
- tempo de pega
- expansibilidade
- resistência à compressão
- calor de hidratação

### Agregados graúdos

- granulometria
- massa específica e massa unitária
- material pulverulento
- teor de torrões de argila
- abrasão Los Angeles
- coeficiente de forma
- teor de partículas leves



### Água

- matéria orgânica
- resíduo sólido
- sulfatos
- cloretos
- açúcar
- pH

### Aditivos

- pH
- teor de sólidos
- massa específica
- desempenho no concreto
- compatibilidade entre aditivos



### SILO DE AGREGADO

### OBRA

### Concreto fresco

- consistência
- moldagem dos corpos-de-prova
- ar incorporado
- temperatura



### Concreto endurecido

- resistência à compressão
- massa específica
- extração de testemunhos
- ensaios de esclerometria ultra-som, raio x, etc





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## LABORATÓRIOS

### CONTROLE DA QUALIDADE

#### OBJETIVOS:

- ✓ Attingir as especificações contratadas pelo Cliente, com a menor dispersão (desvio padrão) e o menor custo.
- ✓ Direcionar a capacitação





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## LABORATÓRIO I



- ✓ Fôrmas para corpos de prova (15 x 30 ou 10 x 20)
- ✓ Cone de slump
- ✓ Frigideira, fogão e balança
- ✓ Capeador de enxofre
- ✓ Prensa
- ✓ Tanque de água ou camara umida



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## LABORATÓRIO II

Equipamentos do Laboratório I +

- ✓ Fôrmas para corpos de prova (5 x 10)
- ✓ Betoneira 350 l
- ✓ Tubos de ensaio (matéria orgânica)
- ✓ Esclerômetro
- ✓ Agulha de Vicat
- ✓ Peneirador
- ✓ Argamassadeira





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.

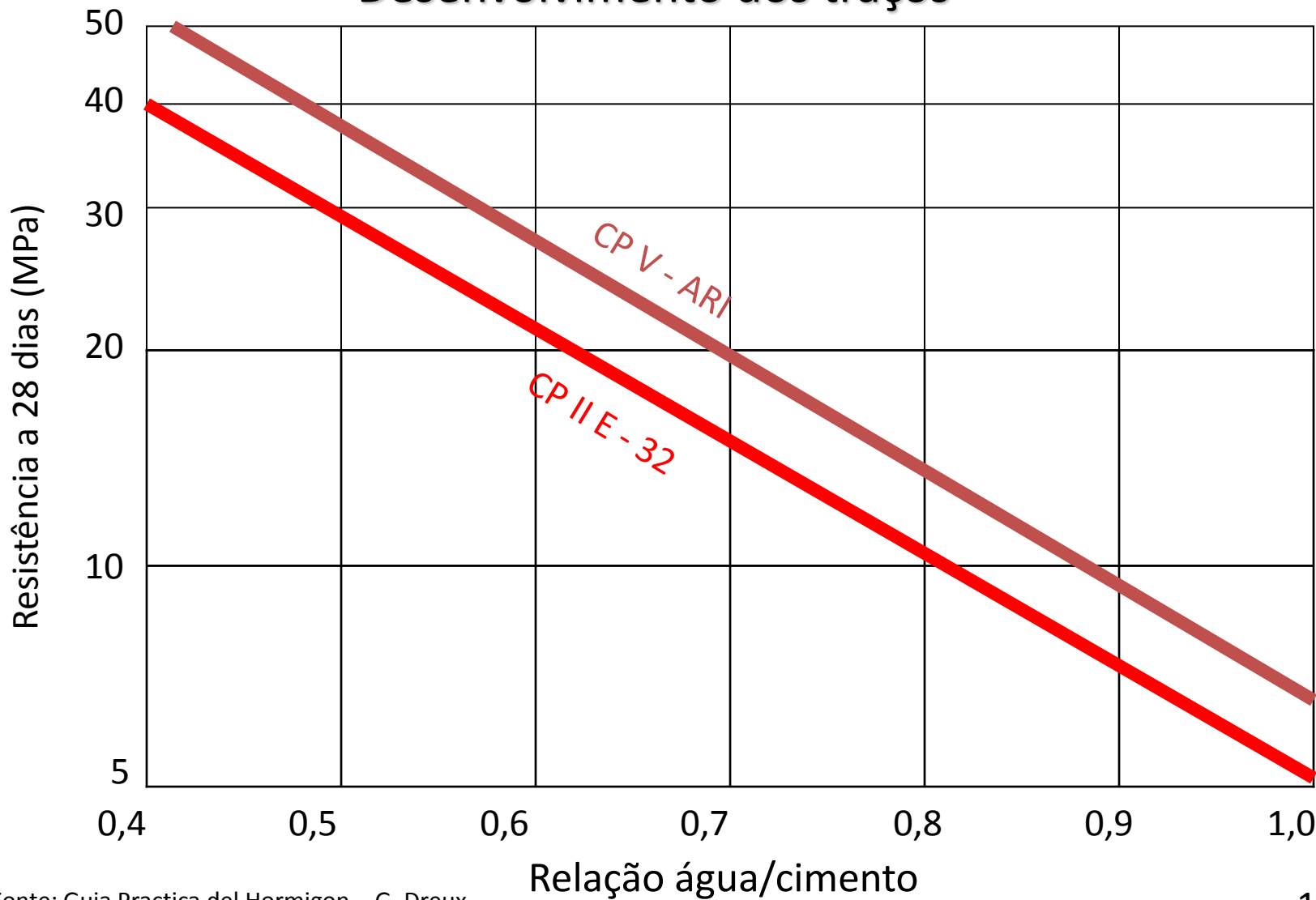


APOIO INSTITUCIONAL



## Desenvolvimento dos traços

## Curva de Abrams



Fonte: Guia Practica del Hormigon – G. Dreux





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## RESISTÊNCIA, EM MPa, AOS 28 DIAS PARA VÁRIOS TIPOS DE CIMENTOS

Tipo de Cimento	Relação A/C				
	0,65	0,6	0,55	0,5	0,45
CPI - 32	28	32	37	41	47
CPII - 32	24	28	31	35	39
CPII - 40	28	32	36	41	46
CPIII - 32	23	27	31	36	41
CPIII - 40	27	32	37	42	49
CPIV - 32	24	28	32	36	41
CPV - ARI/ RS	30	33	38	42	46
CPV - ARI	33	38	42	47	53



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.

BETOMAQ



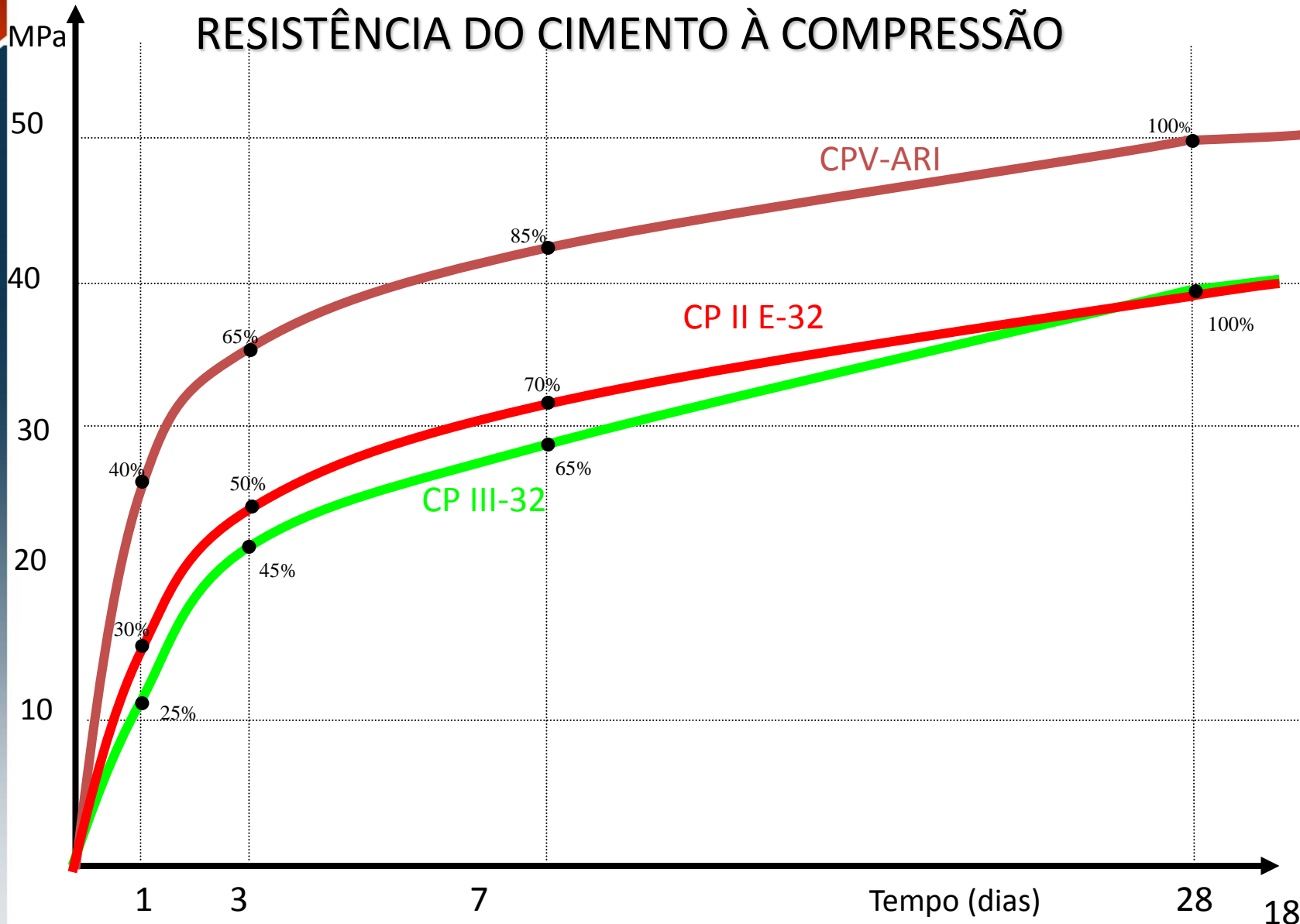
SOMERO ENTERPRISES, INC.



APOIO INSTITUCIONAL



## RESISTÊNCIA DO CIMENTO À COMPRESSÃO





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Influência da relação A/C em algumas características do concreto

### Relação A/C BAIXA

- ↑ - Compressão Axial
- ↑ - Tração na flexão
- ↑ - Abrasão
- ↓ - Porosidade
- ↓ - Retração
- ↓ - Exsudação / Segregação
- ↑ - Módulo de Elasticidade
- ↑ - Durabilidade



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



Forma	Agregados miúdos naturais		Agregados miúdos triturados	
	Esférica	Alongada Achatada	Cúbica	Alongada Achatada
				
Formato	Arredondado		Lamelar	
Superfície	Lisa		Áspera	
Necessidade de água	aumenta →		aumenta →	
Trabalhabilidade Compactação	diminui →		diminui →	



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



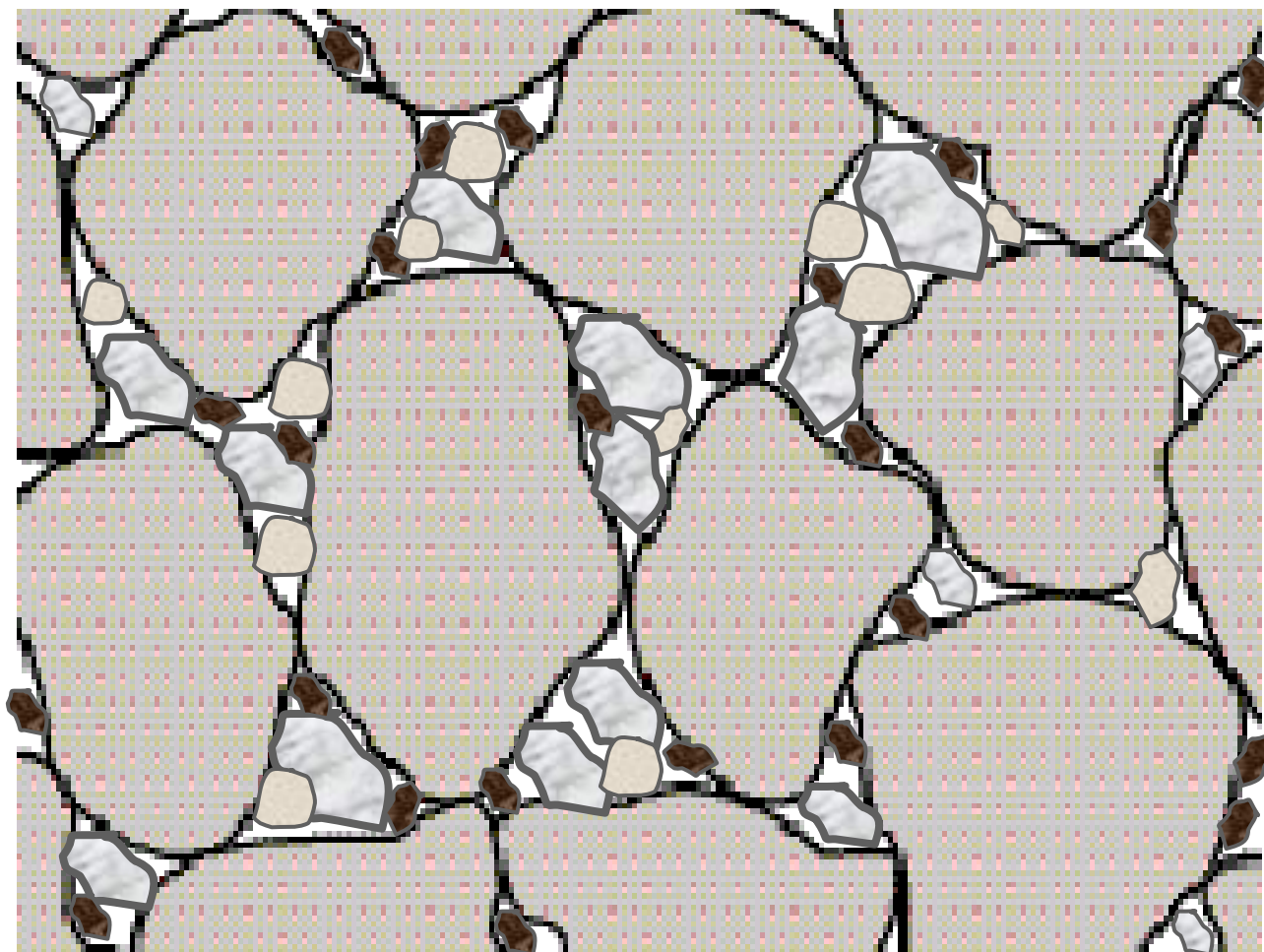
Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## Preenchimento de vazios





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames

BETOMAQ

Fernandes engenharia

ArceLorMittal

BEKAERT

SOMERO ENTERPRISES, INC.

Escolha qualidade.

APOIO INSTITUCIONAL

Abcic

Associação Brasileira de Cimento Portland

20 ANOS ANOABECE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTOS PORTLAND ABCEC

ABOL

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTOS PORTLAND ABCEC

ABRAFATI

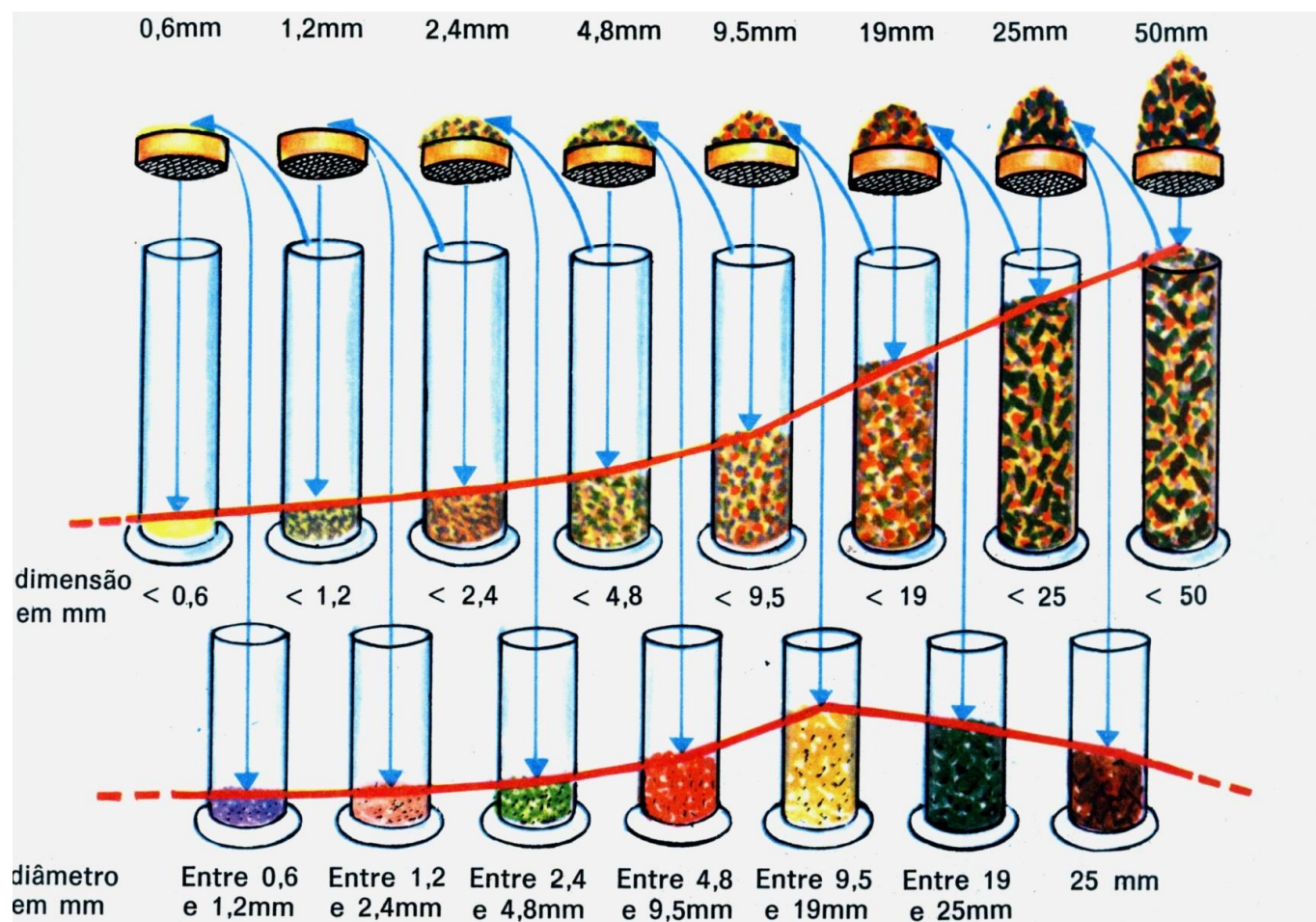
ABRALIMP

ABRACON

PINI

## DOSAGEM

Curva Granulométrica Total e Espectro Granulométrico (em volume absoluto ou em peso)





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

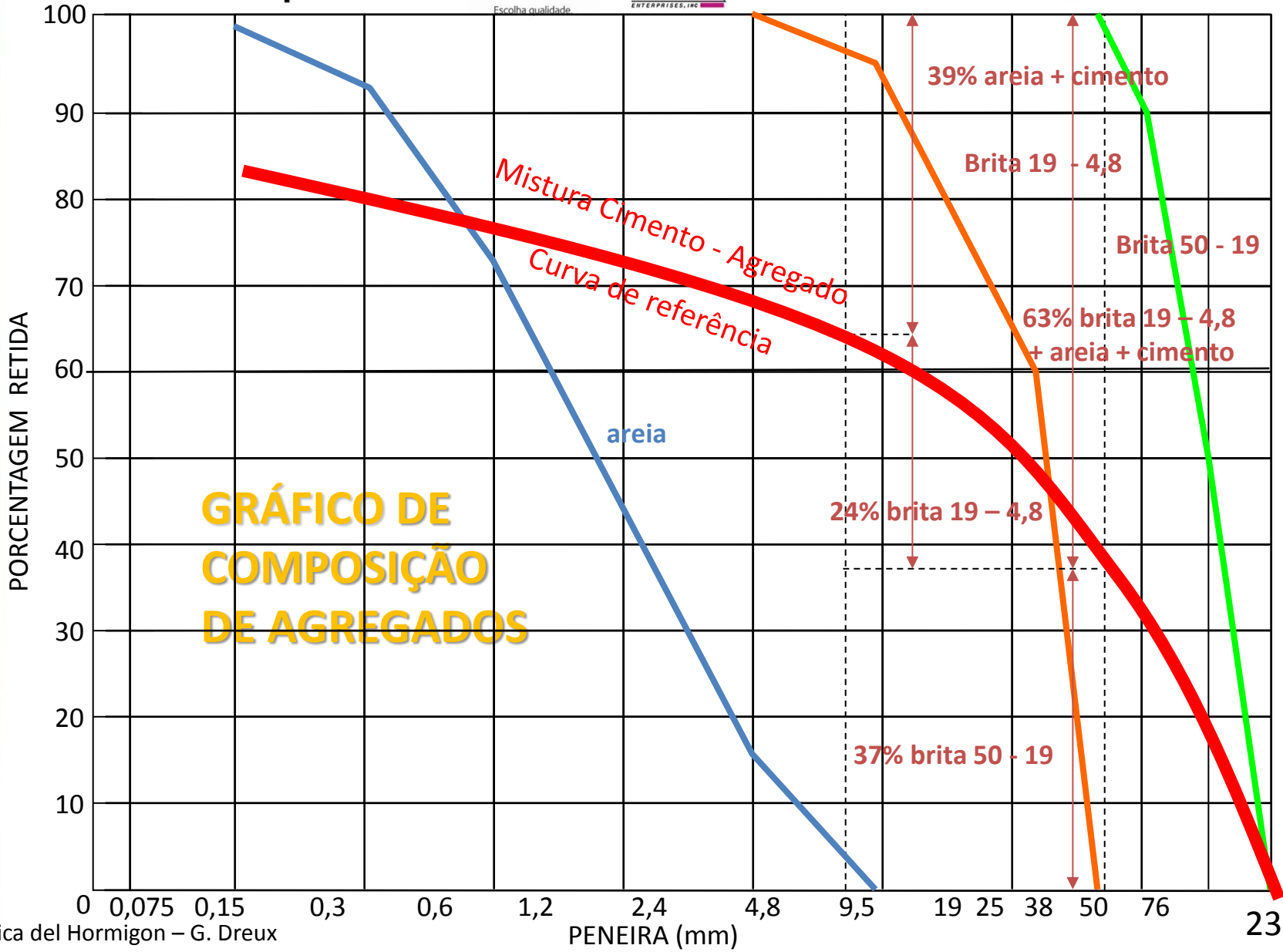
PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



Escolha qualidade.



ANAPRE 10 ANOS

Construindo Conhecimento

Fonte: Guia Practica del Hormigon – G. Dreux



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## Lista de Especificações de Concreto - ABESC

- Contratante: \_\_\_\_\_ de: / /
- Contrato nº: \_\_\_\_\_
- Especificações Obrigatórias:
- fck: \_\_\_\_\_ MPa ou
- fctm,k: \_\_\_\_\_ MPa
- Consumo de aglomerante: \_\_\_\_\_ kg/ m<sup>3</sup>
- Idade de Controle: \_\_\_\_\_ horas ou dias
- Classe de Agressividade: ( ) I ( ) II ( ) III ( ) IV
- Concreto: ( ) Armado ( ) Protendido
- Dimensão Máxima do Agregado: \_\_\_\_\_ mm
- Aplicação: ( ) Normal ( ) Bombeável





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## •Trabalhabilidade:

( ) S10 Slump de 10 a 45 mm

( ) S50 Slump de 50 a 95 mm

( ) S100 Slump de 100 a 155 mm

( ) S160 Slump de 160 a 215 mm

( ) S220 Slump igual ou superior a 220 mm

## •( ) Auto-Adensável - Teste de Espalhamento

( )SF1 550 a 650 mm

( )SF2 660 a 750 mm

( )SF3 760 a 850 mm

## Especificações Complementares:

•  $f_{cj}$  MPa

• Idade de Controle (j):

horas ou dias



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Módulo de Elasticidade:

- ( ) Tangente Inicial GPa ( ) secante
- Com qual resistência: MPa
- Idade de Controle: dias

## Necessidades Específicas:

- Massa específica: kg/ m<sup>3</sup>
- Fibras: ( ) aço ( ) polipropileno ( ) nylon
- Quantidade: kg/ m<sup>3</sup>

- Cimento (Marca ou Tipo):
- Fator A/C máximo:
- Aditivo específico:
- Outros:

- Volume mínimo por viagem: 3m<sup>3</sup>

• Estas informações são de inteira responsabilidade do contratante e determinarão não só as condições de custos como também de durabilidade.

- As especificações acima devem atender as Normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## • PRINCIPAIS PONTOS

1. Especifique o concreto corretamente
2. Cuidado a trabalhabilidade do concreto
3. Escolha a concreteira
4. Contrate um bom laboratório de controle tecnológico
5. Receba corretamente o concreto na obra
6. Ajuste a trabalhabilidade do concreto
7. Descarregue os caminhões imediatamente após sua chegada
8. Amostre o concreto adequadamente
9. Saiba exatamente onde o concreto foi aplicado: carga a carga
10. Não use concreto de duas ou mais empresas na mesma obra



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## 1 - Especifique o concreto corretamente

- O projetista tem todas as informações para fazer uma correta especificação. É importante estabelecer idades de controle e os seus limites de resistência aceitáveis.
- Use as resistências da nBr 8953, conforme tabela 1.
- Informe uma das quatro classes de agressividade ambiental do local onde a obra está situada, conforme a nBr 12655 (tabela 2).
- Em função da classe de agressividade ambiental e dos dados de projeto, incluindo a informação se o concreto é armado (ca) ou protendido, (cp), especifique: o fator  $a/c$ , a classe do concreto e consumo mínimo de cimento conforme tabela 3.



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



Tabela 1 – Classes de resistência de concretos

Estruturais	
Grupo I	
Classe de Resistência	Resistência característica à compressão (Mpa)
C20	20
C25	25
C30	30
C35	35
C40	40
C45	45
C50	50

Grupo II*	
Classe de resistência	Resistência característica à compressão (Mpa)
C55	55
C60	60
C70	70
C80	80
C90	90
C100	100

\* Para os concretos do Grupo II permite-se, na ausência de Norma Brasileira em vigor, adotar os critérios de projeto estrutural de Normas Internacionais

Não-estruturais	
Classe de resistência	Resistência característica à compressão (Mpa)
C10	10
C15	15



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## Tabela 2 – Classes de agressividade ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação feral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deteriorização da estrutura
I	Fraca	Rural Submersa	Insignificante
II	Moderada	Urbana Marinha	Pequeno
III	Forte	Industrial Industrial	Grande
IV	Muito Forte	Respingos de maré	Elevado



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Tabela 3 – Correspondência entre classe de agressividade e qualidade do concreto

Concreto	Tipo	Classe de agressividade (Tabela 1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto( ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40
Consumo de cimento por metro cúbico de concreto (Kg/m <sup>3</sup> )	CA e CP	≥ 260	≥ 280	≥ 320	≥ 360

Nota: CA - Componentes e elementos estruturais de concreto armado.

CP - Componentes e elementos estruturais de concreto Protendido.



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## 2 - Cuidando a trabalhabilidade do concreto

- Use a NBR 8953 que classifica os concretos em 5 classes de consistência (tabela 4).
- Atenção para concretos usados em estruturas convencionais, use concretos plásticos ou fluidos, evitando o uso de concretos de secos, que exigem intensa vibração.





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## Tabela 4 – Classes de consistência

Classe	Abatimento (mm)	Aplicações típicas
S10	$10 \leq A < 50$	Concreto extrusado, vibroprensado ou centrifugado.
S50	$50 \leq A < 100$	Alguns tipos de pavimentos, de elementos de fundações e de elementos pré-moldados ou pré-fabricados.
S100	$100 \leq A < 160$	Elementos estruturais correntes como lajes, vigas, pilares, tirantes, pisos, com lançamento convencional do concreto.
S160	$160 \leq A < 220$	Elementos estruturais correntes como lajes, vigas, pilares, tirantes, pisos, paredes diafragma, com concreto lançado por bombeamento, estacas escavadas por meio de caçambas.
S220	$> 220$	Estruturas e elementos estruturais esbeltos ou com alta densidade de armaduras com concreto lançado por bombeamento, lajes de grande dimensões, elementos pré-moldados ou pré-fabricados de concreto, estacas escavadas lançadas por meio de caçambas.

Nota1 – De comum acordo entre as partes, podem ser criadas classes especiais de consistência explicitando a respectiva faixa de variação do abatimento.

Nota2 – Os exemplos desta tabela são ilustrativos e não abrangem todos os tipos de aplicações.



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## 3 – Escolha a concreteira

- Considere sua experiência (currículo); localização.
- Visite as instalações da central dosadora que vai atender a obra: converse com os funcionários; observe o estado de limpeza das instalações e da frota; conheça o laboratório da central e veja se os equipamentos estão calibrados.
- Se possível, leve o projetista e faça muitas perguntas!.



## 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



### 4 – Contrate um bom laboratório de controle tecnológico

- Um laboratório que tenha um bom tecnologista do concreto. Ele trabalhará em conjunto com o projetista e a concreteira para otimizar o concreto e conseqüentemente a estrutura. Visite o laboratório; converse com seus funcionários; observe o estado e limpeza das instalações; Veja se os equipamentos estão calibrados e a quanto tempo.
- O tecnologista de concreto poderá acompanhar dosagem, planos de concretagem, análise de resultados, eficiência do laboratório etc.
- Para executar os ensaios, a qualidade da mão de obra é muito importante e, para isso, o iBracon certifica técnicos habilitados em fazer os ensaios adequadamente.
- O laboratório deve informar os resultados dos corpos de prova nas idades de controle e calcular o fck estimado de cada lote o mais rápido possível.
- Dê preferencia a laboratórios que façam parte da rede Brasileira de laboratórios de ensaio – rBle, que é o conjunto de laboratórios acreditados pelo inmetro para a execução de serviços de ensaio.



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## 5 – Receba corretamente o concreto na obra

- Confira a nota fiscal e quebre o lacre da “bica”
- Não descarregue o concreto se houverem divergências com o que foi contratado!!!

## 6 – Ajuste a trabalhabilidade do concreto

- Repondo a água que foi perdida por evaporação durante o transporte, conforme a NBR 7212. isso tem ser feito uma única vez!!!!



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## 7 – Descarregue os caminhões imediatamente

- A trabalhabilidade e a resistência caem ao longo do tempo em que o concreto está dentro da betoneira.
- Atenção: não adicione nenhum material ao concreto que não tenha sido previamente acertado com a concreteira!!

## 8 – Amostre o concreto adequadamente

- Meça a trabalhabilidade antes do início da descarga e molde os corpos de prova no terço médio da betoneira.
- O método de moldagem dos corpos de prova está relacionado com a trabalhabilidade do concreto e com

O tamanho dos corpos de prova



## 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



### 9 – Saiba exatamente onde o concreto foi aplicado: carga a carga

- Conheça os resultados dos corpos de prova moldados pela concreteira e compare com os seus resultados
- Caso tenha alguma divergência de valores, comunique o projetista e a concreteira imediatamente.

### 10 – Não use concreto de duas ou mais empresas na mesma obra

- Certamente aplicando os pontos acima vamos obter estruturas mais seguras e mais duráveis.



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Controle tecnológico

- Na central de concreto (laboratório)
- Na pista



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## CONTROLE TECNOLÓGICO

- Amostragem dos materiais (laboratório)
- Controle de produção (laboratório ou pista)
- Consistência (laboratório e pista)
- Teor de ar incorporado (laboratório e pista)
- Resistência à tração na flexão (laboratório ou pista)
- Resistência à compressão axial (laboratório ou pista)
- Texturização (pista)
- Cura (pista)
- Conforto de rolamento (pista)





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Amostragem dos materiais

- Controle de recebimento dos materiais constituintes do concreto:
  - Fornecedor
  - Origem
  - Características
- Amostragem:
  - A cada lote de concreto produzido
- Quantidade:
  - Suficiente para execução dos ensaios programados



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Amostragem dos materiais

- Identificação:
  - Data de coleta
  - Procedência
  - Lote de concreto correspondente



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Amostragem dos materiais

- Ensaios:
  - Apenas as amostras suspeitas e as amostras programadas serão ensaiadas.
  - Comparar os resultados com as amostras de referência do início da obra.
- Normas de amostragem:
  - Agregados: NBR NM 26
  - Cimento: NBR 5741
  - Água: NBR 15900
  - Aditivos: NBR 11768



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Controle de produção

- Registro de todo concreto produzido na central
  - identificação do caminhão
  - volume de concreto
  - hora de adição da água
- Formação de lotes



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Consistência

- Amostragem:
  - A cada caminhão até constância de resultados (três resultados iguais consecutivos)
  - A cada 4 ou 5 caminhões ou todo caminhão amostrado para moldagem de corpos de prova

Nota: Inspeccionar visualmente todo caminhão e executar o ensaio quando necessário
- Ensaio: (parâmetros):
  - Abatimento  $\geq 20$  mm (Consistência pelo abatimento do tronco de cone - NBR NM 67 - slump)



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Consistência

- Critério de aceitação:
  - Consistência estabelecida na dosagem em laboratório e adequada para o equipamento:
    - CMI 3004:  $30 \pm 10$  mm
    - Wirtgen 850  $20 \pm 10$  mm
    - GP 2600:  $40 \pm 10$  mm
    - Comander III:  $40 \pm 10$  mm
    - C 450:  $60 \pm 10$  mm
    - Régua vibratória:  $70 \pm 10$  mm



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## Consistência pelo abatimento do tronco de cone (*slump*)





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## Teor de ar incorporado (laboratório da central)

- Amostragem:
  - No início da jornada todos os caminhões até constância de resultados (três resultados iguais consecutivos);
  - Todos os caminhões serão amostrados sempre que houver a moldagem de corpos-de-prova (moldagem na usina);
- Ensaio de Determinação do teor de ar incorporado pelo método pressométrico: NBR NM 47;
- Critério de aceitação:
  - Teor de ar estabelecido na dosagem de concreto.





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Teor ar incorporado





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



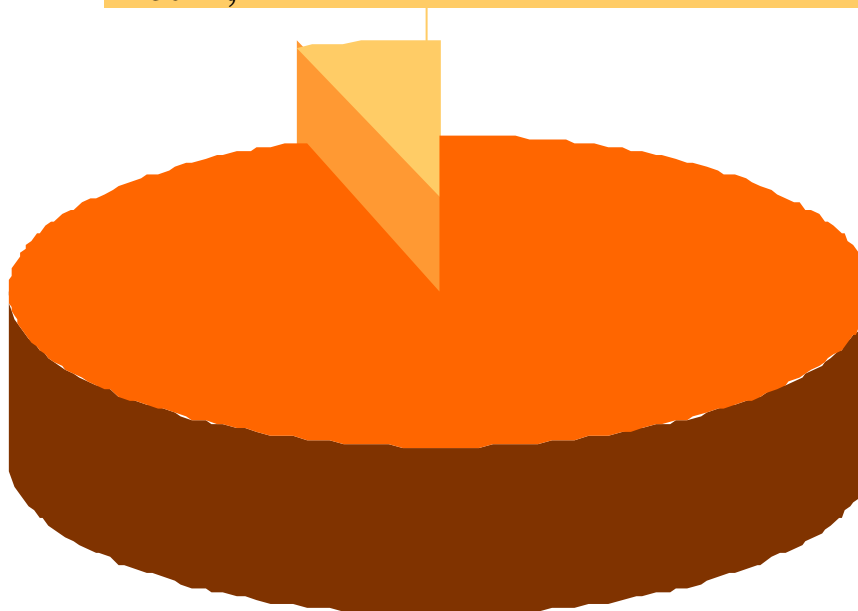
APOIO INSTITUCIONAL



RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA DO CONCRETO À TRAÇÃO ( $f_{ctM,k}$ ): Esforço resistido pelo concreto, com intervalo de confiança de 80%.

NBR 7583 – Execução de pavimento de concreto simples por meio mecânico.

$$f_{ctM,k} = 20\% \text{ dos CPs}$$





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## Resistência à tração na flexão

- Amostragem:
  - Lote não maior que  $500 \text{ m}^3$  e nem corresponder à uma área concretada com mais de  $2500 \text{ m}^2$ .
  - 32 exemplares de 2 corpos-de-prova prismáticos cada, por lote
- Ensaio: NBR 5738/08 (moldagem) e NBR 12142/10 (ensaio).
  - Molde: prismático  $15 \times 15 \times 50 \text{ cm}$  ou  $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

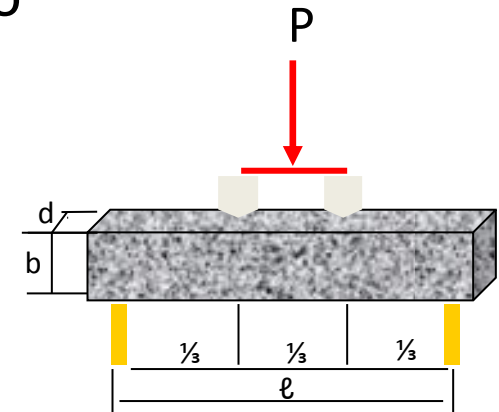
PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Ensaio de tração na flexão



$$f_{ctM} = \frac{pl}{bd^2}$$

- p = carga máxima aplicada, N
- ℓ = distância entre apoios, mm
- d = largura média na seção de ruptura, mm
- b = altura média na seção de ruptura, mm



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Resistência à tração na flexão

Critério de aceitação segundo A NBR 7583/86:

### ▪ Aceitação automática

$$f_{ctM,est} \geq f_{ctM,k}$$



- $f_{ctM,est} = f_{ctM,j} - 0,84 s$

- $f_{ctM,k}$  resistência característica do concreto à tração na flexão
- $f_{ctM,est}$  resistência característica estimada do concreto à tração na flexão
- $f_{ctM,j}$  resistência média do concreto à tração na flexão na idade de j dias
- s desvio padrão



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

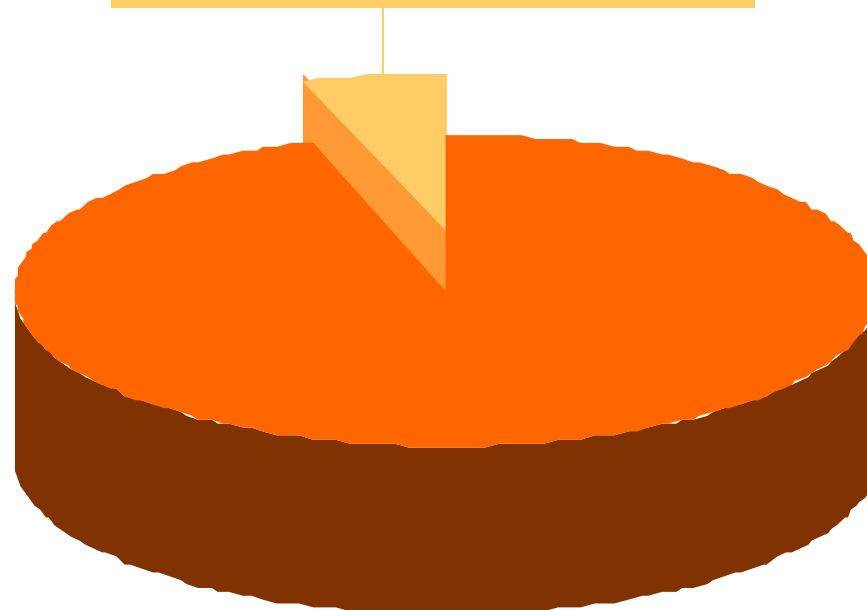


APOIO INSTITUCIONAL



RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA DO CONCRETO À COMPRESSÃO ( $f_{ck}$ ): Esforço resistido pelo concreto, estimado pela ruptura de corpos-de-prova cilíndricos em prensas especiais.

$$f_{ck} = 5\% \text{ dos CPs}$$





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Resistência à Compressão

Utilizável apenas após obtenção de correlação confiável entre  $f_{ctm}$  e  $f_c$  e aprovação da fiscalização

- Amostragem:
  - Lote de 1000m<sup>3</sup>
  - 32 exemplares de 2 corpos-de-prova cilíndricos cada, por lote
- Ensaio: NBR 5738 (moldagem) e NBR 5739 (ensaio)
  - Molde cilíndrico de 15 x 30 cm
- Critério de aceitação:
  - $f_{ck,est} \geq f_{ck}$



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Ensaio de compressão simples







# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.

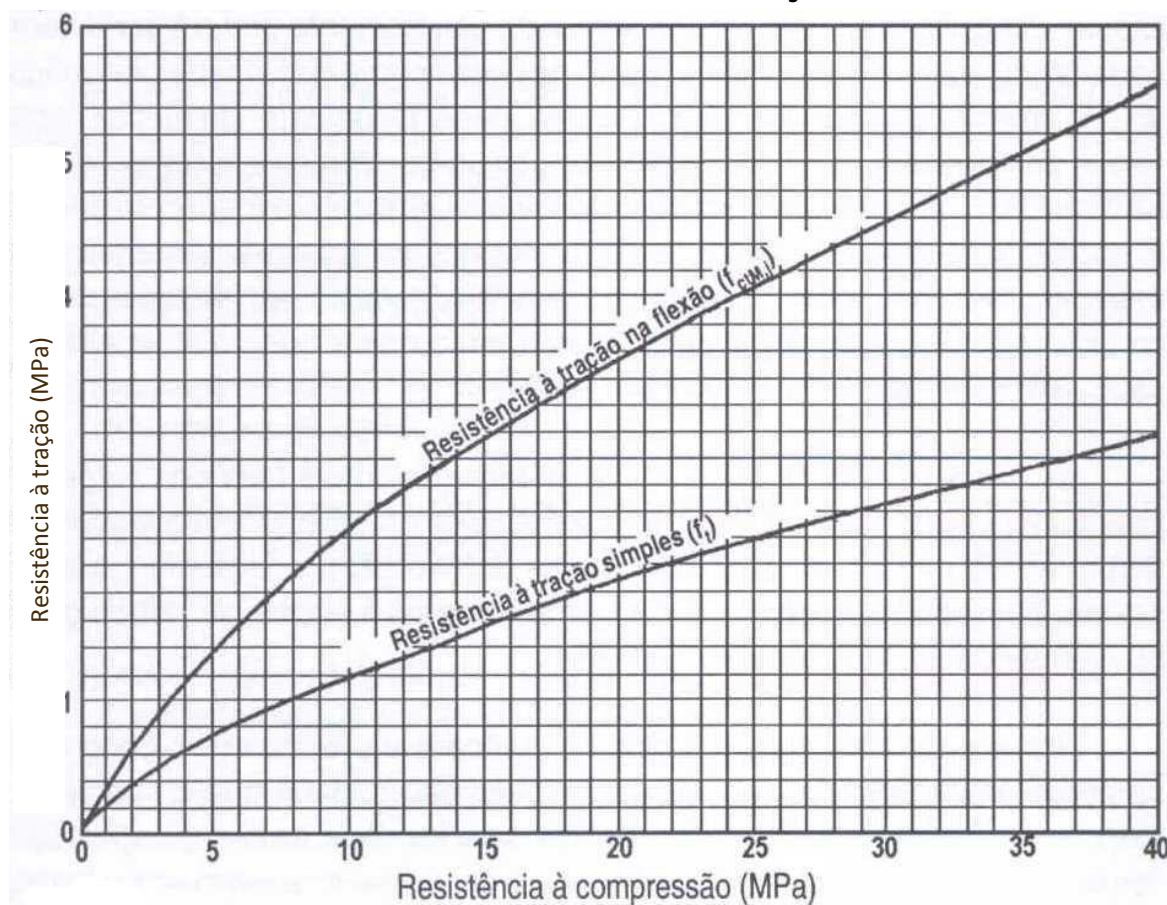


APOIO INSTITUCIONAL



## CORRELAÇÃO

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO x TRAÇÃO NA FLEXÃO  
E RESISTENCIA À COMPRESSÃO x TRAÇÃO SIMPLES



$$f_{fm, j} = 0,56x(f_{c_j})^{0,6}$$



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## CURA DO PAVIMENTO DE CONCRETO

### Definição

Cura é a denominação dada aos procedimentos a que se recorre para promover a hidratação do cimento e consiste em controlar a temperatura, a saída e a entrada de umidade para o concreto.

Mais especificamente, o objetivo é manter o concreto saturado, ou o mais próximo possível de saturado, até que os espaços da pasta de cimento fresca, inicialmente preenchido com água, tenham sido preenchidos pelos produtos de hidratação do cimento até uma condição desejável.



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## A cura visa minimizar

- Retração plástica
- Retração autógena
- Retração por secagem
- Empenamento
- Desgaste superficial



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.

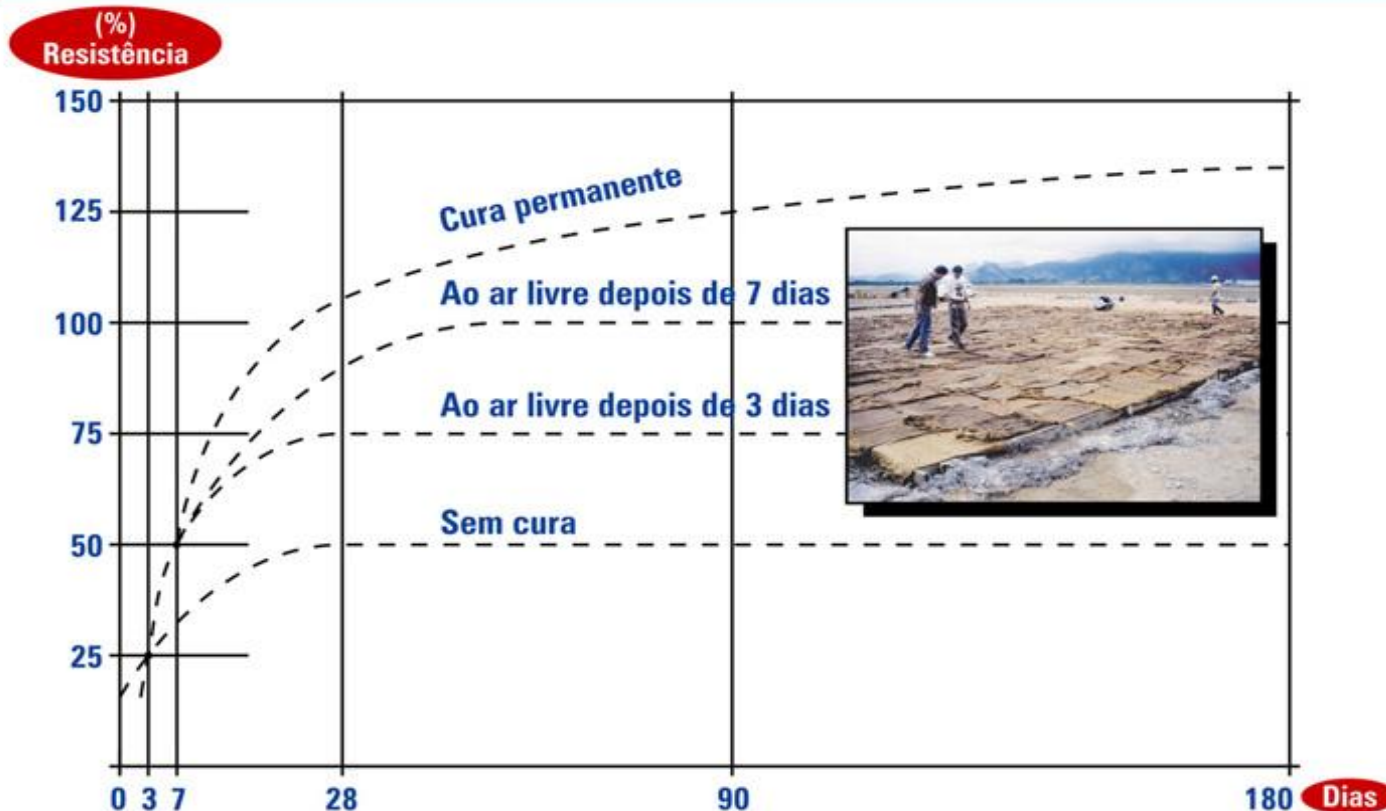


APOIO INSTITUCIONAL



ABESC

## EFEITOS DA CURA NA RESISTÊNCIA DO CONCRETO



14 B - 03/01



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Métodos de cura

- Cura química
- Cura com materiais selantes
  - Filme plástico
  - Papel reforçado
- Cura úmida
  - Mantas que retém água
  - Imersão ou piscina
  - Névoa ou aspersão



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## Cura química





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## Cura química





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames  
ArceorMittal  
BEKAERT  
Juntos, juntos!  
Escolha qualidade.

BETOMAQ  
SOMERO  
ENTERPRISES, INC.

fernandes  
engenharia

APOIO INSTITUCIONAL

Abcic

Associação Brasileira de Cimento Portland

20 ANOS ANIBACE

Associação Brasileira de Cimento Portland

ABOL

ABRAFATI

ABRALIMP

ABRACON

PINI

## Cura com material selante (*filme de Polietileno*)







# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



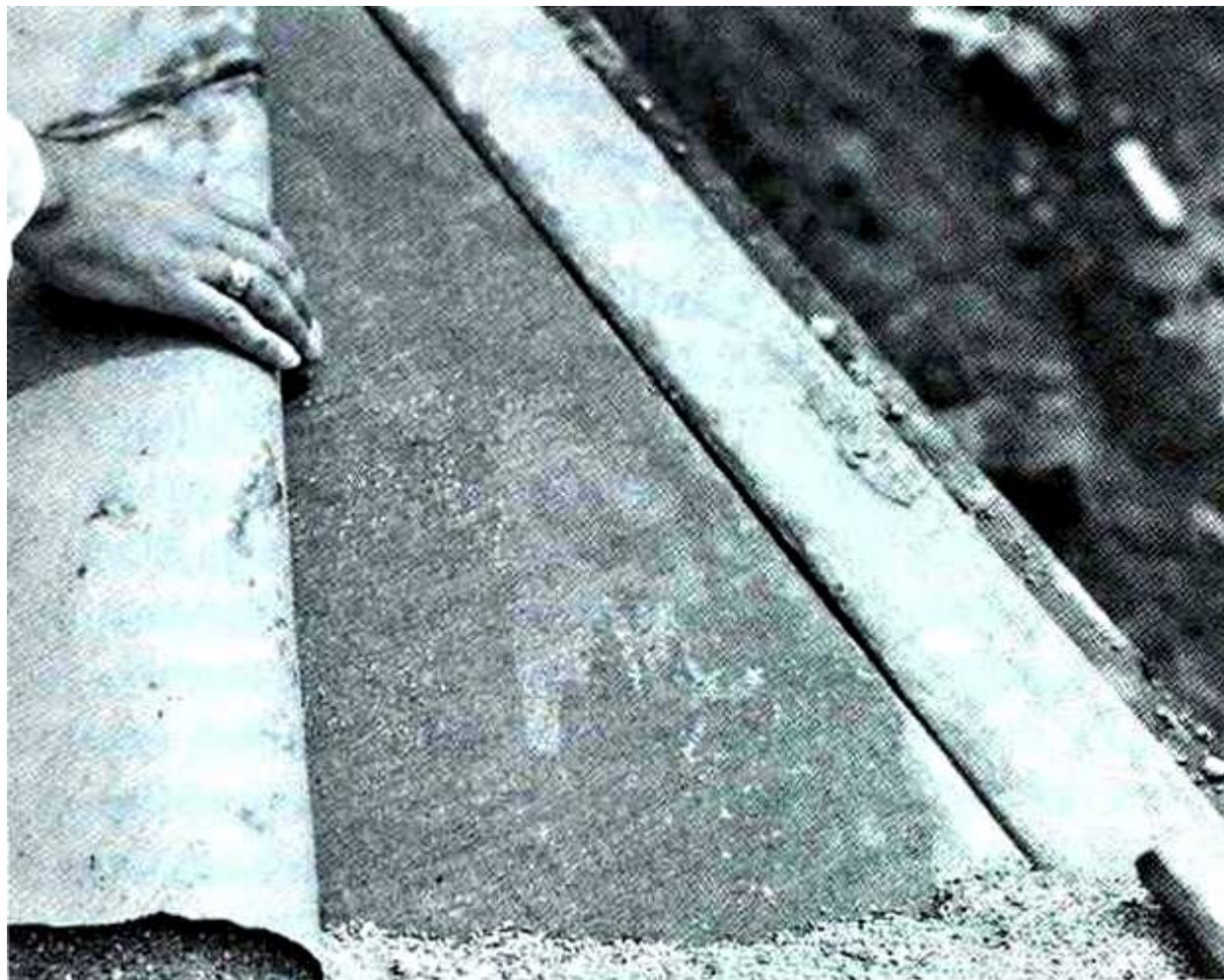
SOMERO ENTERPRISES, INC.



APOIO INSTITUCIONAL



## Cura com material selante (*Papel de Cura*)





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Cura úmida com manta umidecida





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Agente de Cura

- Líquido aplicado como cobertura de uma superfície de concreto recém acabado com o objetivo de retardar a perda de água, no caso do agente de cura pigmentado, refletir o calor propiciando que o concreto desenvolva suas propriedades em condições favoráveis de umidade e temperatura.



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Composição

- **BASE**
  - Diluição em água
  - Dissolução em solvente
- **FORMADOR DE MEMBRANA**
  - Cera
  - Resina
- **PIGMENTO**



## 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Mecanismo de ação

Após a aplicação na superfície, a água ou o solvente evapora e em seguida a cera ou a resina forma a membrana na superfície.



Essa membrana é que irá retardar a perda de água por evaporação, maximizando a hidratação do cimento e minimizando a retração plástica.



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Classificação

- ASTM C 309

Coloração e teor de sólidos

– Tipo 1 – Transparente

– Tipo 1d – Transparente com cor transitória

– Tipo 2 – Pigmento branco

- Classe A – sem restrições (cera natural ou derivado de petróleo)

- Classe B - composição a base apenas de resina



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Requisitos de Desempenho

- Retenção de água
- Refletância
- Tempo de secagem
- Não tóxico
- Não inflamável
- Não reagir deletariamente com o cimento
- Consistência para ser aplicado por aspensão com cobertura uniforme
- Não prejudicar a aderência da sinalização horizontal



## 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



Quando que o agente de cura deve ser aplicado?

- Aplicado logo após a finalização do acabamento e imediatamente após a texturização
  - Após desaparecer o brilho superficial
  - Não tão tarde, para o agente de cura não ser absorvido pelo concreto





## 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



### Manutenção da integridade da membrana de cura

- Danos causados na membrana de cura durante as operações de construção devem ser reparados, caso esses ocorram dentro do período de cura (7 dias).
- Áreas da membrana de cura danificadas por ocorrência de chuva devem ser reabilitadas.



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Taxa de aplicação

- ASTM C 309
  - 0,20 L/m<sup>2</sup> – 0,40 L/m<sup>2</sup>
  - A ASTM C 309 estabelece que a taxa de aplicação seja de no máximo 0,40 L/m<sup>2</sup>, quando não houver manifestação contrária do interessado.



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.

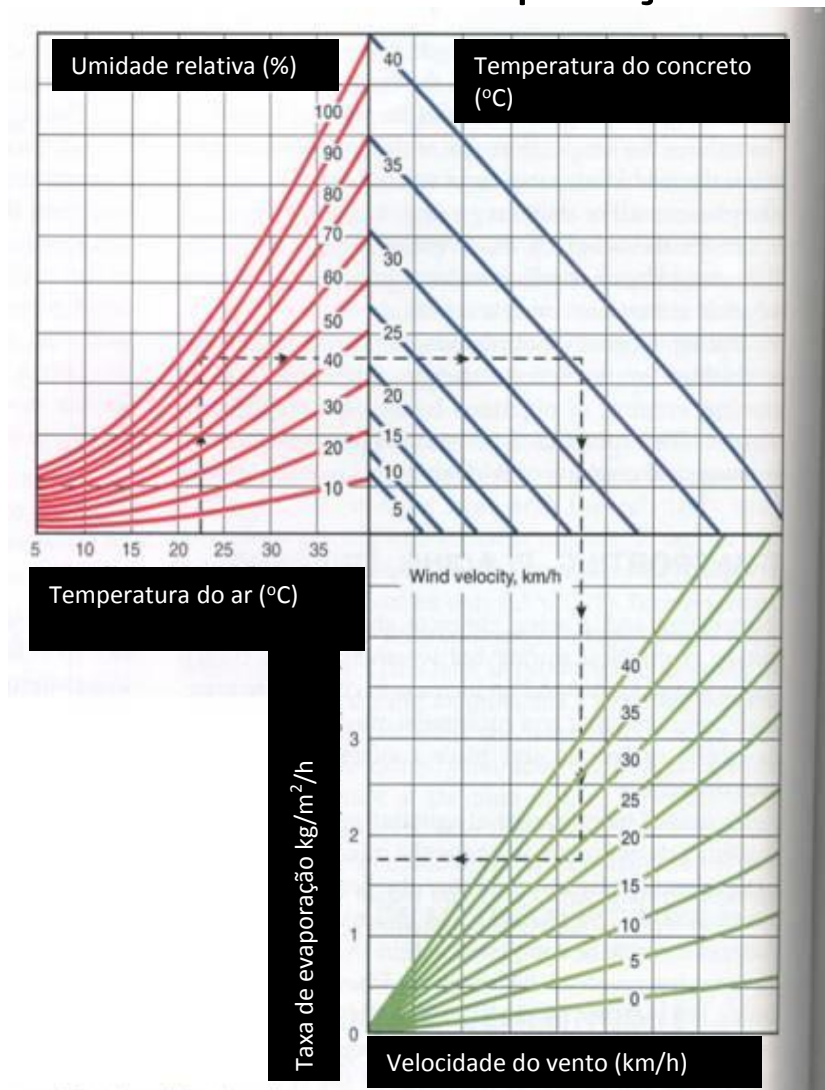
BETOMAQ



APOIO INSTITUCIONAL



## Taxa de evaporação





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## Probabilidade de fissuração

Taxa de evaporação (L/m <sup>2</sup> /h)	Probabilidade de trincas de retração
0 a 0,5	Nenhuma
0,5 a 1,2	Alguma
> 1,5	100%



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Influência do equipamento na aplicação

- Equipamento
  - Velocidade de aplicação
  - Pressão do reservatório
  - Proteção contra o vento
- Bico aspersor
  - Tipo
  - Espaçamento
  - Altura
  - Orientação



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



ArceorMittal

BEKAERT



SOMERO ENTERPRISES, INC.



APOIO INSTITUCIONAL



## Aplicadora de cura química





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## Bico aspersor





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## Abas de proteção







# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Verificação da taxa de aspersão

- Verificação visual
- Cálculo do volume utilizado em determinada área
  - Corps of Engineers – CWGS 03300
- Medição da taxa em cada bico aspersor e ajuste da velocidade de aplicação
  - Minnesota DOT
- Medida direta da massa
- Termômetro infravermelho
- Refletância



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## Falhas de aplicação





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## Comentários

- Reunião de início de obra
- Treino
- Programação
- Uma Central
- Começar Cedo
- Reunião Final de obra (AAR)



# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



BEKAERT

Together together

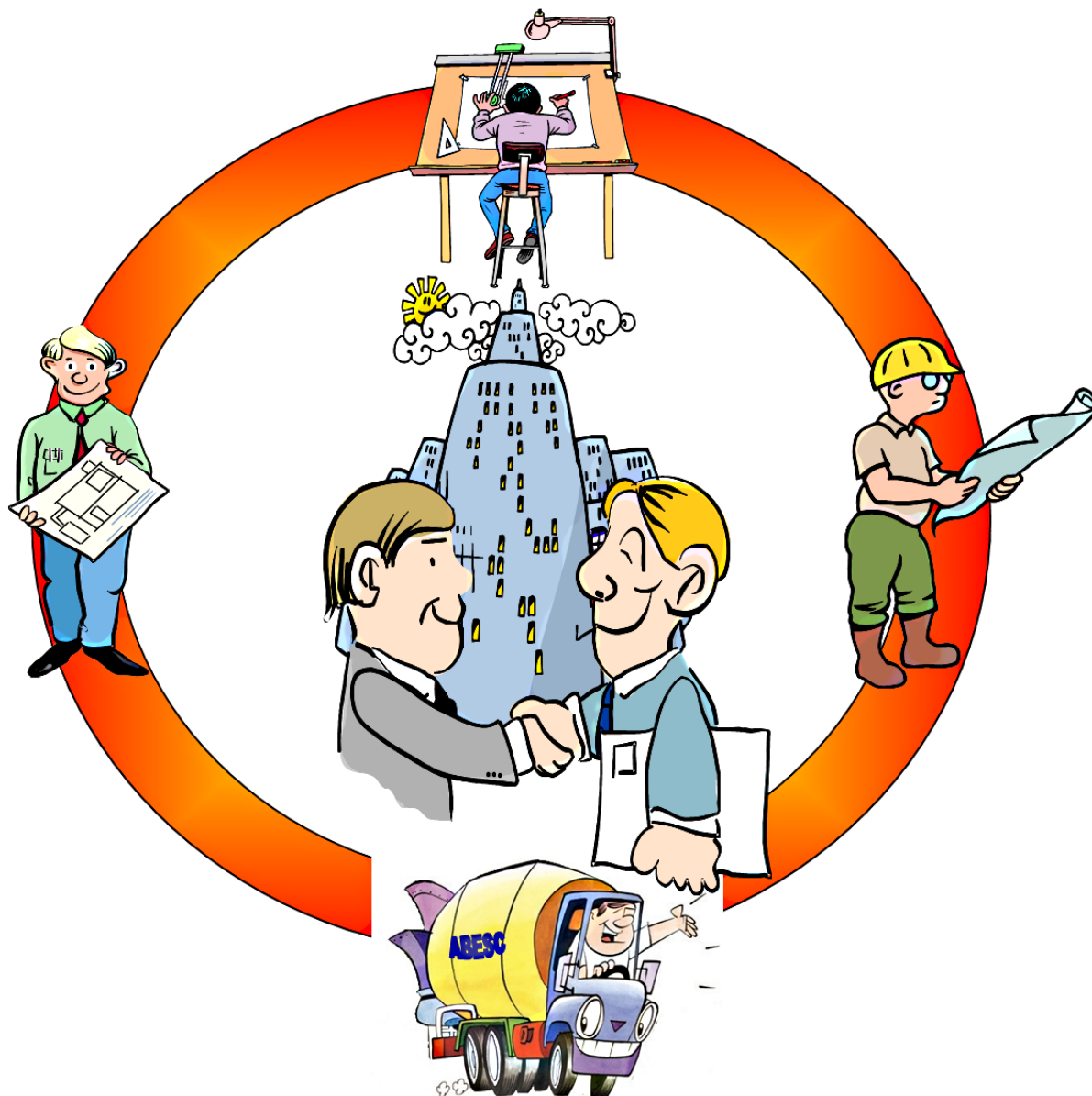
BETOMAQ

SOMERO  
ENTERPRISES, INC.

fernandes  
engenharia

Escolha qualidade.

APOIO INSTITUCIONAL





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



## Follow us:



<https://www.facebook.com/ABESOnline>



<http://www.youtube.com/user/ABESOnline>



<http://abesc.org.br/>

(11) 3709-3466





# 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

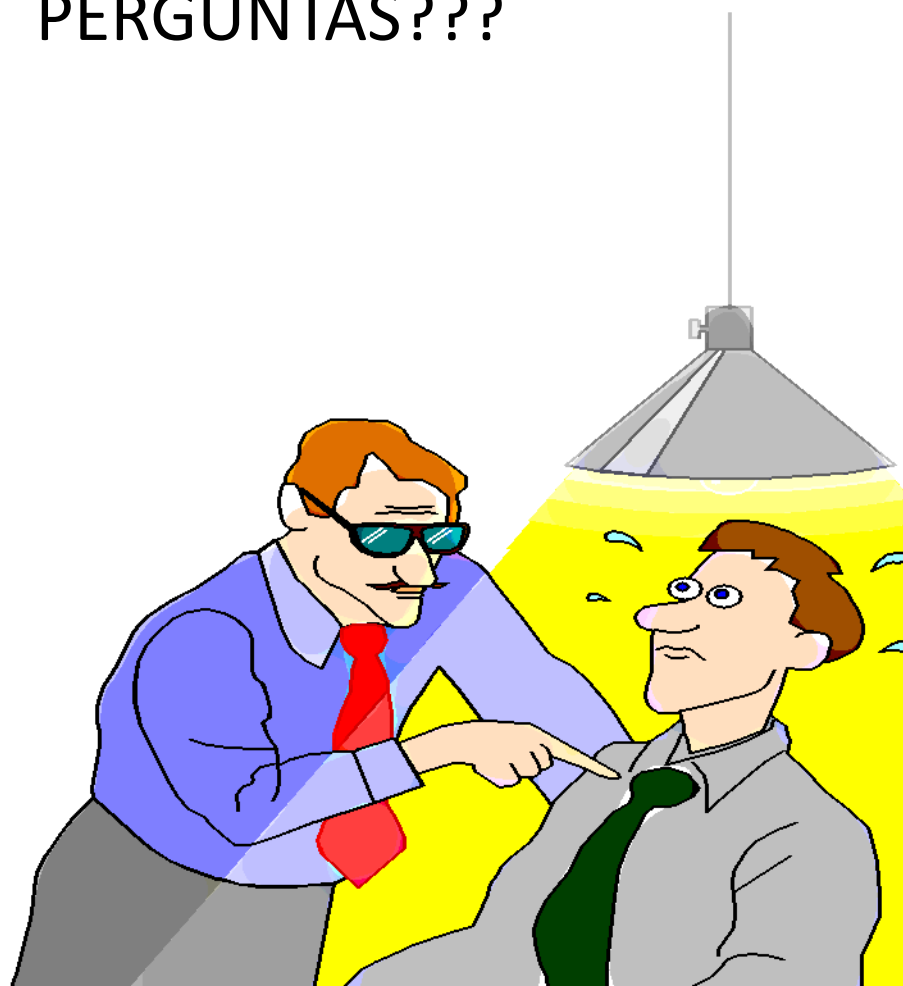
PATROCÍNIO



APOIO INSTITUCIONAL



## PERGUNTAS???





## 8º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

PATROCÍNIO

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.



APOIO INSTITUCIONAL



# Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem - ABESC

Eng<sup>o</sup> Arcindo Vaquero y Mayor

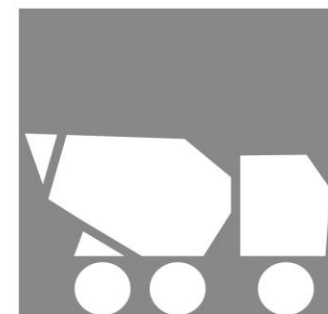


Site: [www.abesc.org.br](http://www.abesc.org.br)

[arcindo@abesc.org.br](mailto:arcindo@abesc.org.br)

+55 11 3709-3466

+55-11-999-543-215



# ABESC

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA  
DAS EMPRESAS DE  
SERVIÇOS DE CONCRETAGEM