



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

***Jornadas LNEC***  
***18-20 de junho - Lisboa***

**ELEMENTOS DE BETÃO  
ARMADO COM SECÇÃO DE  
PAREDE FINA**

***A. Bettencourt Ribeiro (LNEC)***  
***Xavier Prazeres (UE)***

# MATERIAL BETÃO



Construção de  $\approx 7000$  anos antes de Cristo  
(*Concrete International*, 13, 3, 1991, p.62-68)

## séculos XVIII e XIX

John Smeaton (1756) – engenheiro britânico “inventor” do betão moderno  
(seixos + tijolo moído + cal hidráulica)

Louis Vicat (1817) – invenção do cimento artificial

Joseph Apsdin (1824) – patente do cimento Portland



**AUMENTO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO**



## betão de meados do século XX

Ponte Santa Clara  
de Saboia 1953

CIMENTO – 300 kg

ÁGUA – 150 L

AREIA – 400 L

BRITA – 800 L

Viaduto Alvalade  
1956

CIMENTO – 300 kg

ÁGUA – 150 L

AREIA – 400 L

BRITA – 800 L

Ponte da Gafanha  
1957

CIMENTO – 350 kg

ÁGUA – 140 L

MEIA AREIA – 200 L

AREIA FINA – 200 L

GODO – 870 L

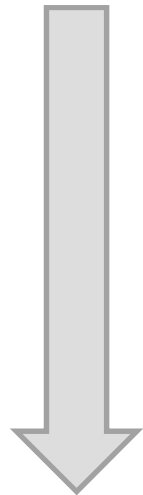


**MISTURAS SECAS**

finais do século XX

USO GENERALIZADO DE ADJUVANTES REDUTORES DE ÁGUA

CIMENTOS MAIS RESISTENTES



**DIMINUIÇÃO DA RAZÃO A/C E CONSUMO DE CIMENTO**

**AUMENTO RESISTÊNCIA E TRABALHABILIDADE**

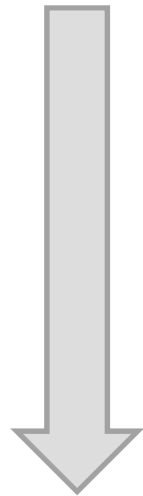
ZNEK



**início do século XXI**

AUMENTO DA EFICÁCIA DE CIMENTOS E ADJUVANTES

MUITO ELEVADA RESISTÊNCIA E FLUIDEZ



**ELEMENTOS FINOS COM CONFIGURAÇÃO FLEXÍVEL**

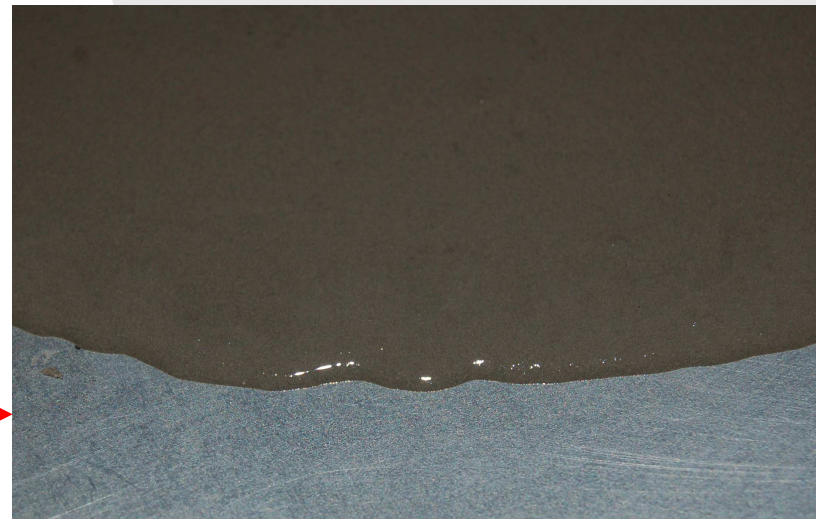
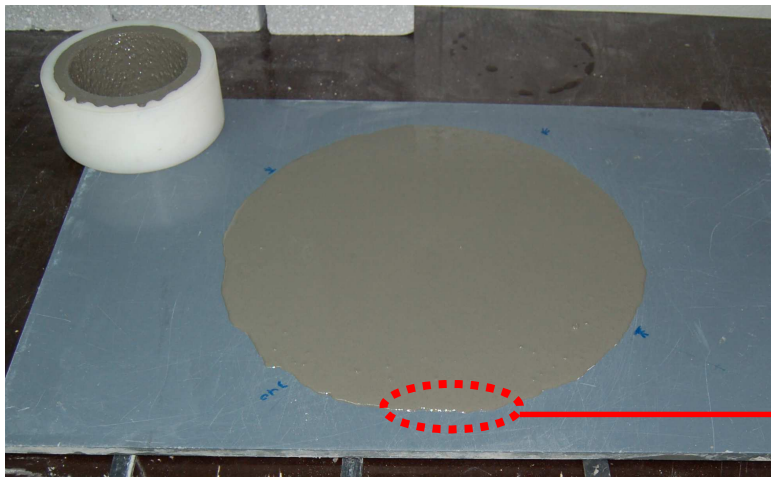
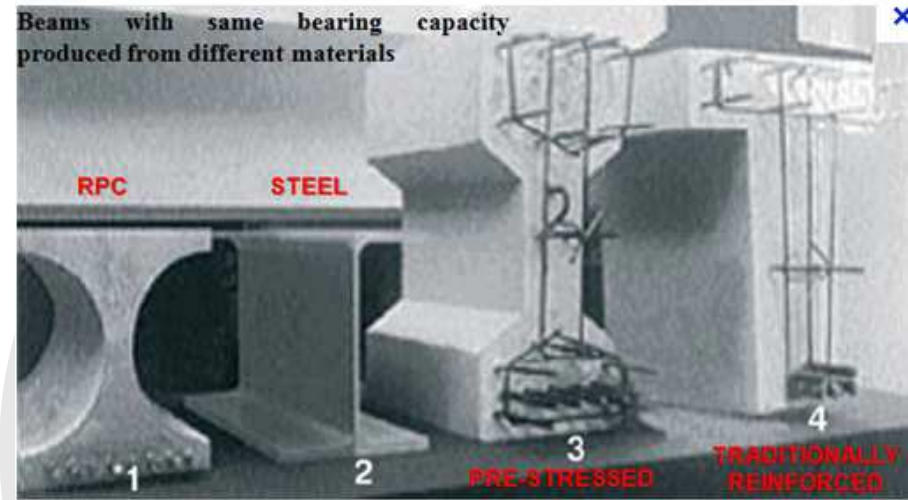
ZNEK



# Muita elevada resistência e fluidez



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



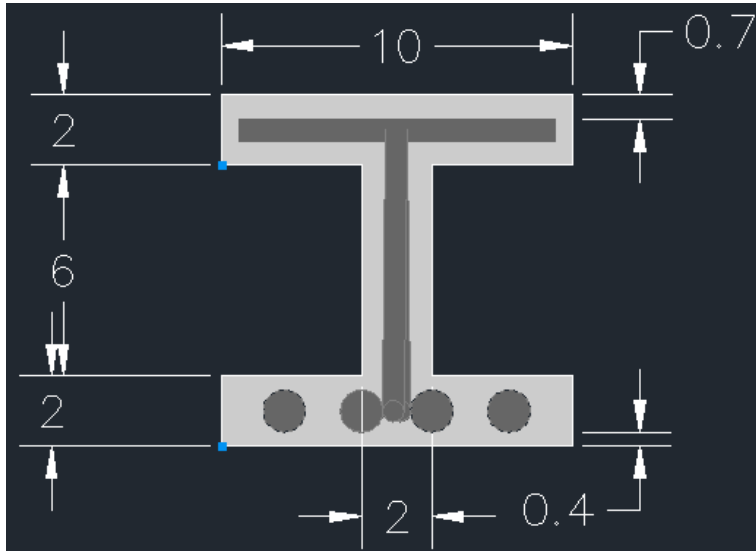
# Reactive powder concrete

(Canadá, 1997)





# Elementos muito finos e resistentes com meios de produção tradicionais



**Secção (dimensões em cm)**



**Armadura**



**Betonagem**



**Armadura inserida na cofragem**

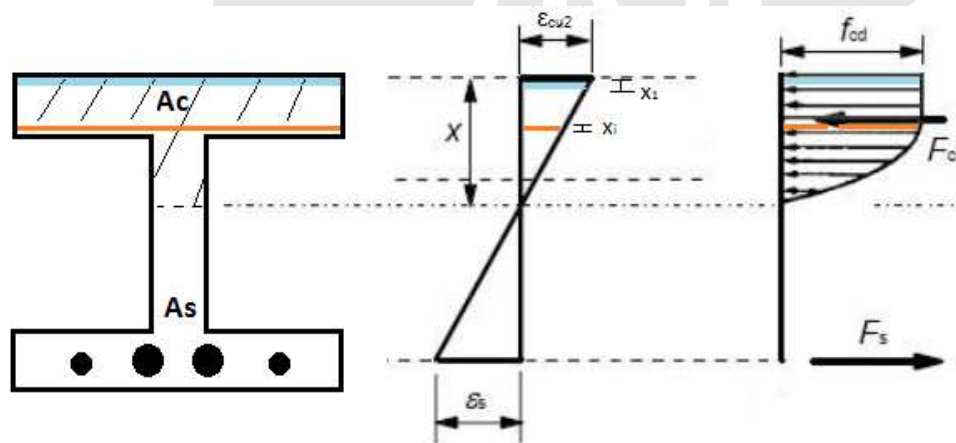
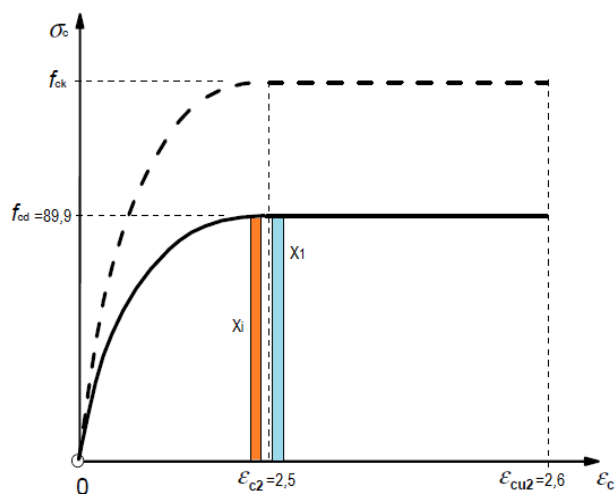
# Viga ensaiada à flexão



# Viga ensaiada à flexão



Aspetto da viga após a rotura



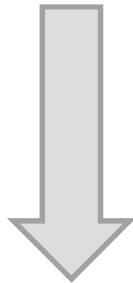
Capacidade resistente determinada com tensões médias de rotura dos materiais

( $f_{cm}=90$  MPa;  $f_{ym}=560$  MPa)

**|estimado-real| < 2 %**

# PERSPETIVAS DE DESENVOLVIMENTO

- $f_{cm} \approx 200$  MPa
- Otimização da forma e armadura das secções
- aproximar razão  $M_{rd}/$ peso ao obtido com perfis metálicos
- Estudo da durabilidade



Menor custo, menor impacte ambiental,  
com tecnologia facilmente acessível

ROTURA DE VIGA

ZNEK

Obrigado pela atenção...



ZNEK