

**Universidade Federal de Santa Catarina**  
**EPEC Escritório Piloto de Engenharia Civil**  
*Empresa Júnior de Engenharia Civil*  
**Ciclo de Palestras para Engenharia Civil**

**CAD ou HPC**  
**Projeto, Construção e Recordes**  
**da Engenharia Nacional**

**Eng. Paulo Helene**  
*MSc, PhD, Prof. Titular da Universidade de São Paulo PCC.USP*  
*Deputy Chairman of fib (CEB-FIP) Commission 5 "Structural Service Life Aspects"*  
*Chairman of Red REHABILITAR CYTED*  
*Director of GLARilem*  
*Diretor Conselheiro do IBRACON*

**Florianópolis, 20 de maio de 2002**

1



**University of São Paulo**  
**Escola Politécnica**  
**Civil Construction Engineering Department**  
**MSc and PhD academic and professional programs**  
**Materials, Construction, Structures, Urbanism,**  
**Construction and Finance Management, Building**  
**Systems**

**[www.poli.usp.br](http://www.poli.usp.br)**  
**[www.pcc.usp.br](http://www.pcc.usp.br)**

2



### MODERN COMPOSITE CONCRETE - A CONSTRUCTION ALTERNATIVE

In the hostile environment of deep mines and tunnels, design parameters for construction materials must include ease of construction and maintenance, as well as the more obvious need for strength and durability. Any improvement in the construction material's performance multiplies into significant cost savings.

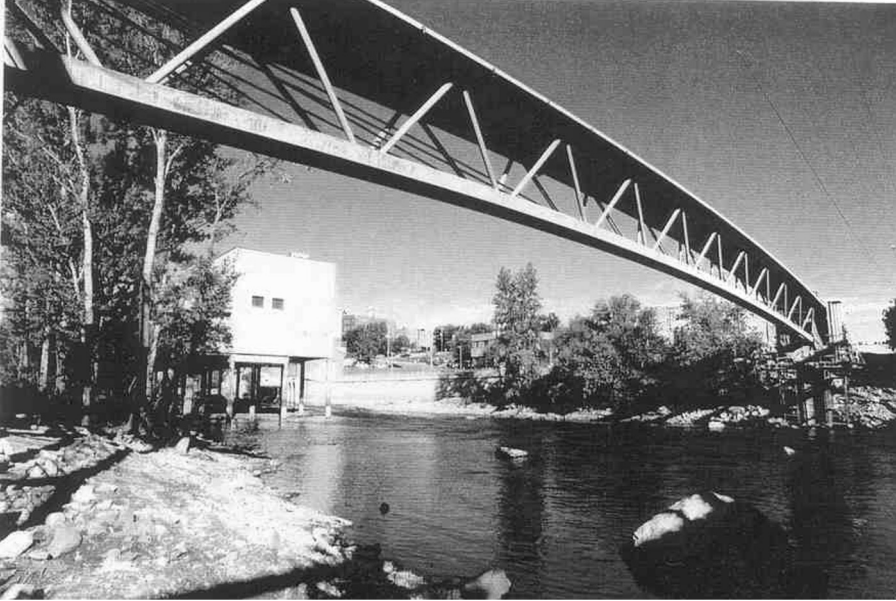
Compact reinforced composites are a recent invention which promise just such improvements when used in deep mine shaft and tunnel linings. Their potential pointed Denmark's Aalborg Portland's cement and concrete laboratory towards this application as one of the first projects to investigate the practical properties of the new material.

In 1985 they teamed up with the United Kingdom's Cementation Group to establish EUREKA project EU 264 - COMPRESIT, in order to establish general design rules for the use of reinforced composites and to further develop their potential.

**Concrete Experience**  
The Aalborg Portland laboratory has a long tradition of innovation with concrete and includes Hans Henrik Bachte, the inventor of DSP materials and compact reinforced composites, as a researcher on its staff. DSP is a combination of cement, micro silica and superplasticising agents. When mixed with small quantities of water, the material is easily castable into complex forms of high den-

**EUREKA** 

3

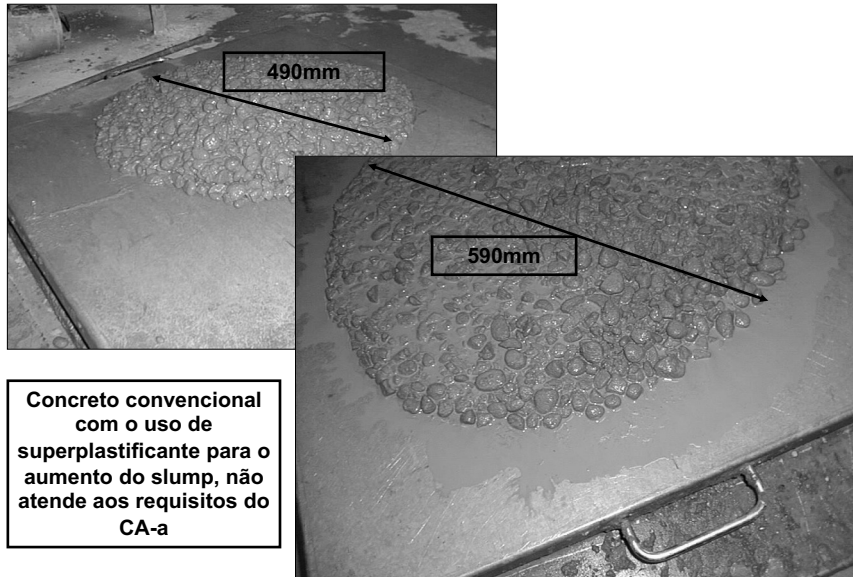


**Passarela de Sherbrooke, Canadá, 1997**

**$f_{ck} = 250 \text{ MPa}$        $f_{tk} = 7 \text{ MPa}$        $E_{ci} = 50 \text{ GPa}$**

4

## Concreto Auto-adensável (CA-a)



5

## Ensaio de fluidez do cone de Abatimento

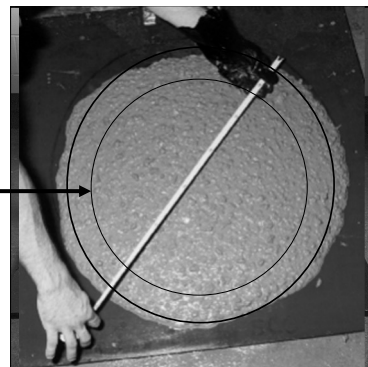
Na faixa de diâmetro de 50 cm a 70 cm, se mede o tempo necessário para uma determinada distância, para o concreto.

**T50/65, tempo para alcançar 50 a 65 centímetros de diâmetro.**

**tipicamente T50 é de 3 a 10 segundos**

**<3 segundos a viscosidade e demasiadamente baixa, e possível a segregação**

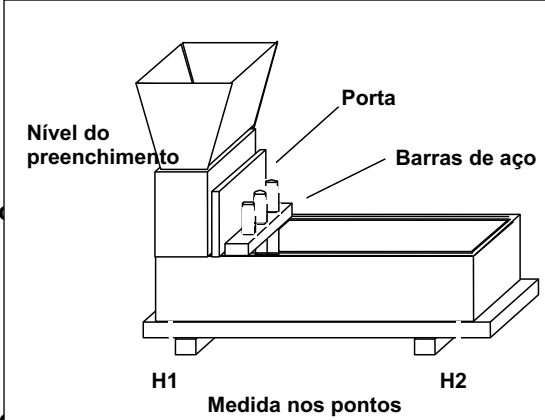
**>10 segundos a viscosidade é muito alta, insuficiente fluidez**



6

▼ Caixa “L “

- Ensaio para medir fluxo e resistência ao escoamento da mistura.
- Também indica se o concreto tem tendência a segregação (os agregados ficam expostos na superfície)



Relação do bloqueio =  $H2/H1$

RB = 1.0 Excelente

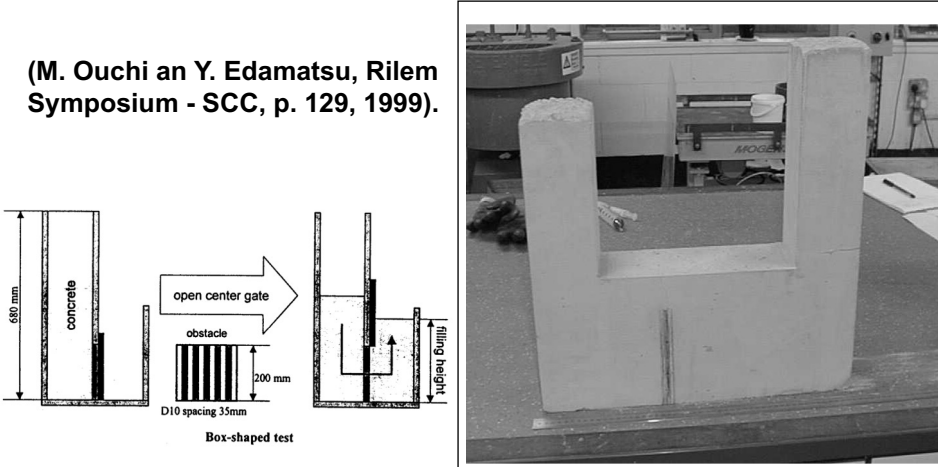
RB = 0.9 Aceitável

7

### Concreto Auto-adensável

Ensaio da caixa-U

(M. Ouchi an Y. Edamatsu, Rilem Symposium - SCC, p. 129, 1999).



Box-shaped test

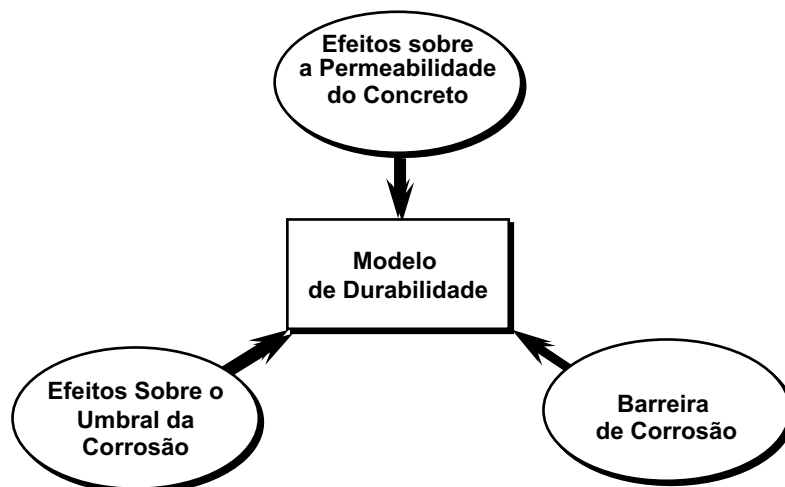
8

# Controle da Durabilidade em Ambientes com Cl

## Inibidores de Corrosão

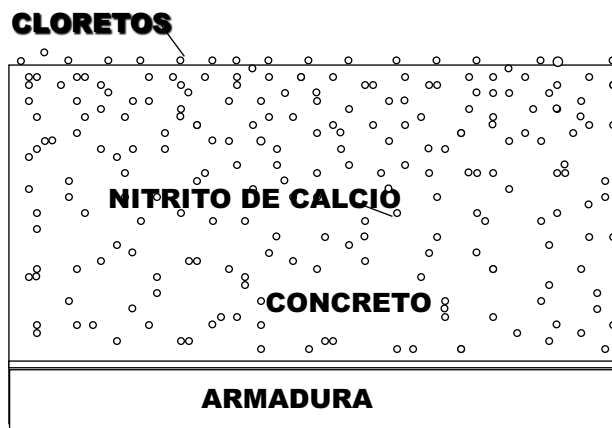
9

### Modelando a Durabilidade



10

## **Ação passivante em ambientes com Cl<sup>-</sup>**



11

## **Passivação com Nitrito em Ambientes Alcalinos**

- ▼ **Impede o acesso dos Cl ao aço**
- ▼ **Aumenta o limite do umbral (de 0,35 para 0,9%)**
- ▼ **Forma produtos de corrosão mais estáveis**

12

- ▼ **Concretos sem Retração de Secagem (aditivos especiais)**
- ▼ **Concretos sem Retração Plástica (fibras polipropileno)**
- ▼ **Concretos coloridos**
- ▼ **Concretos condutivos**
- ▼ **Concretos isolantes**

13

**Museu de Arte de São Paulo – MASP**  
**Localização: Av. Paulista**  
 **$f_{ck} = 45 \text{ MPa}$  1968**  
**Pioneiro no Brasil em CAR**



14

**Museu de Niterói**  
**Localização: Niterói, RJ**  
 **$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$  1997**



15

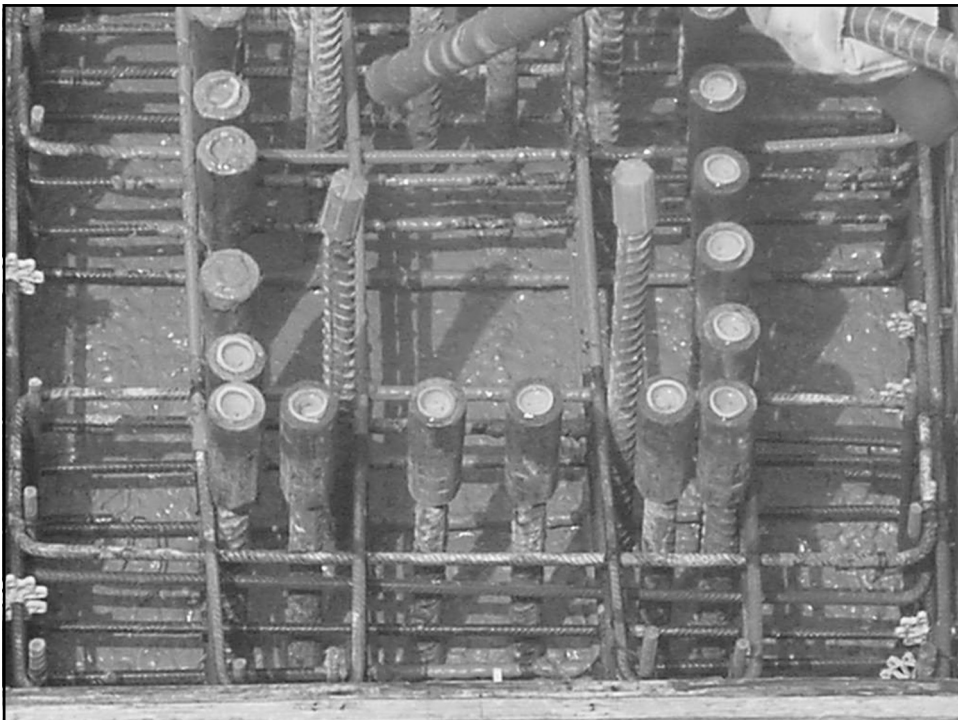


16





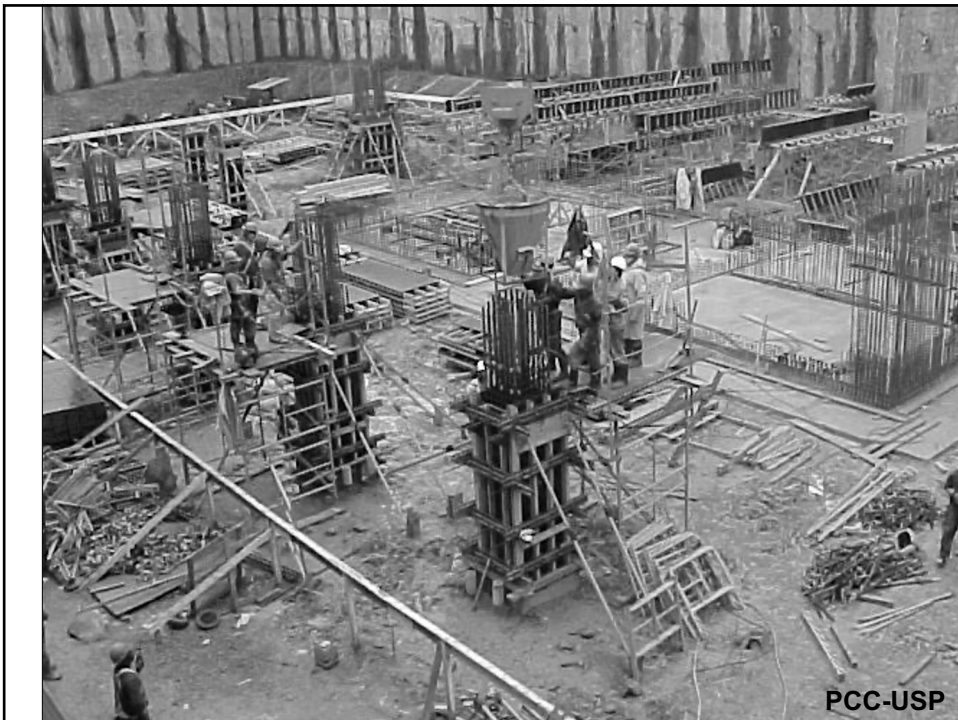
17



18



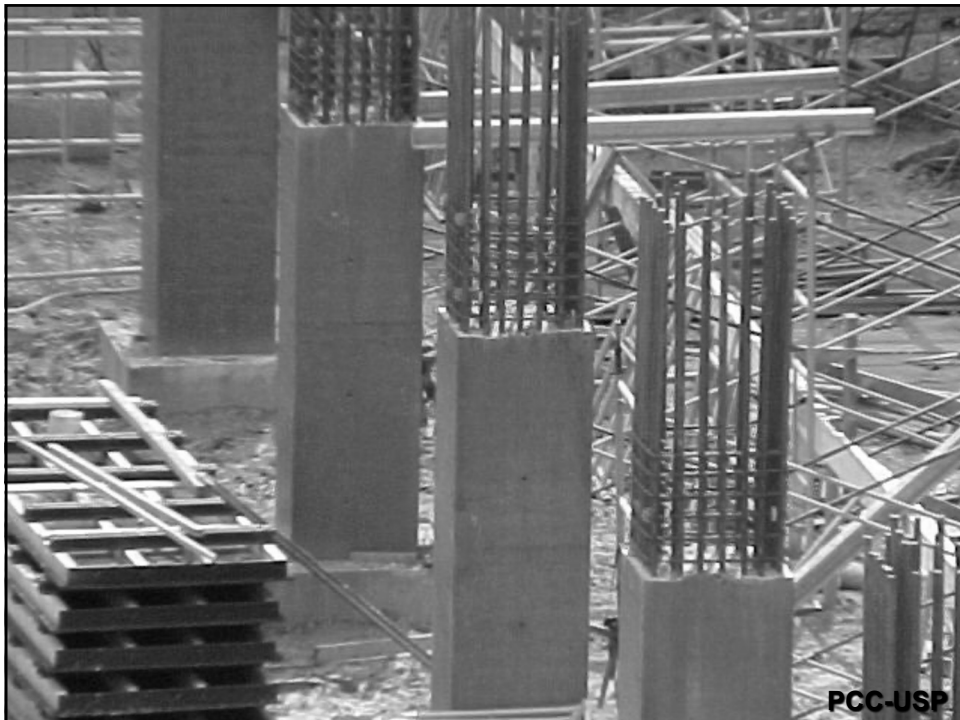
19



20



21



22

***Os Arquitetos e Engenheiros  
constroem os marcos da pujança  
de uma civilização.  
Traduzem a sua história,  
os seus sonhos, os seus ideais  
em obras imponentes e duráveis  
que elevam a auto estima  
de seu povo***

23



***O Concreto  
de Alto Desempenho  
é uma das grandes  
oportunidades atuais  
de resgatar essa  
importância da  
engenharia nacional***

24

**Conclusão**

**...não basta ser  
engenheiro da *FEDERAL*  
de *SC*...**

**...tem de ser  
*CIVIL!!***