

III SEMINÁRIO SOBRE PESQUISAS E
OBRAS EM CONCRETO AUTOADENSÁVEL



IBRACON

58 CONGRESSO
BRASILEIRO DO
CONCRETO
BELO HORIZONTE, MG, 11/10 a 14/10, 2016

APLICAÇÕES ESPECIAIS DO CONCRETO AUTOADENSÁVEL

Eng. Civil Augusto Masiero Gil

Analista de Projetos no itt Performance

Mestrando PPGEC

Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS



III SEMINÁRIO SOBRE PESQUISAS E OBRAS EM CONCRETO AUTOADENSÁVEL



IBRACON

58 CONGRESSO
BRASILEIRO DO
CONCRETO
BELO HORIZONTE, MG, 11/10 a 14/10, 2016





Concreto autoadensável. Por quê?

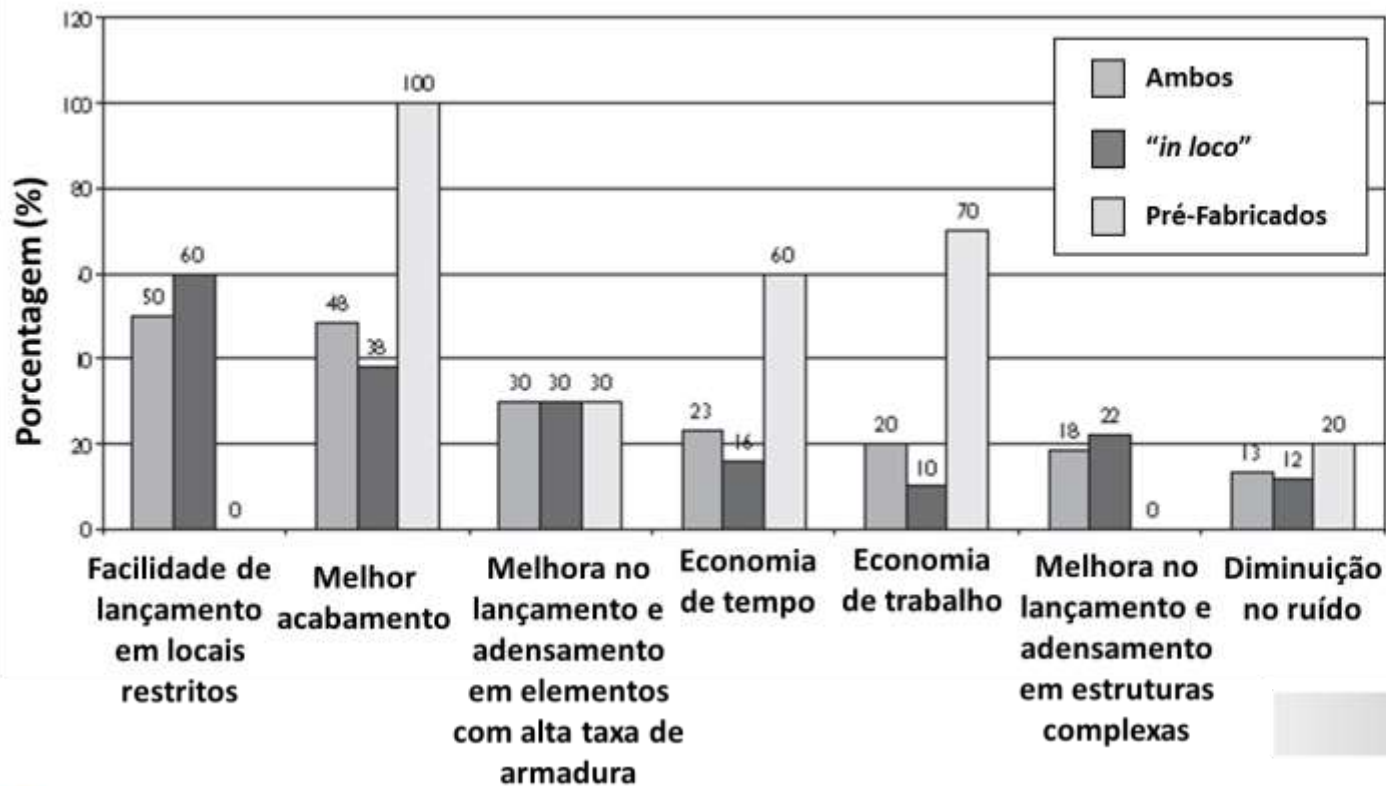
Principais vantagens:

- **Facilidade** de lançamento em locais restritos;
- Melhor **acabamento**;
- Melhora no lançamento e adensamento em elementos com alta taxa de armadura;
- Economia de **tempo**;
- Economia de **trabalho**;
- Melhora no lançamento e adensamento em **estruturas complexas**;
- Diminuição no **ruído**.



IBRACON

Concreto autoadensável. Por quê?





Concreto autoadensável. Por quê?


Aplicação universal do CAA tem sido considerada uma opção viável.

Diversas **pesquisas** ao redor do mundo têm sido **realizadas para explorar as propriedades** do CAA nos estados fresco e endurecido.

Vários projetos-piloto foram realizados a fim de se obter **experiência prática**.

Um progresso significativo foi alcançado, mas em certos aspectos, **soluções ainda têm de ser encontradas**.

Novas formas de aplicação surgem a cada dia.



CONCRETO AUTOADENSÁVEL NA INDÚSTRIA



Concreto autoadensável na indústria

Razão de predomínio de uso do CAA no setor de pré-fabricados:

- Maior **controle** sobre as variações em relação ao concreto convencional;
- No caso de **falha** total de adensamento do CAA, basta **descartar** a peça;
- Maior **facilidade** na realização do controle de qualidade no recebimento;
- As características de autoadensabilidade são mais facilmente alcançáveis e com menor **custo** para concretos de resistência à compressão superiores;
- A indústria de pré-fabricados tem **melhor entendimento** sobre seus custos.



Em 2004...

Desenvolvimento de traço de CAA branco para a construção do museu Iberê Camargo em Porto Alegre/RS.



Em 2004...

Desenvolvimento de traço de CAA branco para a construção do museu Iberê Camargo em Porto Alegre/RS.



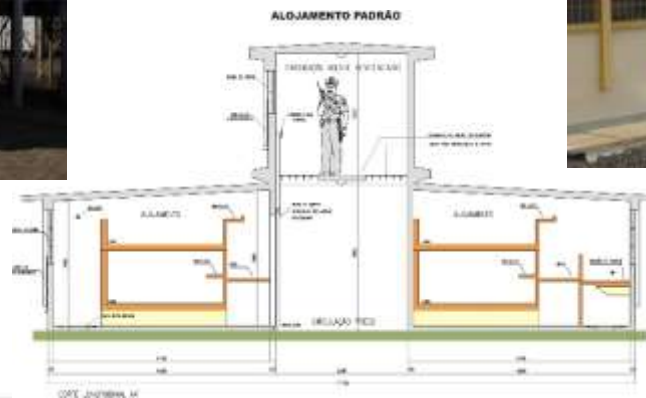
Em 2005...

Desenvolvimento de traço de CAA branco com fibras para a construção de penitenciárias.



Em 2005...

Desenvolvimento de traço de CAA branco com fibras para a construção de penitenciárias.



Em 2007...

Painéis para fachadas de edificações habitacionais multifamiliares.



Em 2007...

Painéis para fachadas de edificações habitacionais multifamiliares.



III SEMINÁRIO SOBRE PESQUISAS E OBRAS EM CONCRETO AUTOADENSÁVEL



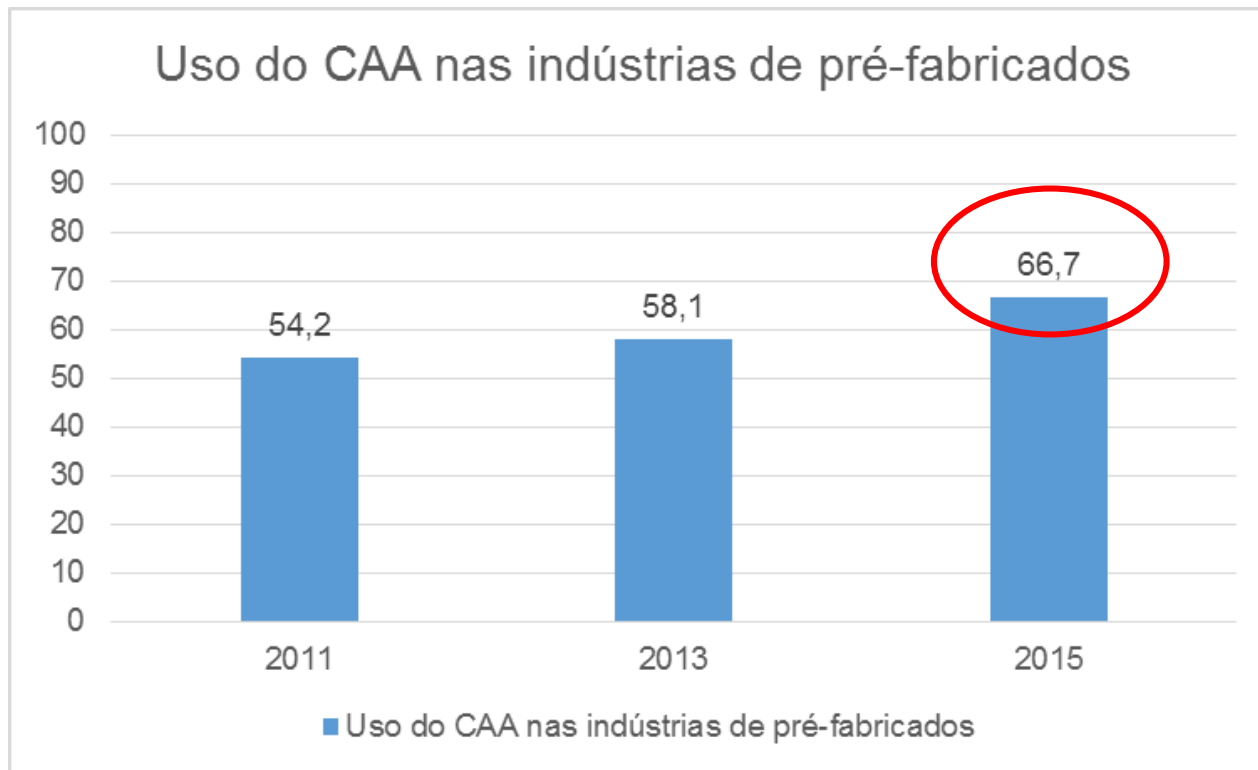
IBRACON

58 CONGRESSO
BRASILEIRO DO
CONCRETO
BELO HORIZONTE, MG, 11/10 a 14/10, 2016





Concreto autoadensável na indústria



Ana Maria Castelo
(Fundação Getúlio Vargas)
Anuário ABCIC 2015



Concreto autoadensável na indústria

Projeto para implantação do CAA em indústrias de pré-fabricados no sul do Brasil.





**CONCRETO AUTOADENSÁVEL
*IN LOCO***

Edificações com painéis pré-fabricados *in loco*



Edificações com painéis pré-fabricados *in loco*



Edificações com painéis pré-fabricados *in loco*



Edificações com painéis pré-fabricados *in loco*

Mistura do aditivo superplastificante.

Concreto convencional.
Abatimento: 80 a 120mm.

Concreto autoadensável.
Ensaio de espalhamento: 750 a 790mm.



III SEMINÁRIO SOBRE PESQUISAS E OBRAS EM CONCRETO AUTOADENSÁVEL

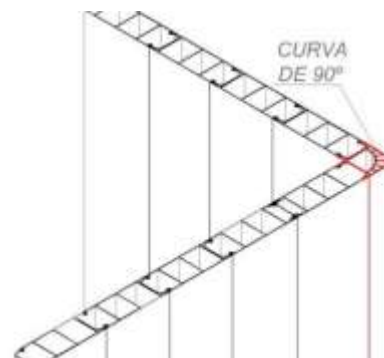
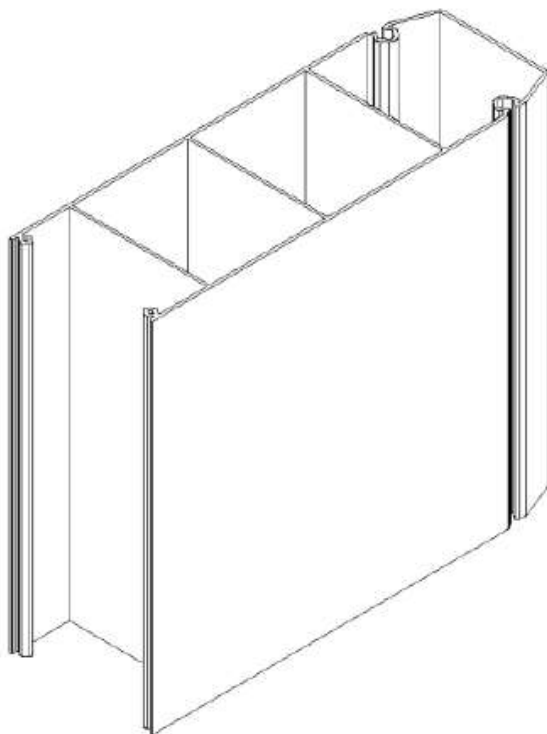


IBRACON





Painéis de PVC preenchidos com CAA



Painéis de PVC preenchidos com CAA



Painéis de PVC preenchidos com CAA



Painéis de PVC preenchidos com CAA



SF2 (660-750 mm)

VS2 ($t_{500s} < 2s$)





APLICAÇÕES ESPECIAIS



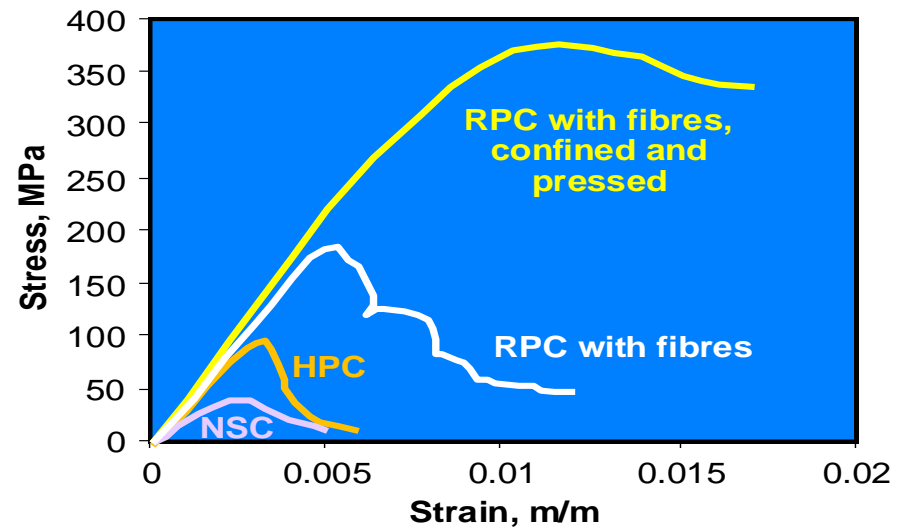
CAA-RF (reforçado com fibras):

Vantagens:

- Melhor resistência à flexão;
- Melhor resistência à fadiga;
- Controle do início/propagação de fissuras;
- Resistência ao deslocamento.

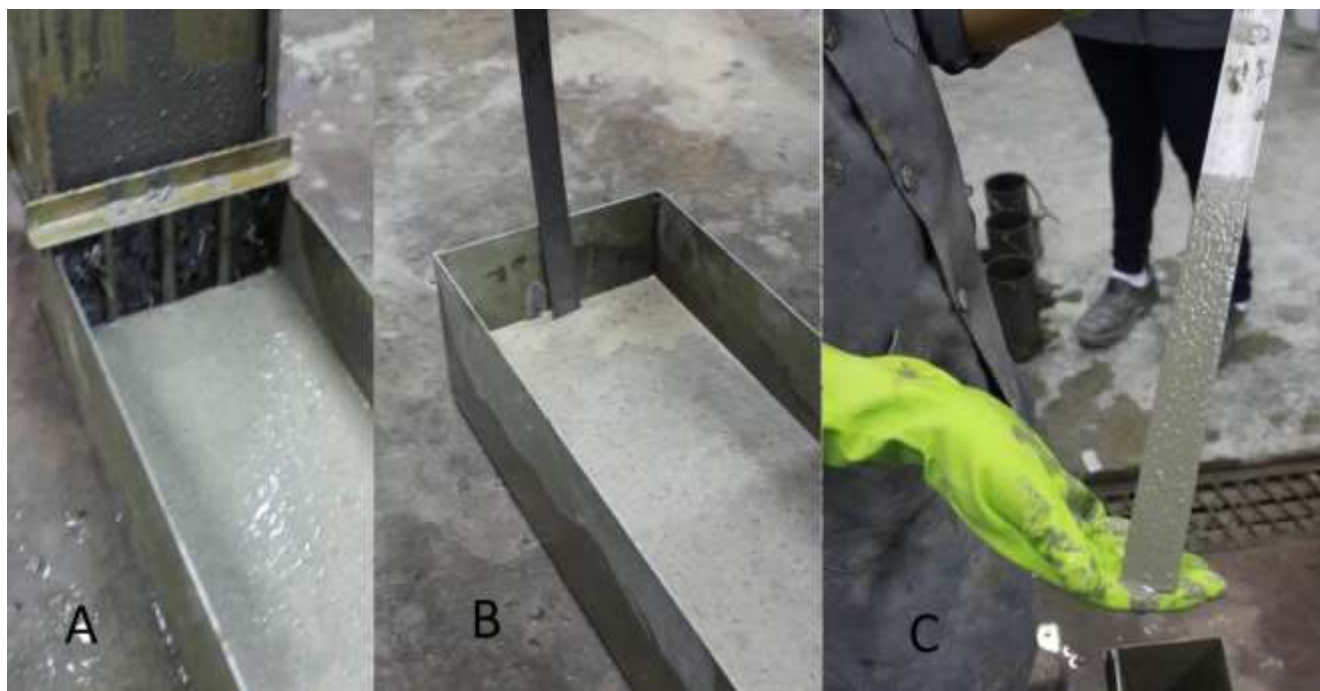
Desvantagens:

- Redução da trabalhabilidade e da fluidez.



CAA-RF (reforçado com fibras):

E a avaliação no estado fresco?





CAA-RF (reforçado com fibras):

E a avaliação no estado fresco?

Espalhamento: **OK!**

Viscosidade (t500): **OK!**

Viscosidade (Funil V): **Dificuldade**

Habilidade passante (Anel J): **Dificuldade**

>> Redução do n° de barras (8)

Habilidade passante (Caixa L): **Dificuldade**

>> Redução do n° de barras (1)

Resistência à segregação (coluna de segregação): **Dificuldade**



Parceira de pesquisa

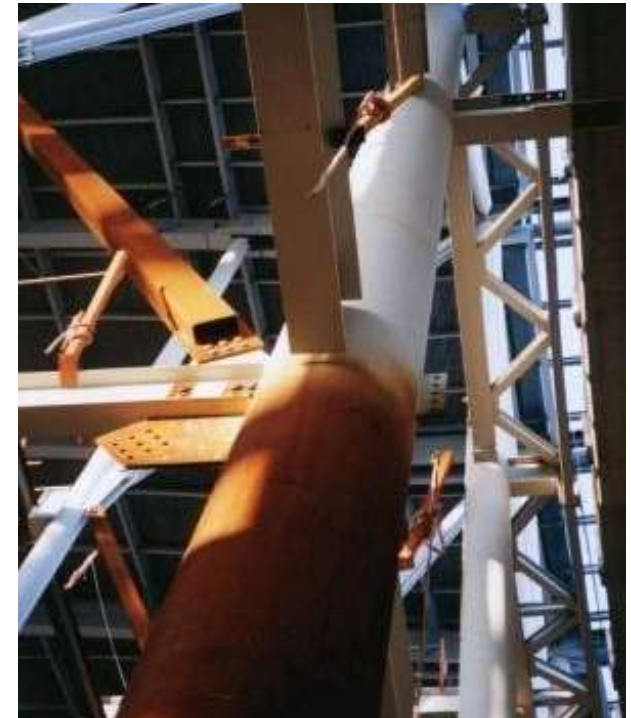
Áreas de pesquisa e interesse:

- Materiais inovadores para maior desempenho e durabilidade;
- Construção acelerada e sustentável;
- Reabilitação de estruturas.



Aplicações internacionais:

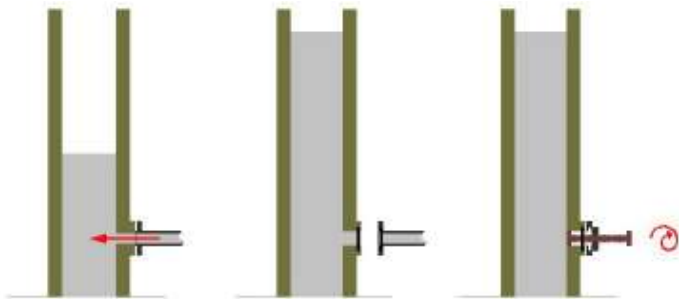
Reparos de pilares esbeltos e com difícil acesso.
Reforço com CAA no aeroporto de Pearson, Toronto.



Khayat, 2015

Aplicações internacionais:

- Preenchimento adequado das fôrmas
- Locais de difícil acesso
- Menor incorporação de ar
- Melhor acabamento superficial
- Execução silenciosa
- Pode ser aplicada a execução de edificações



Khayat, 2015

Aplicações internacionais:

Reforço estrutural nos pilares de uma ponte no Canadá.



Khayat, 2015

Aplicações internacionais:



Khayat, 2015

Aplicações internacionais:

Técnicas para reparo de estruturas com CAA-RF
(Ex. Corrosão de armaduras):

- Restaura e aumenta a resistência e a rigidez do concreto;
- Melhora a aparência superficial do concreto;
- Aumento da durabilidade das peças.

Avaliação das características das fibras nas propriedades mecânicas das vigas:

- Tipo (aço/polipropileno)
- Monofilamento/multifilamento
- Comprimento/Quantidade/Hibridização

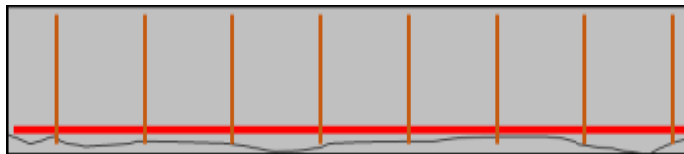


EL-SAYED; KHAYAT
(2014)

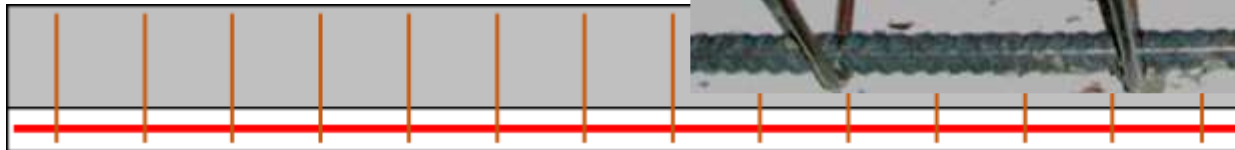


Aplicações internacionais

Exemplo:



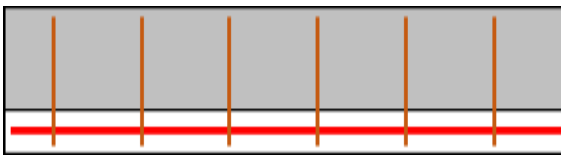
1º) Remoção da camada de concreto de



**EL-SAYED; KHAYAT
(2014)**

Aplicações internacionais

2º) Escarificação e tratamento da



3º) Perfuração dos pontos de preenchimento na parte superior:

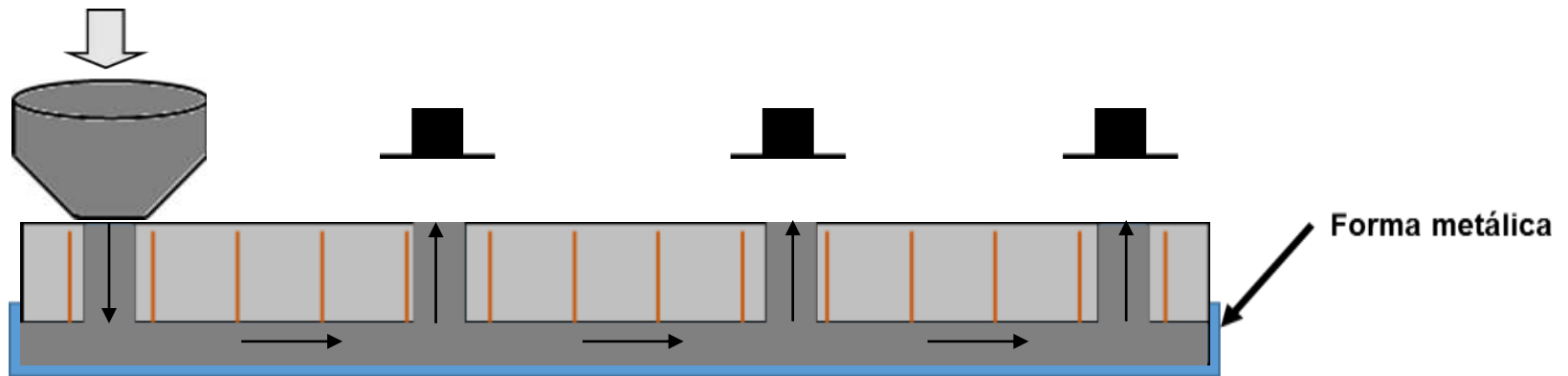


EL-SAYED; KHAYAT
(2014)



Aplicações internacionais:

4º) Preenchimento com CAA:

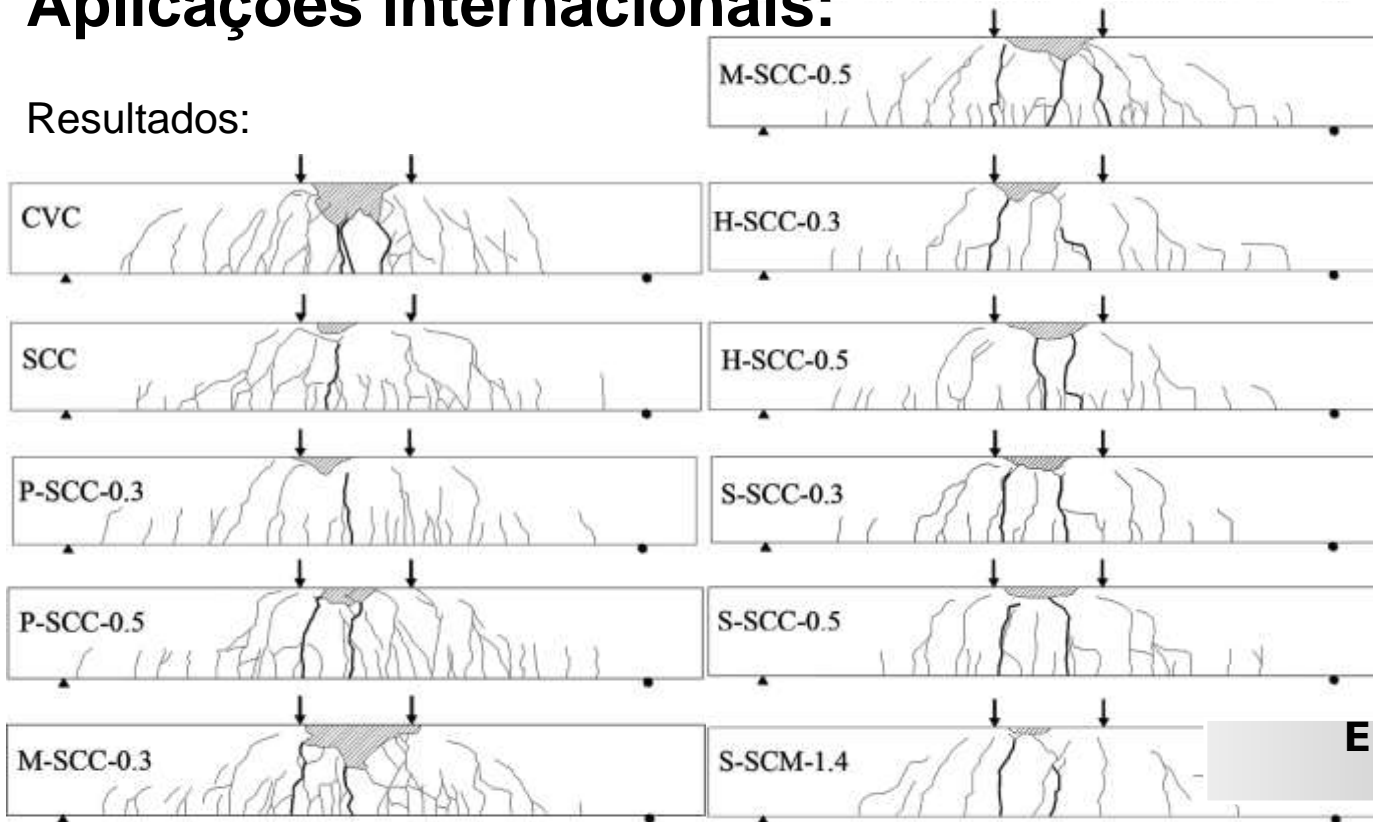


EL-SAYED; KHAYAT
(2014)



Aplicações internacionais:

Resultados:



**EL-SAYED; KHAYAT
(2014)**



Aplicações internacionais:

Resultados:

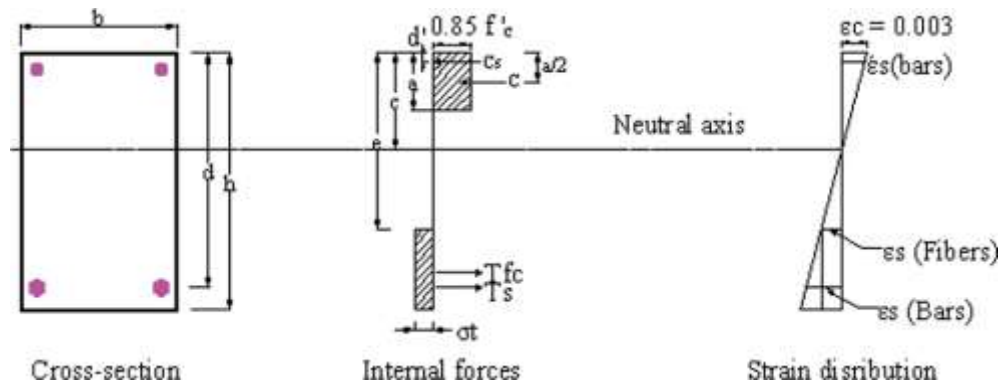
- Capacidade do CAA-RF de **escoar por 3,1m de distância**, com boa compactação e sem adensamento mecânico;
- Vigas reforçadas com CAA reforçado com **fibras de aço e fibras longas de polipropileno multifilamento** apresentaram melhor desempenho estrutural, do que as misturas com hibridismo e as de polipropileno monofilamento.

EL-SAYED; KHAYAT
(2014)



Aplicações internacionais:

Avaliação estrutural:



$$M_u = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) + A'_s f'_y \left(\frac{a}{2} - d' \right) + \sigma_t b (h - e) \left(\frac{h}{2} + \frac{e}{2} - \frac{a}{2} \right)$$

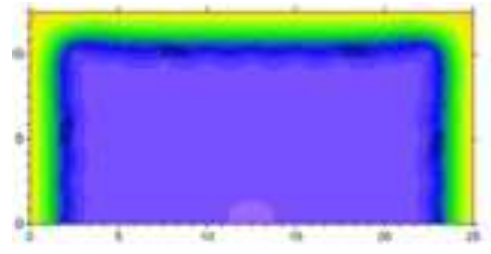
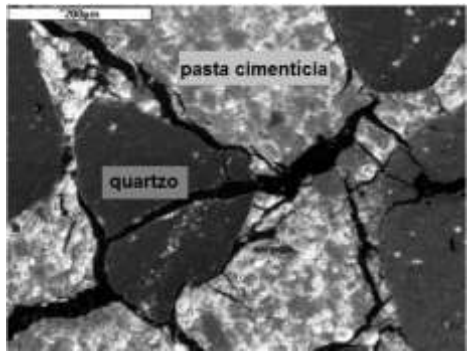
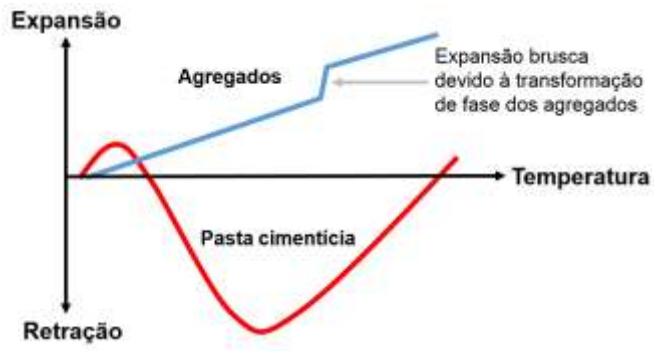
**EL-SAYED; KHAYAT
(2014)**



CAA – Resistência ao Fogo

A resposta do concreto ao fogo **depende dos diferentes componentes** dos agregados e da pasta de cimento, **que se degradam em temperaturas distintas.**

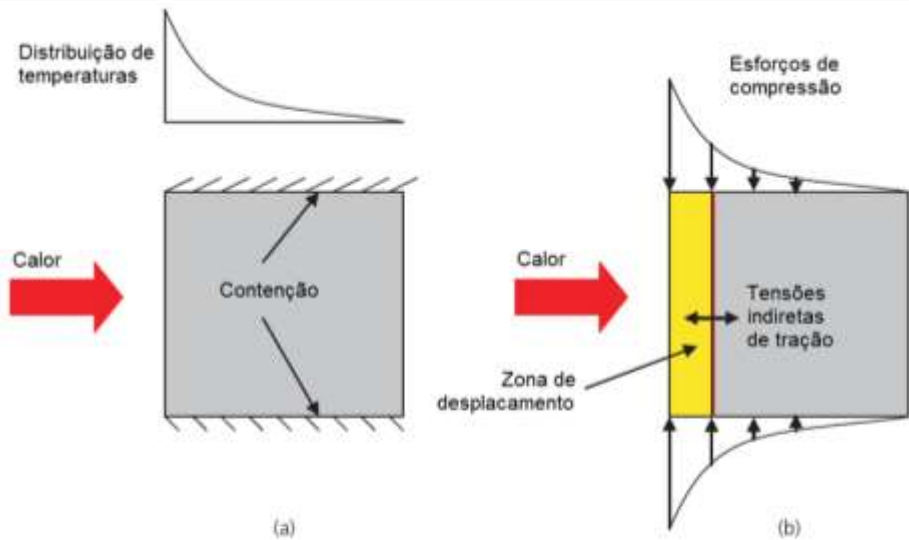
O **comportamento diferencial de cada componente** leva ao surgimento de **tensões internas** e de **fissurações** introduzidas pelo aquecimento, **refletindo na ocorrência do deslocamento.**



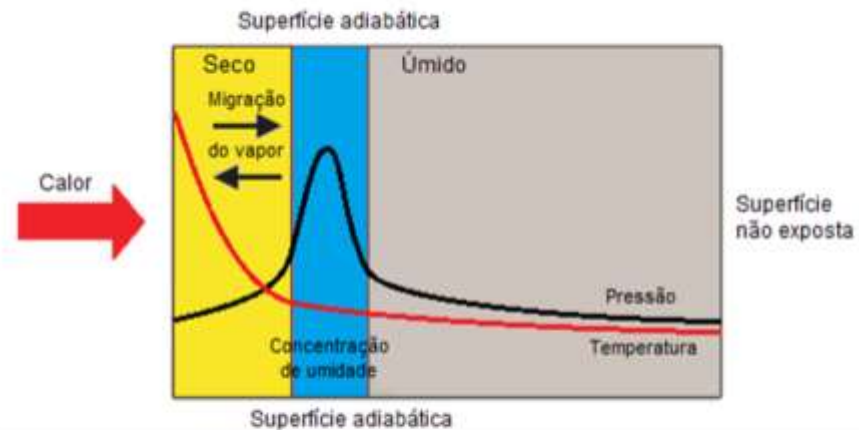
FIB (2007) e HAGER (2013)



CAA – Resistência ao Fogo



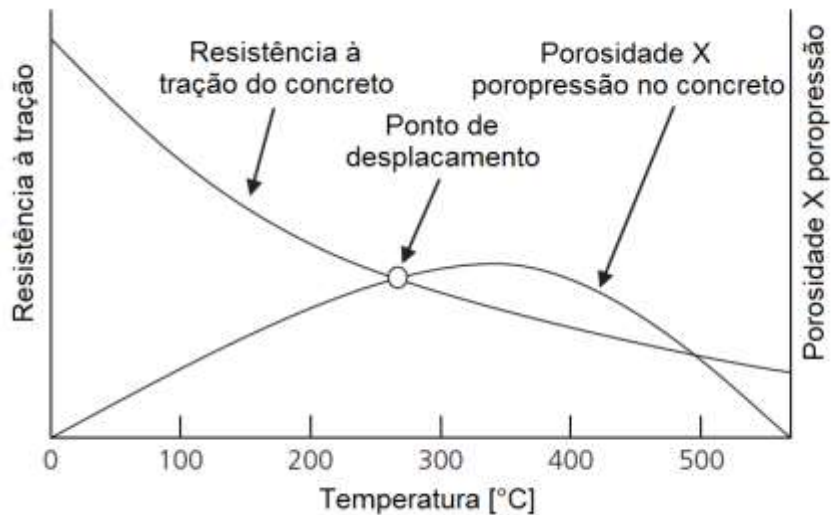
(KODUR; DWAIKAT, 2012)



(COMSA, 2013)



CAA – Resistência ao Fogo



Khoury, 2000



CAA – Resistência ao Fogo

Fatores que influenciam na ocorrência do deslocamento

Relacionados à composição do material

- Relação água/cimento e resistência
- Grau de saturação
- Grau de hidratação
- Características dos agregados
- Porosidade e permeabilidade
- Presença de fibras

Relacionados às características do elemento estrutural

- Dimensões e forma da seção transversal
- Presença e configuração de armaduras
- Forma e intensidade de carregamentos

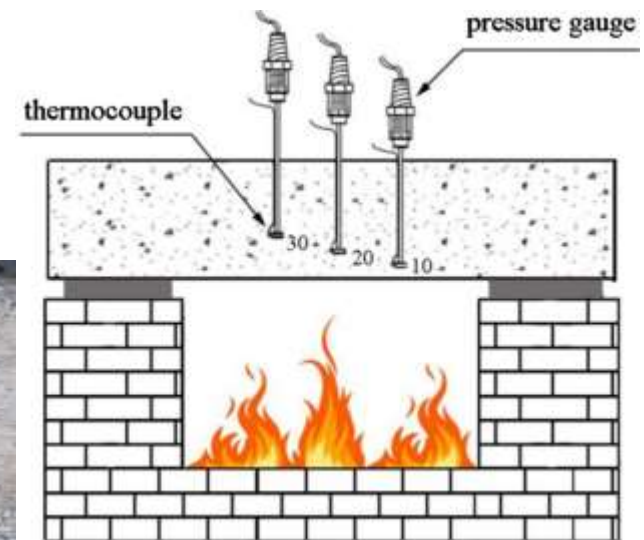
Relacionados às formas de exposição

- Taxa de aquecimento
- Temperatura máxima
- Forma de exposição

CAA – Resistência ao Fogo

Avaliação da propressão de vigas de CAA com diferentes incorporações de fibras:

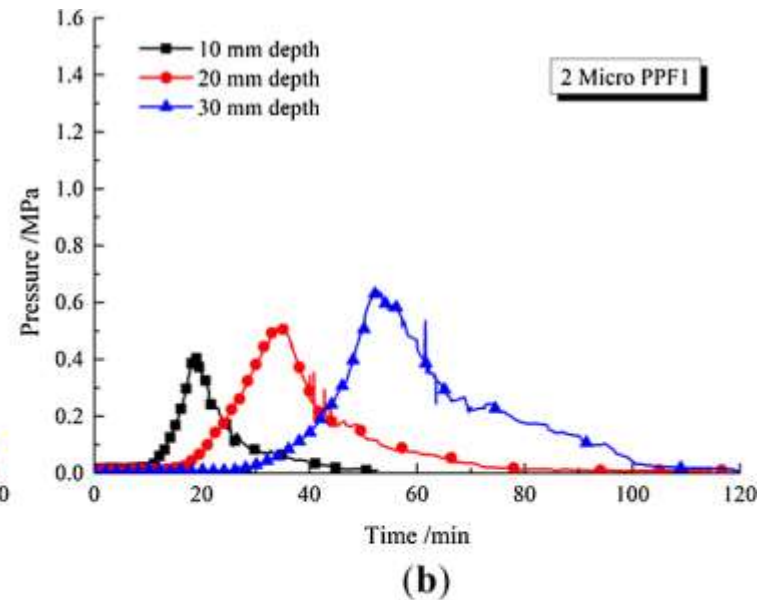
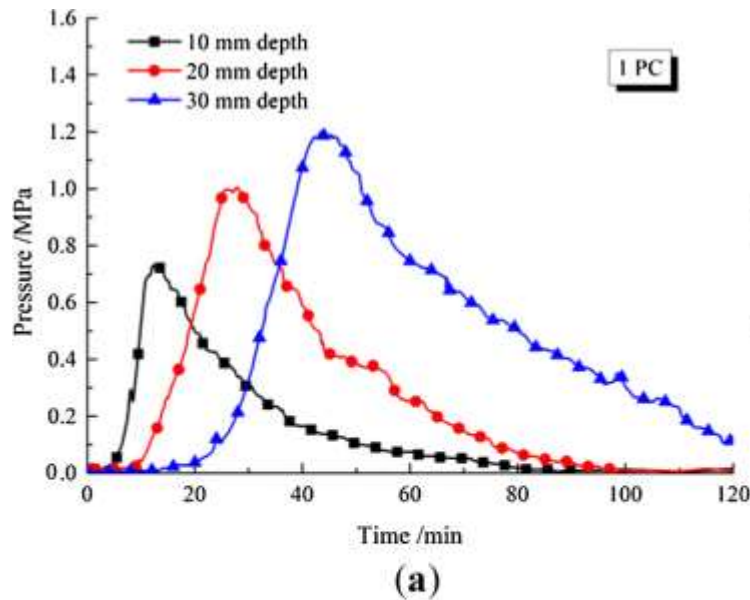
- Fibras de PP/aço em diferentes teores/hibridização;
- Avaliação da propressão em diferentes profundidades;
- Relação das variáveis com o deslocamento.



Ding, 2016

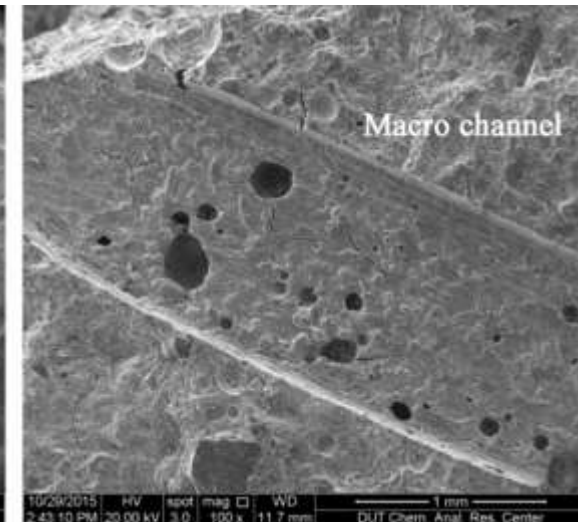
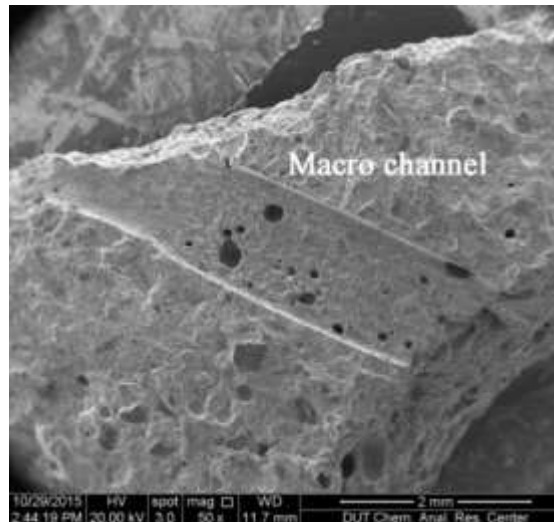
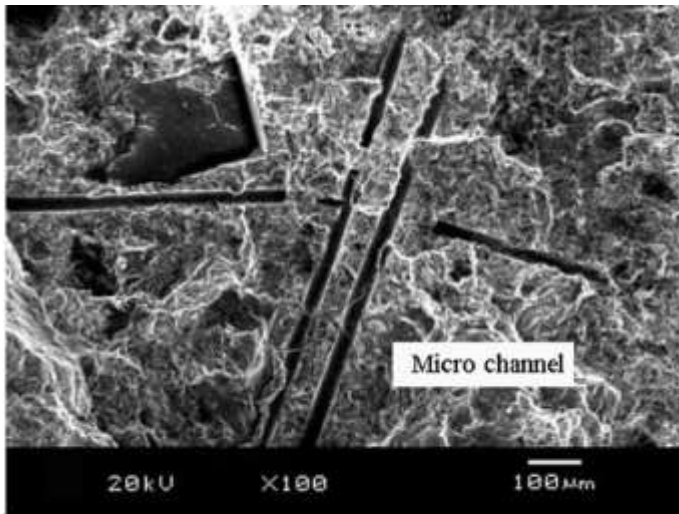


CAA – Resistência ao Fogo



Ding, 2016

CAA – Resistência ao Fogo



Ding, 2016



CAA – Resistência ao Fogo

A incorporação de fibras no CAA é muito efetiva no **aumento do sistema de percolação da matriz do concreto**, reduzindo as poropressões no material.

Os sistemas de percolação parecem estar relacionados com a **zona de transição entre a matriz cimentícia e a fibra**.

Os problemas com poropressão se encontram **à maiores distâncias da superfície do elemento**.

Ding, 2016



Oportunidades de pesquisa e aplicação



OBRIGADO!

augustomg@unisinós.br

Eng. Civil Augusto Masiero Gil

Analista de Projetos no itt Performance

Mestrando PPGEC

Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS