



EDI-33

Materiais e Processos Construtivos

Concreto

Frank Cabral de Freitas Amaral – 1º Ten.-Eng.º
Instrutor

Abril / 2006



Programação

SEMANA	DATA	TÓPICOS	
1	06/mar	APRESENTAÇÃO DO CURSO	
	09/mar	TIPOS DE MATERIAIS E PROPRIEDADES	
2	13/mar	AGREGADOS	
	16/mar		
3	20/mar	AGLOMERANTES	
	23/mar		
4	27/mar	CONCRETO	
	30/mar		
5	3/abr		
	6/abr		
6	10/abr		
	13/abr		
7	17/abr		PROVA 1º BIMESTRE
	20/abr		AÇOS
8	24/abr		
	27/abr		
	29/abr a 6/mai	SEMANINHA	



Concreto

- Concreto fresco
- Aditivos
- Concreto endurecido
 - Estrutura
 - Resistência
 - Estabilidade dimensional
- Durabilidade
- Dosagem



Sumário

- ◆ Definições e Conceitos básicos
- ◆ Durabilidade das Estrutura de Concreto
- ◆ Fatores intervenientes
- ◆ Aspectos construtivos



Conceitos Básicos

CONCRETO



Resistência à compressão

Onde?



Meio Ambiente → Agentes agressivos



Importante

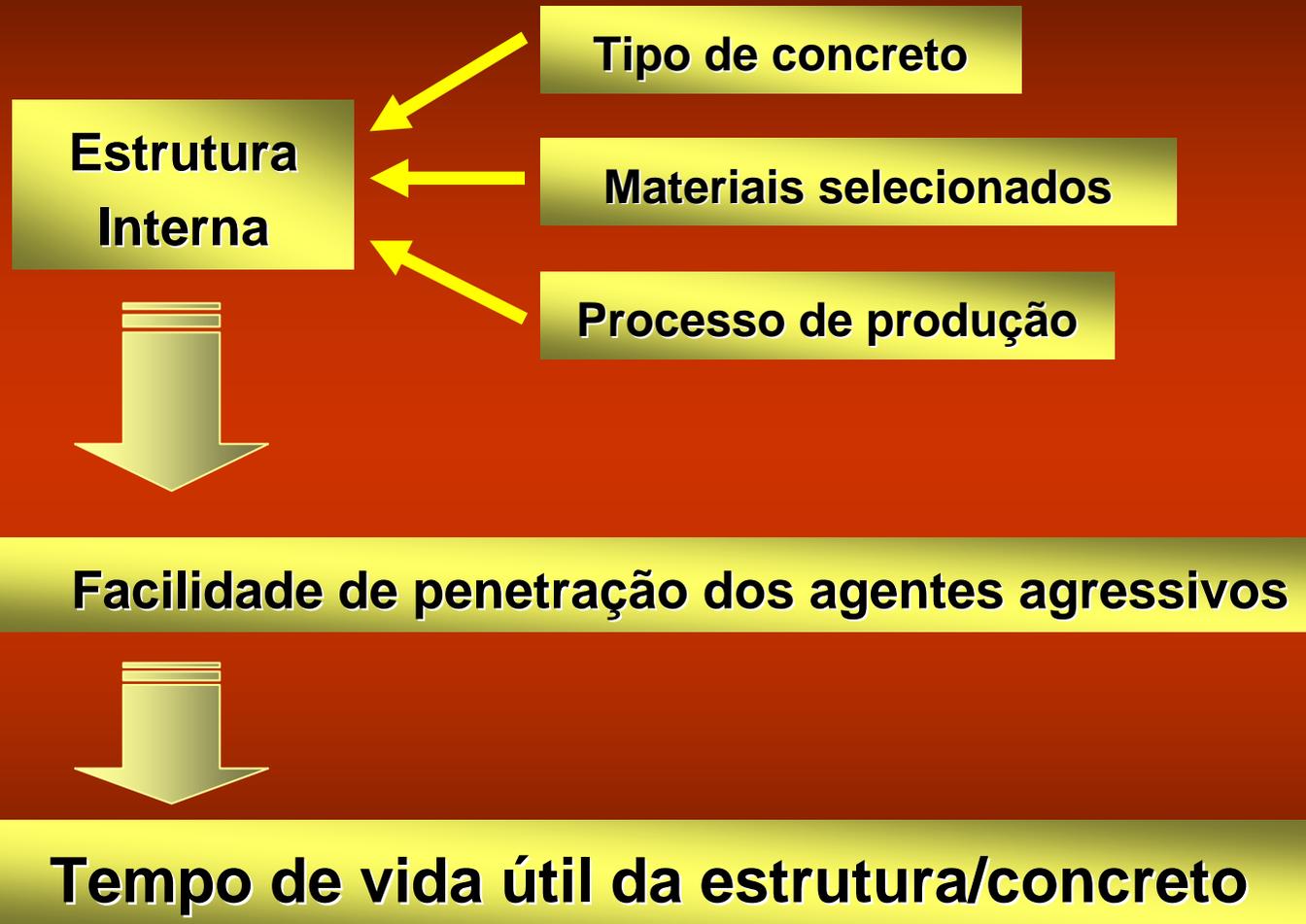
Resistência mecânica

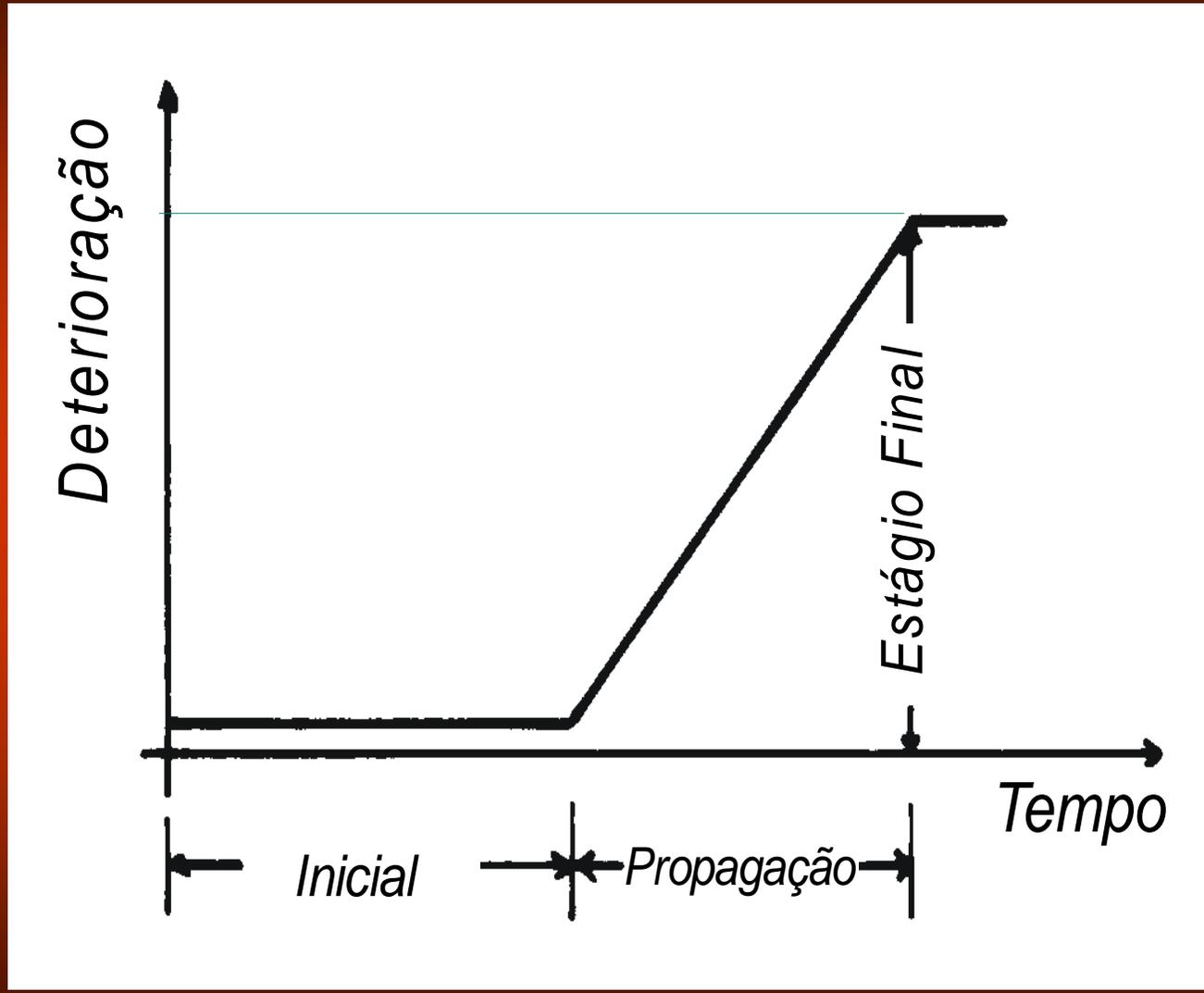


Durabilidade



Conceitos Básicos







Conceitos Básicos

Durabilidade: (ACI)

Habilidade de resistir às ações de intempéries, ataque químico, abrasão, ou qualquer processo de degradação

Concreto Durável:

Mantém a forma original, qualidade e funcionalidade quando colocado em serviço.

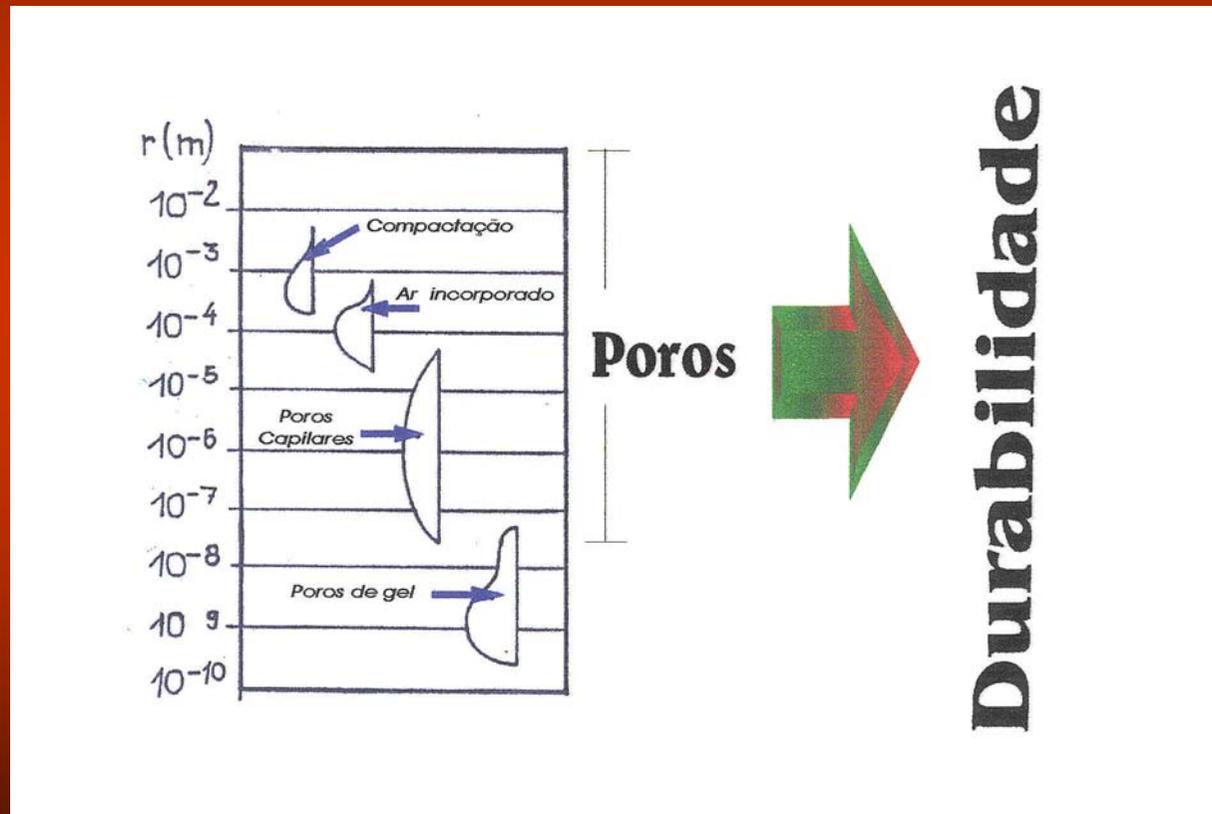


Como especificar um concreto durável ?



Estrutura do Concreto

Rede de poros



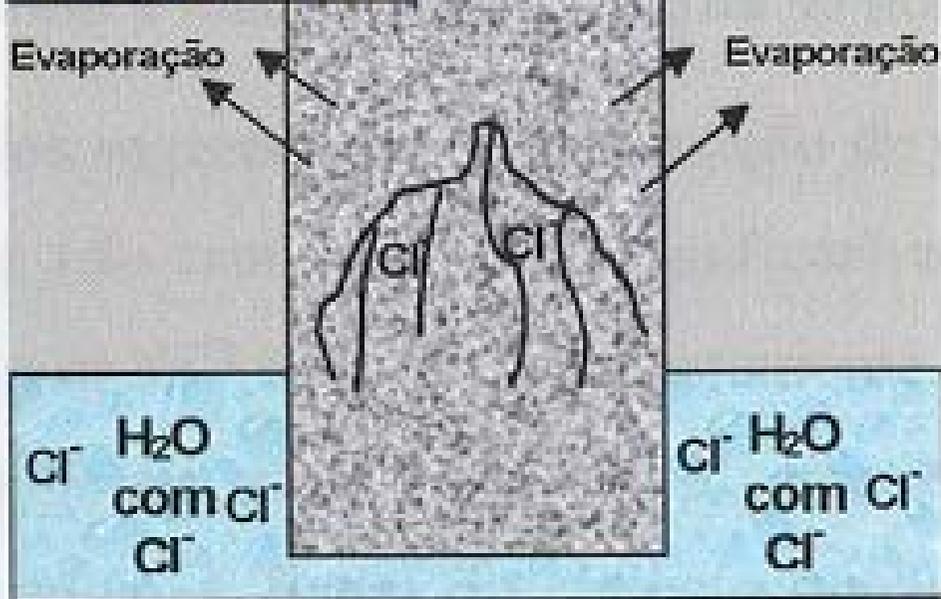


(micro) Estrutura do Concreto

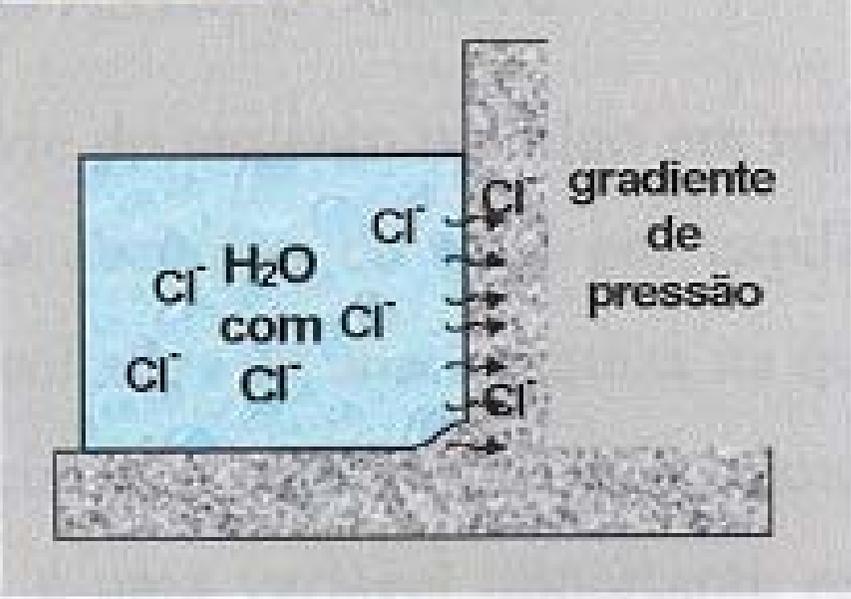
Distribuição do poros



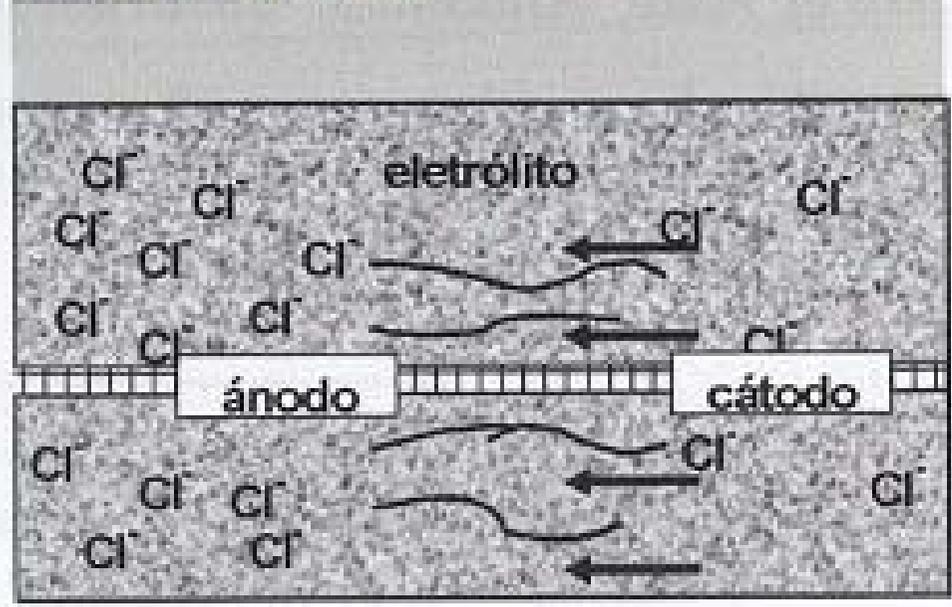
absorção capilar



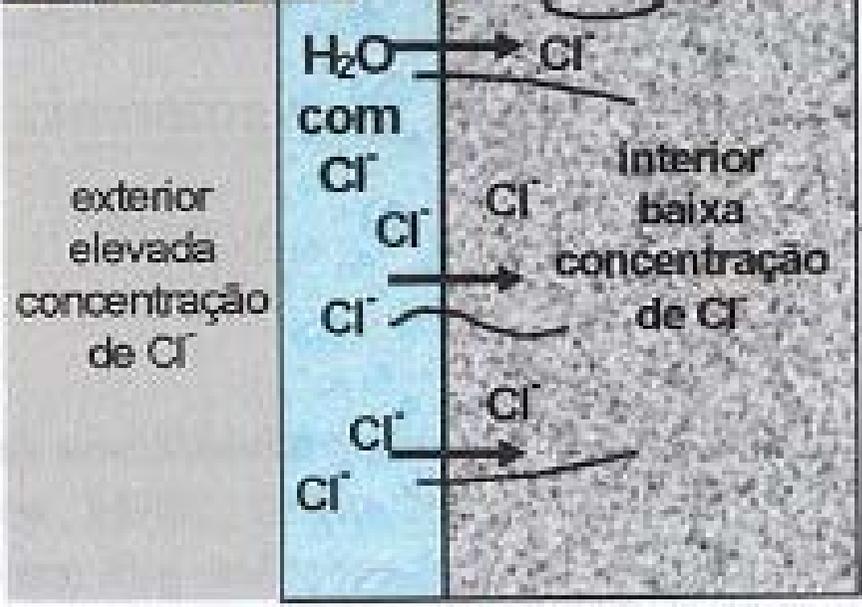
permeabilidade



migração de íons



difusão de íons





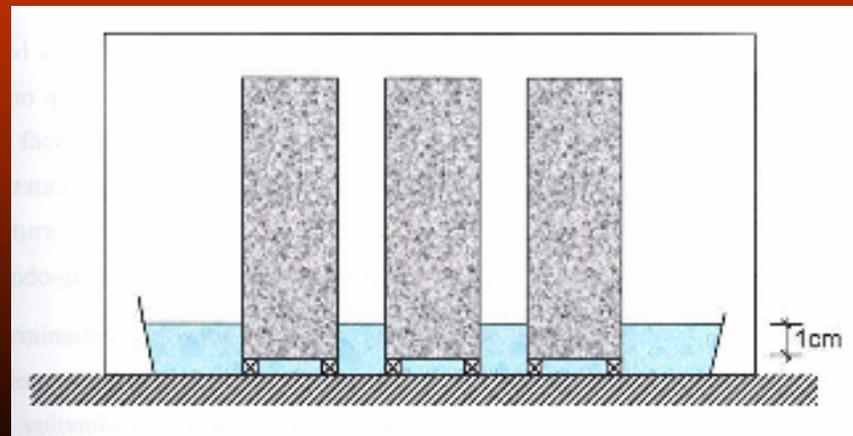
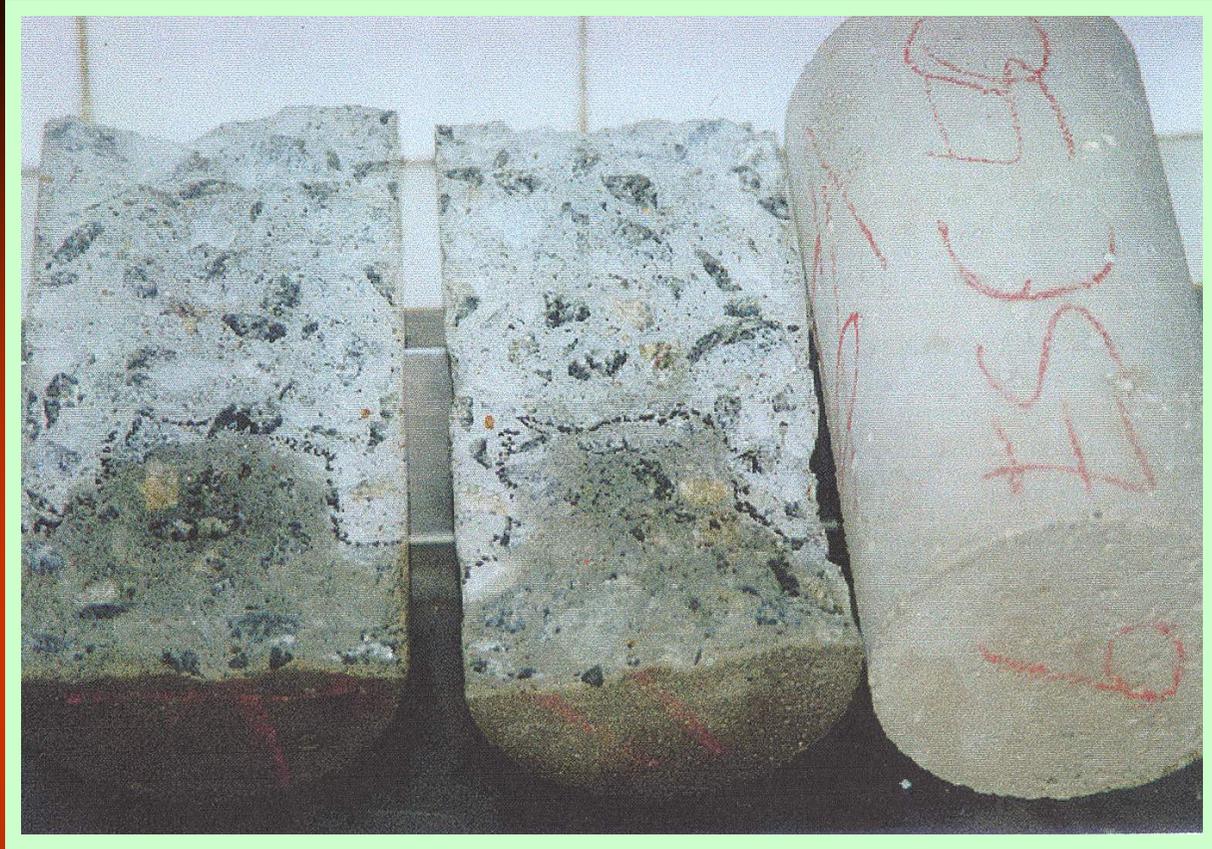
(micro) Estrutura do Concreto

Distribuição do poros





EDI-33 Materiais e Processos Construtivos



Desenho e foto: Carlos X. Regattieri



Sumário

- ◆ Definições e Conceitos básicos
- ◆ Durabilidade das Estrutura de Concreto
- ◆ Fatores Intervenientes
- ◆ Aspectos Construtivos



Durabilidade das Estruturas de Concreto

Degradação do concreto

Ação conjunta ou em separado

Degradação da armadura



Degradação do concreto

Causas Físicas

Desgaste superficial

Fissuração

variações volumétricas

variações de temperatura

carregamento

Causas Químicas

Lixiviação

Expansão



Ataque químico



Foto: Paulo Helene



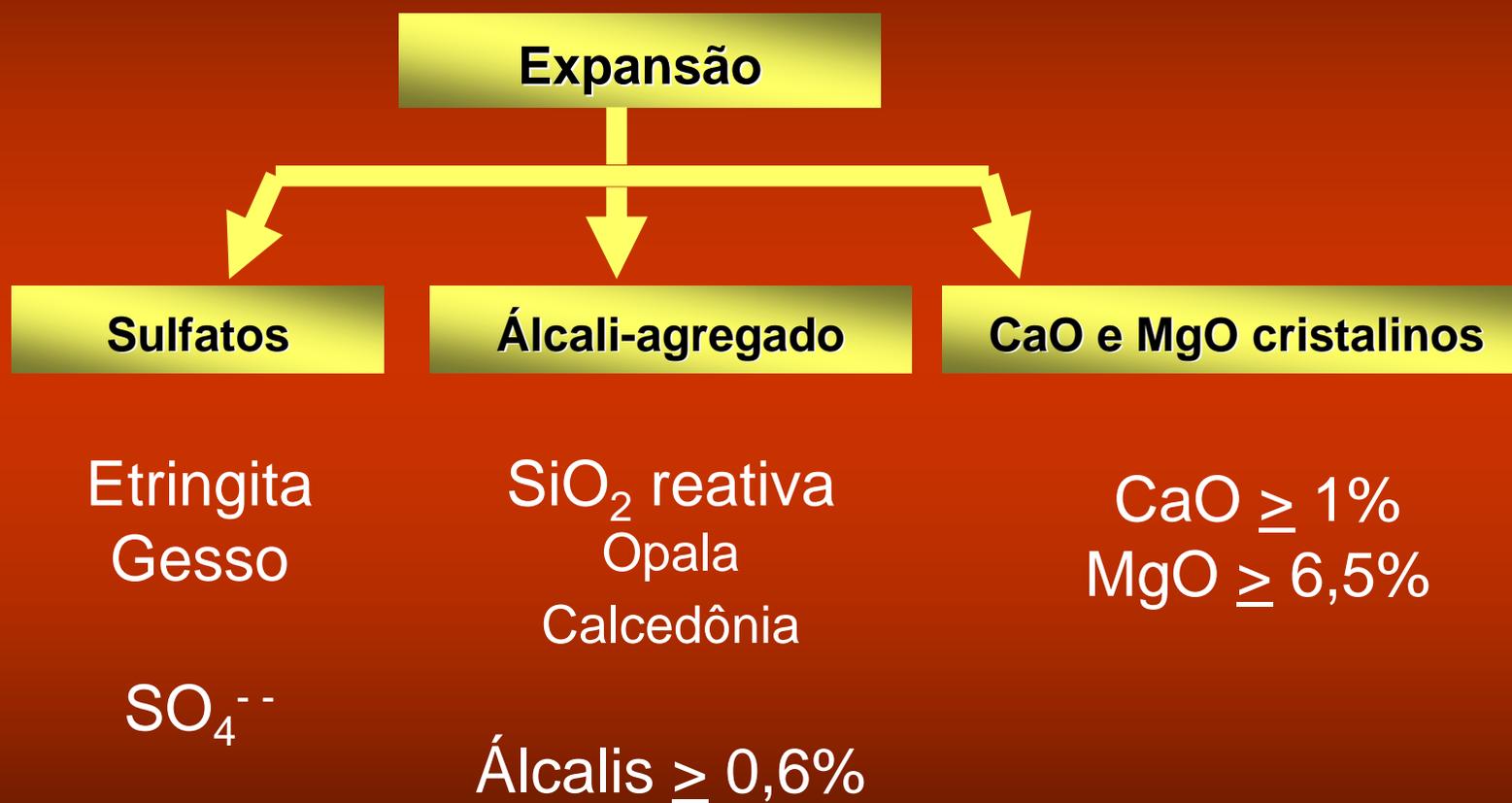
Foto: Maryangela G. de Lima

Lixiviação

Expansão



Ataque químico





Durabilidade das Estruturas de Concreto

Degradação do concreto

Degradação da armadura

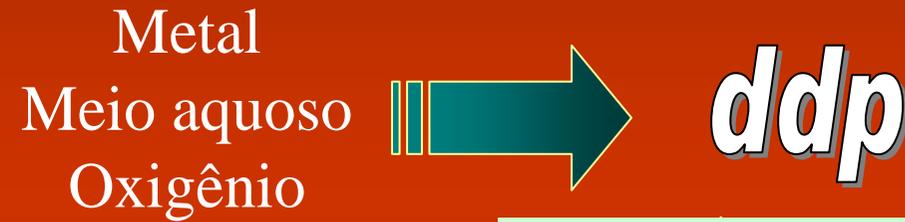


Corrosão



Corrosão das armaduras

Corrosão Eletroquímica



Região anódica
Região catódica

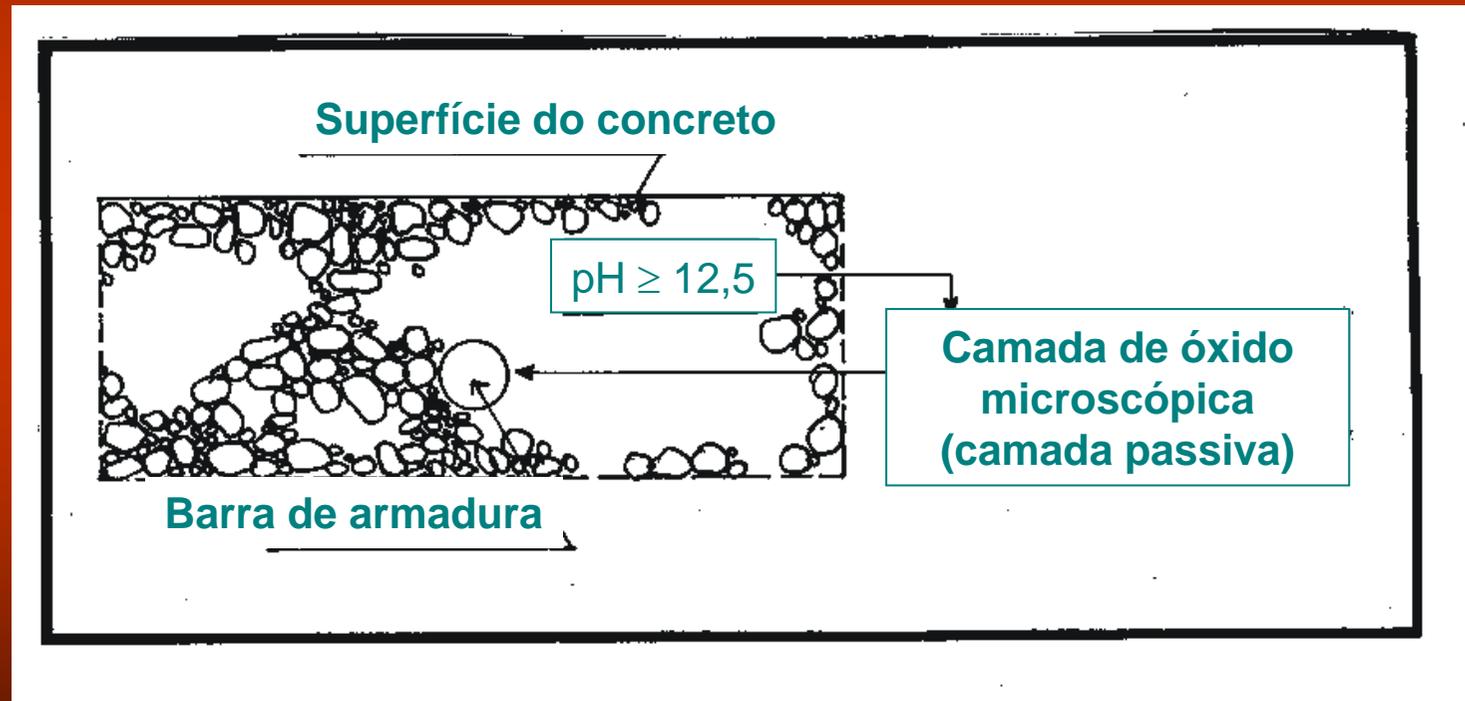


Foto: Maryangela G. de Lima



Corrosão das armaduras

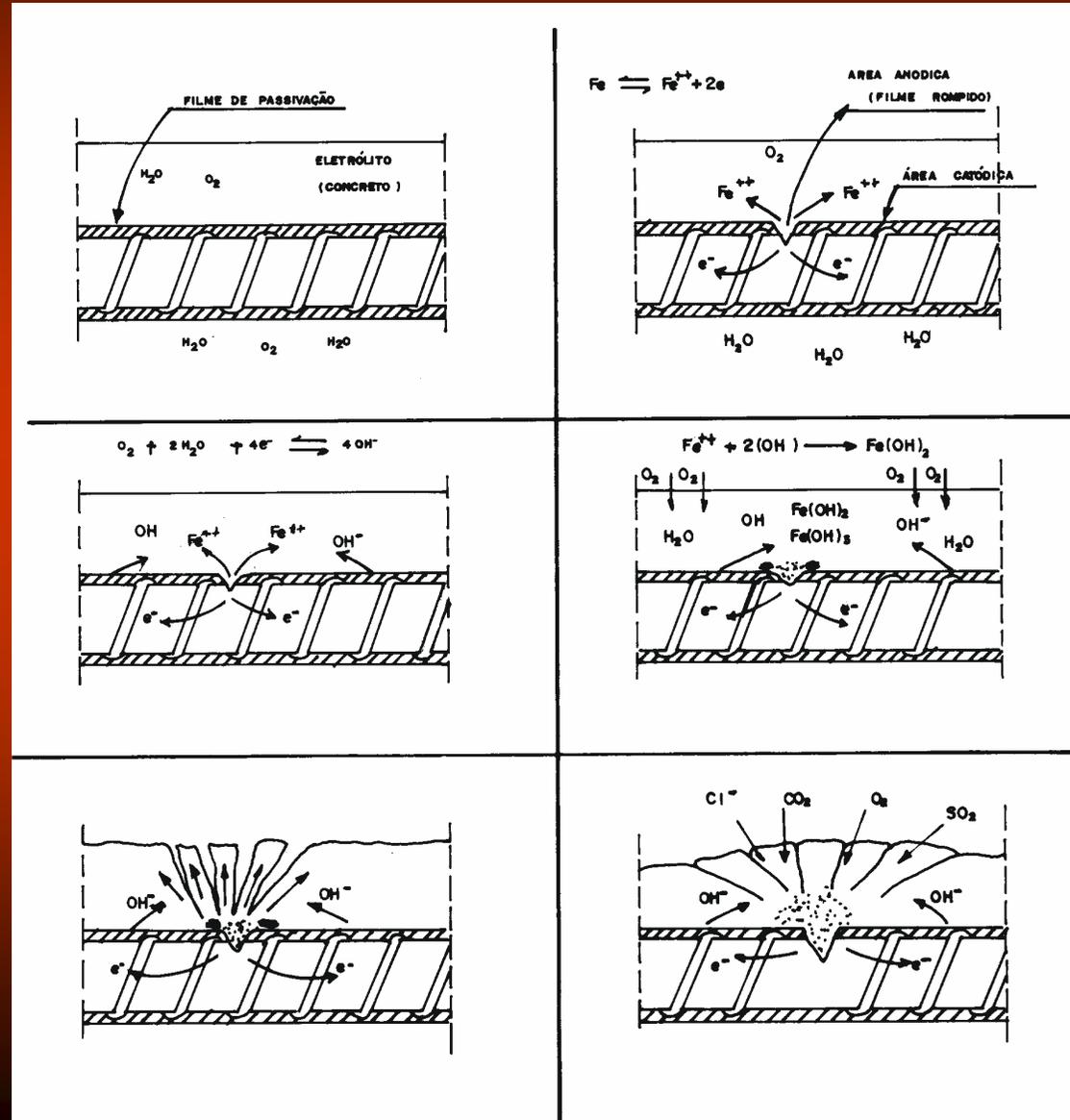
Concreto = proteção



Desenho: Maryangela G. de Lima



Corrosão das armaduras



Desenho: Maryangela G. de Lima



Corrosão das armaduras



Foto: André B. Eisinger

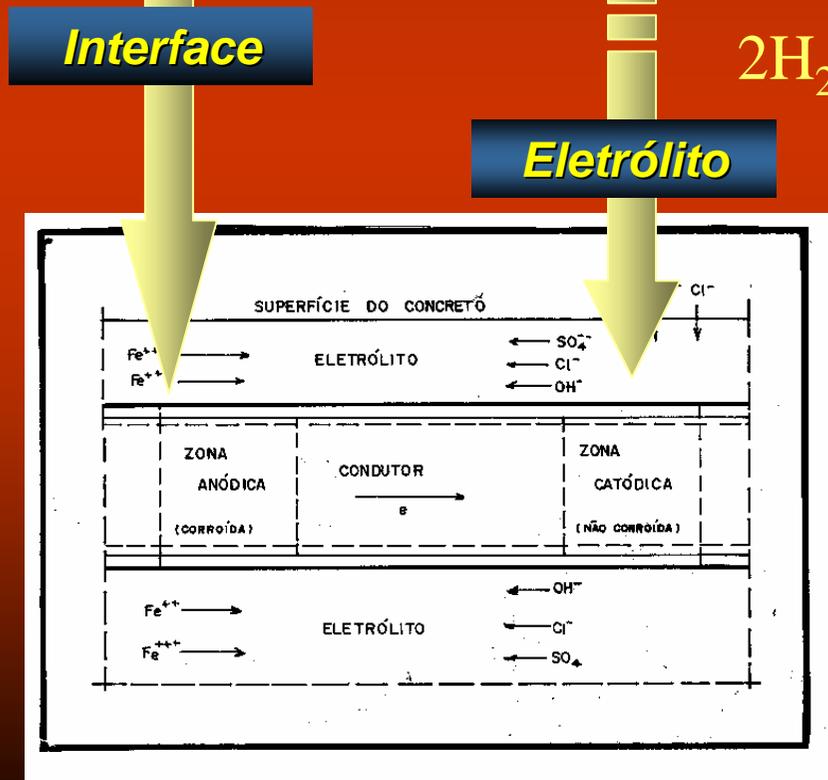
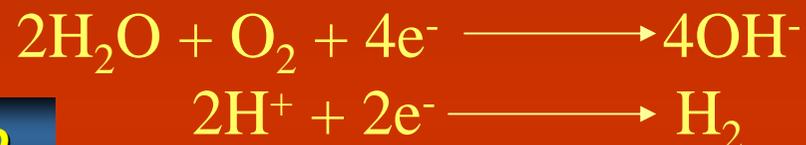


Reações Simplificadas

Reações anódicas



Reações catódicas

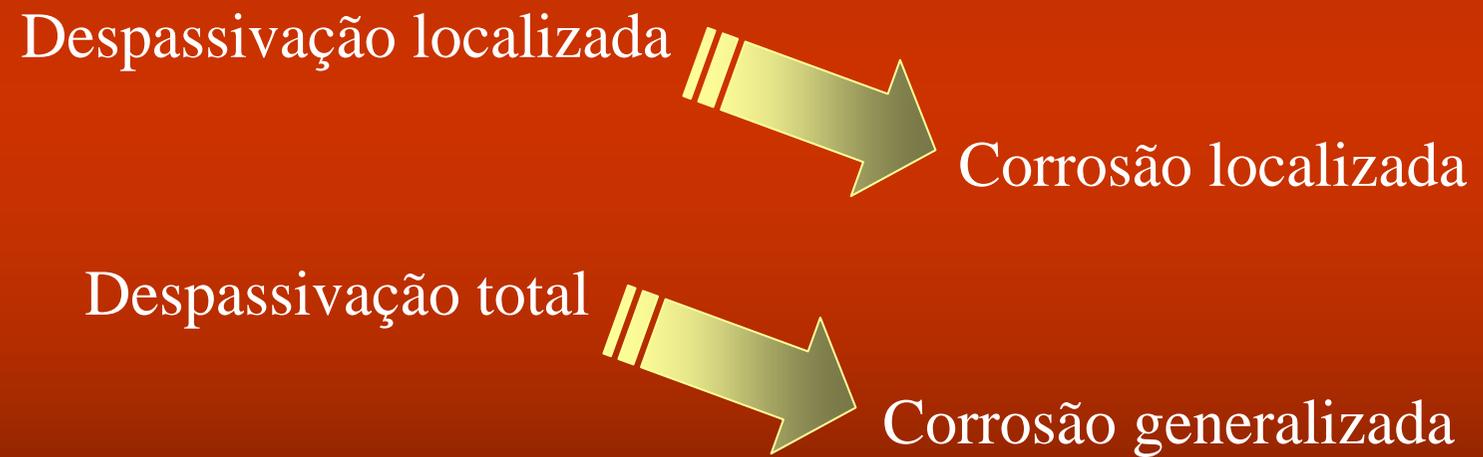


Desenho: Maryangela G. de Lima



Corrosão das armaduras

Despassivação





Corrosão das armaduras

Principais causas de despassivação

- Acidificação do eletrólito:
 - Processo de carbonatação (CO_2)
 - Lixiviação
 - Penetração de substâncias ácidas
- Penetração de íons destruidores de camada
 - Cloretos (Cl^-)
 - Sulfatos (SO_4^{2-})



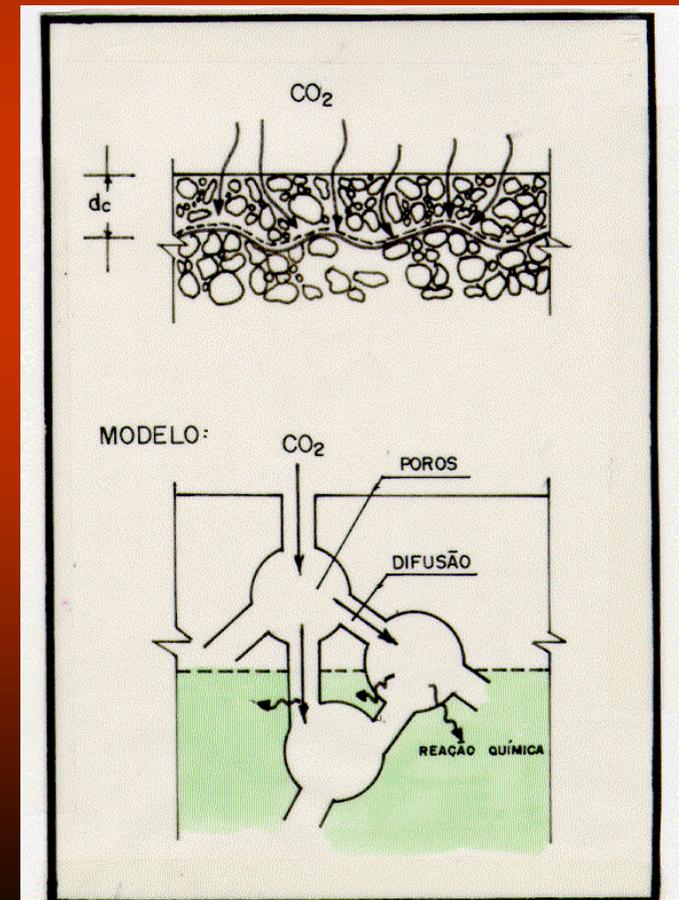
Corrosão das armaduras

Principais causas de despassivação - CARBONATAÇÃO

Despassivação das armaduras CARBONATAÇÃO

Mecanismo de transporte

- Difusão iônica

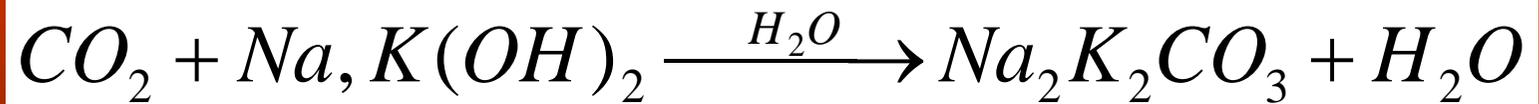
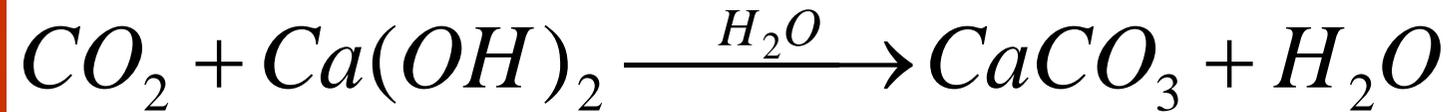


Desenho: Maryangela G. de Lima



Principais causas de despassivação - CARBONATAÇÃO

Despassivação das armaduras
CARBONATAÇÃO
Mecanismo de ação





Principais causas de despassivação - CARBONATAÇÃO

Despassivação das armaduras
CARBONATAÇÃO
Mecanismo de ação

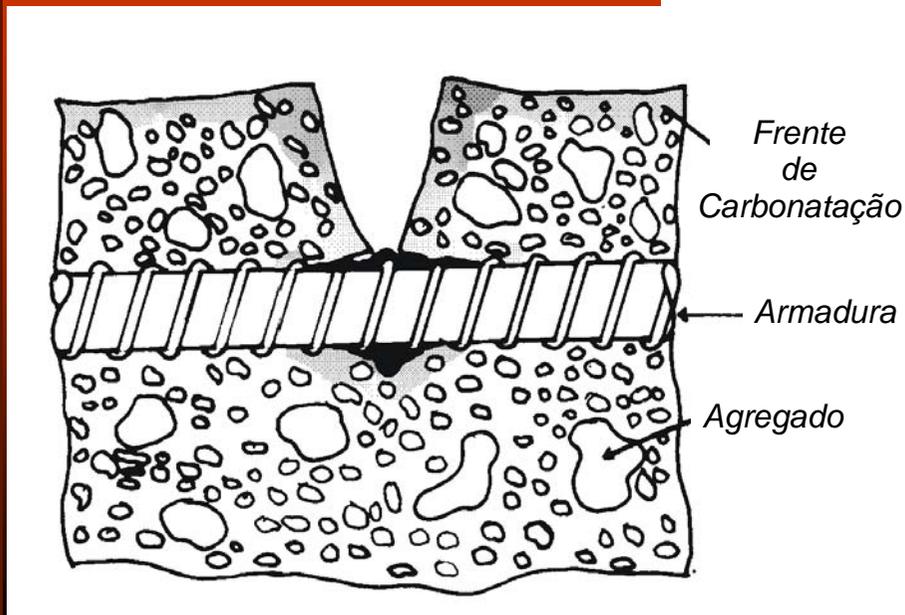
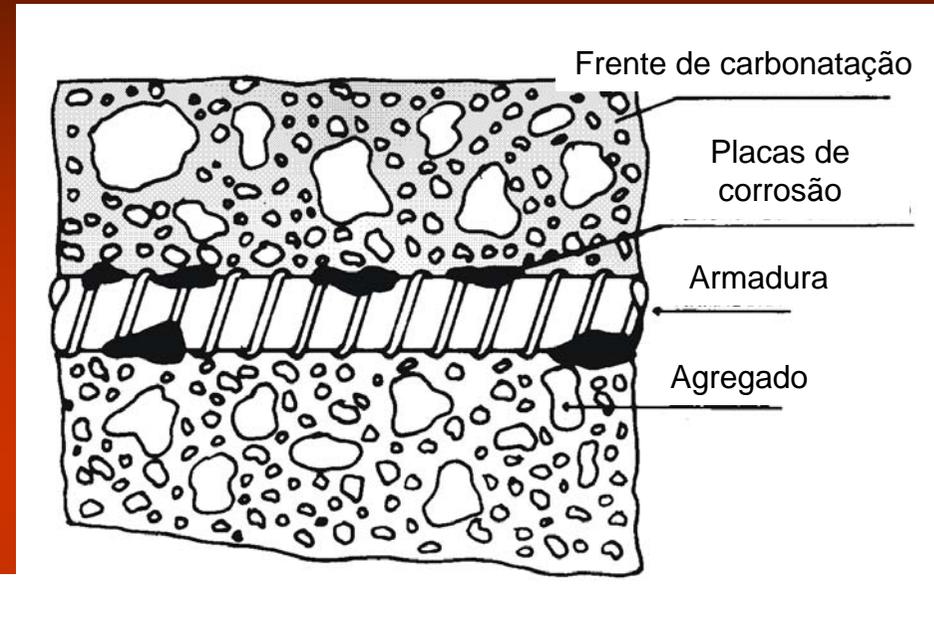


Foto: Maryangela G. de Lima



Principais causas de despassivação - CARBONATAÇÃO

Avanço da Frente de Carbonatação



Desenhos: Maryangela G. de Lima



Principais causas de despassivação - CARBONATAÇÃO

EDI-33 Materiais e Processos Construtivos

Avanço da Frente de Carbonatação



Foto: André B. Eisinger



Principais causas de despassivação

- Acidificação do eletrólito:
 - Processo de carbonatação
(CO₂)
 - Lixiviação
 - Penetração de substâncias ácidas
- Penetração de íons destruidores de camada
 - Cloretos (Cl⁻)
 - Sulfatos (SO₄²⁻)

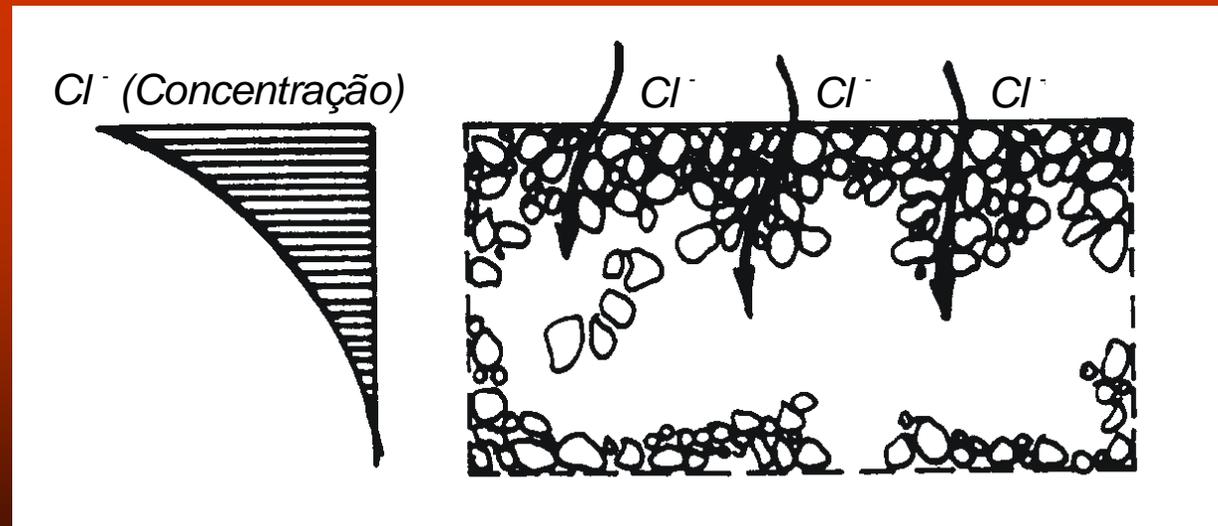


Principais causas de despassivação - CLORETOS

Despassivação das armaduras CLORETOS

Mecanismos de transporte

- ABSORÇÃO CAPILAR
- DIFUSÃO IÔNICA
- PERMEABILIDADE
- MIGRAÇÃO DE ÍONS



Desenho: Maryangela G. de Lima



Principais causas de despassivação - CLORETOS

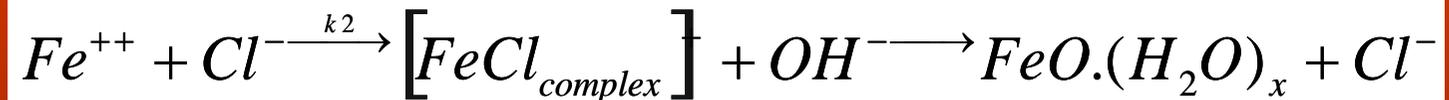
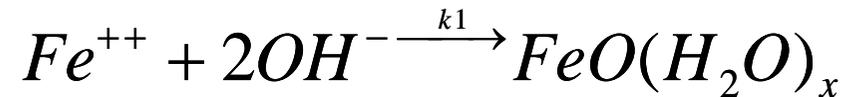
COMO CHEGAM AO CONCRETO?

- Aceleradores de pega (CaCl_2)
- Impurezas nos agregados
- Atmosfera marinha
- Água do mar (Estruturas “off-shore” e “in-shore”)
- Sais de degelo
- Processos industriais (papel e celulose)



Principais causas de despassivação - CLORETOS

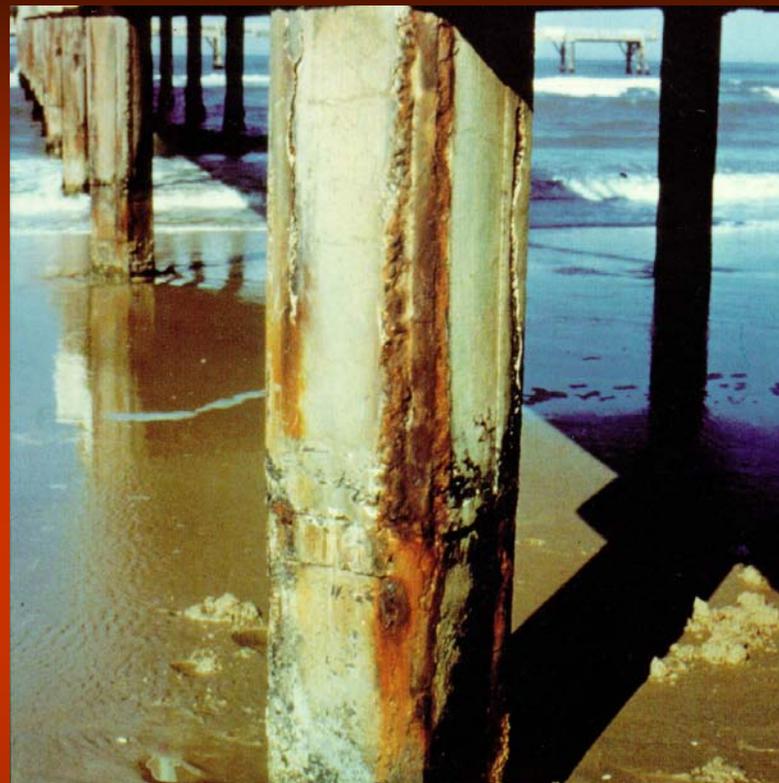
Despassivação das armaduras
CLORETOS
Mecanismo de ação



CLORETOS = CATALIZADORES



Principais causas de despassivação - CLORETOS



Fotos: Maryangela G. de Lima



Sumário

- ◆ Definições e Conceitos básicos
- ◆ Durabilidade das Estrutura de Concreto
- ◆ Fatores Intervenientes
- ◆ Aspectos Construtivos



Fatores intervenientes

- ☠ Características e propriedades do concreto
- ☠ Características do meio



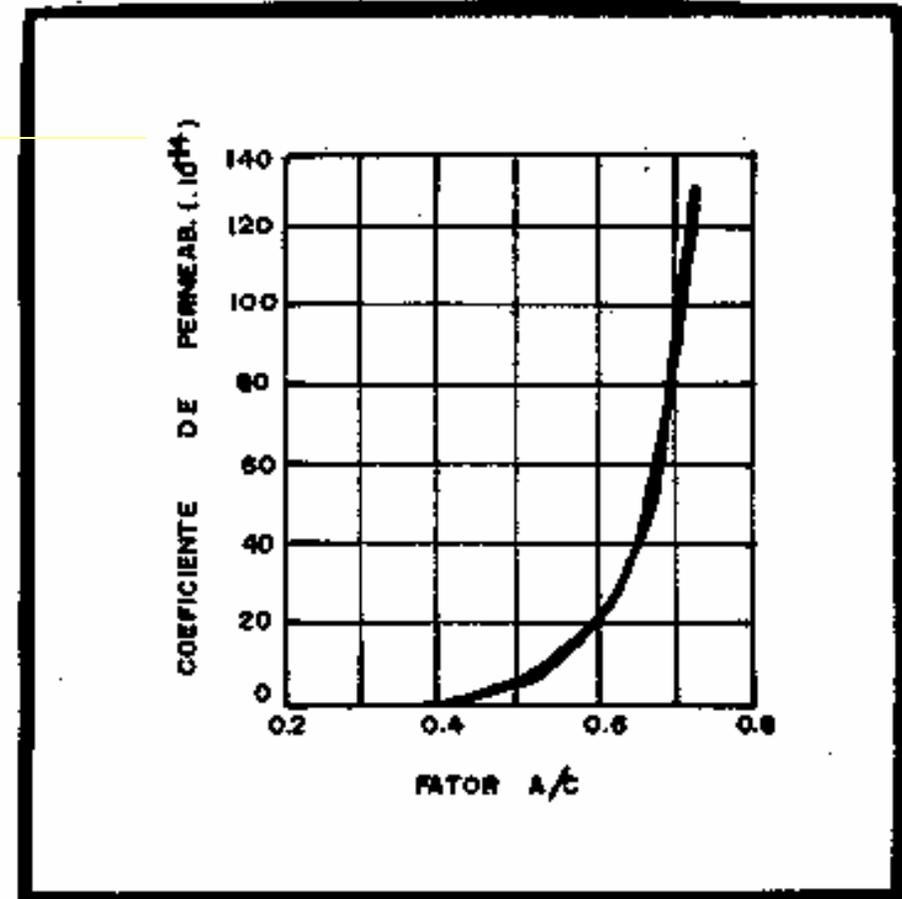
Fatores intervenientes - Características e Propriedades do Concreto

- ☠ Relação a/c
- ☠ Permeabilidade e absorção
- ☠ Resistividade elétrica do concreto
- ☠ Tipo de cimento, adições e aditivos
- ☠ Tipo de aço



Fatores intervenientes - Características e Propriedades do Concreto

- ☠ Relação a/c
- ☠ Permeabilidade
- ☠ Resistividade do concreto
- ☠ Tipo de cimento e aditivos
- ☠ Tipo de aço

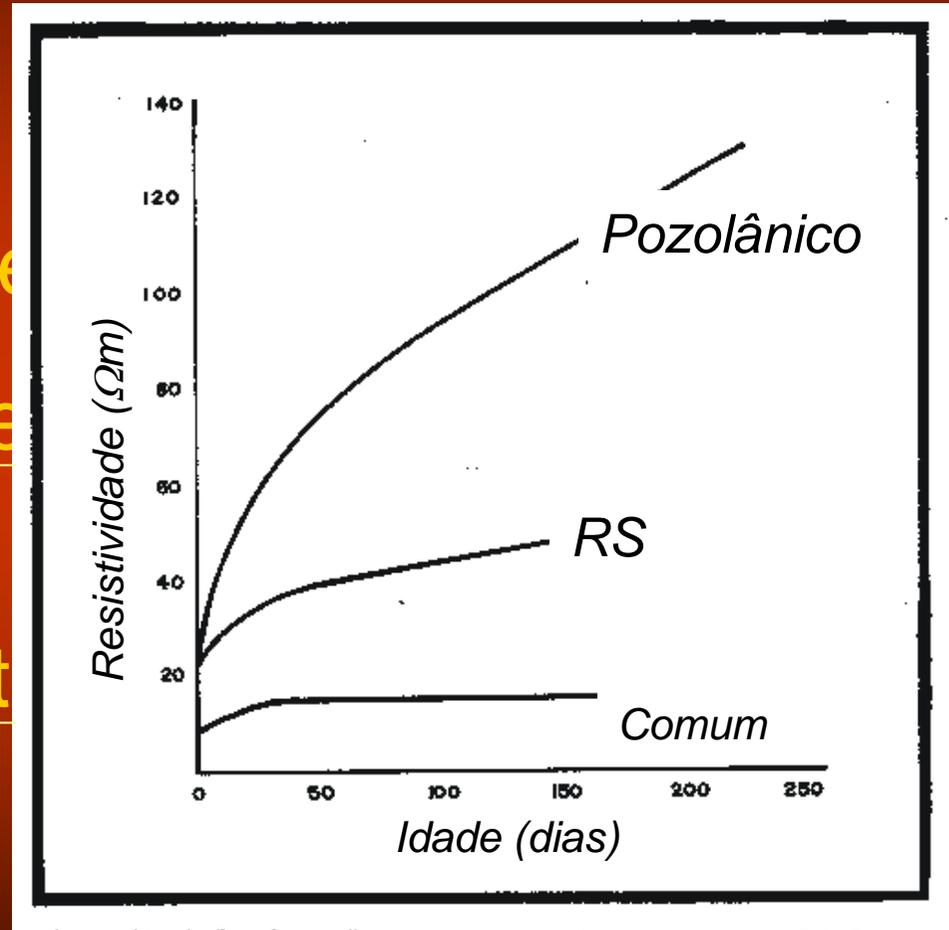


Desenho: Maryangela G. de



Fatores intervenientes - Características e Propriedades do Concreto

- ☠ Relação a/c
- ☠ Permeabilidade
- ☠ Resistividade e
concreto
- ☠ Tipo de cimento
aditivos
- ☠ Tipo de aço





- ☠ Relação a/c
- ☠ Permeabilidade e absorção
- ☠ Resistividade elétrica do concreto
- ☠ Tipo de cimento, adições e aditivos
- ☠ Tipo de aço



Fatores intervenientes

- ☠ Características e propriedades do concreto
- ☠ Características do meio



Fatores intervenientes - Características do meio

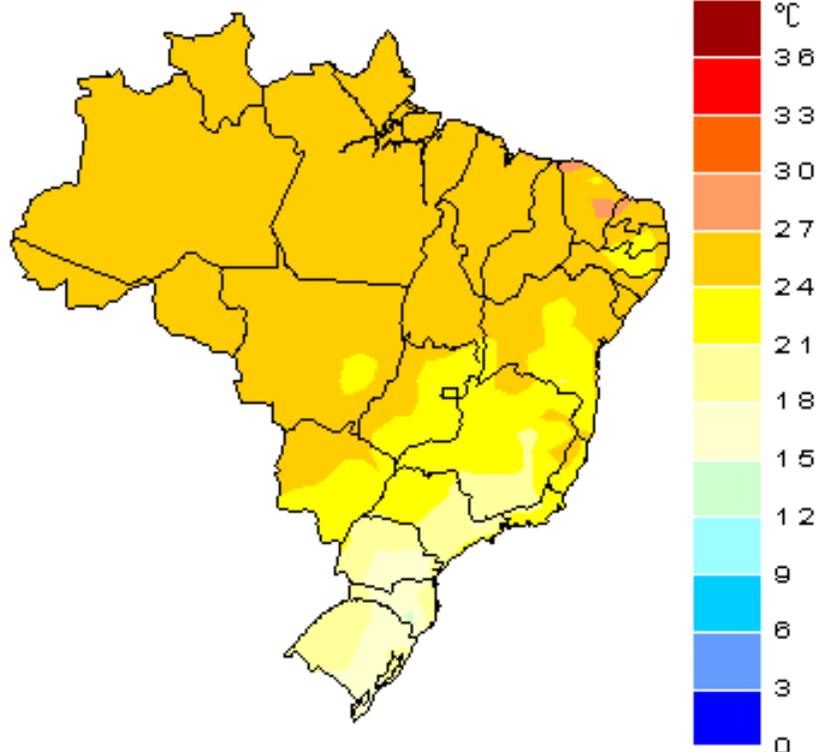
- ☠ Temperatura
- ☠ Umidade relativa
- ☠ Micro-região (micro-clima)



Fatores intervenientes - Características do meio

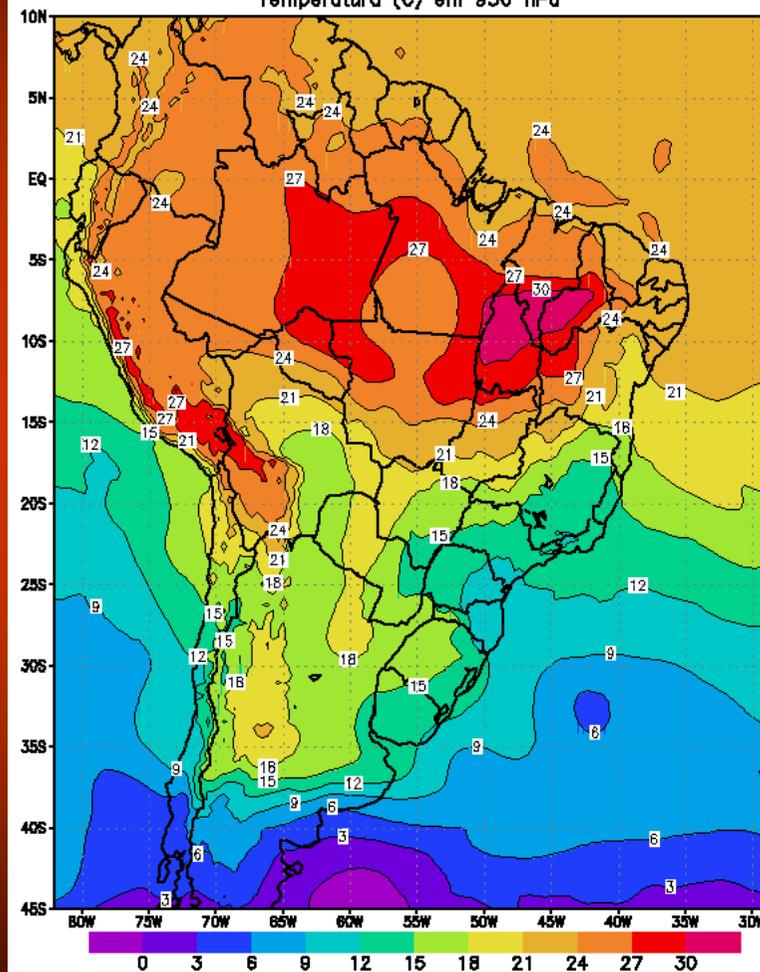
EDI-33 Materiais e Processos Construtivos

TEMPERATURA MÉDIA ANUAL



Fonte: INMET 1931/1990

CFTEC/INPE/MCT - MODELO REGIONAL
Previsão 2000090500+06h, válida para 05/09/2000, 06UTC
Temperatura (C) em 950 hPa

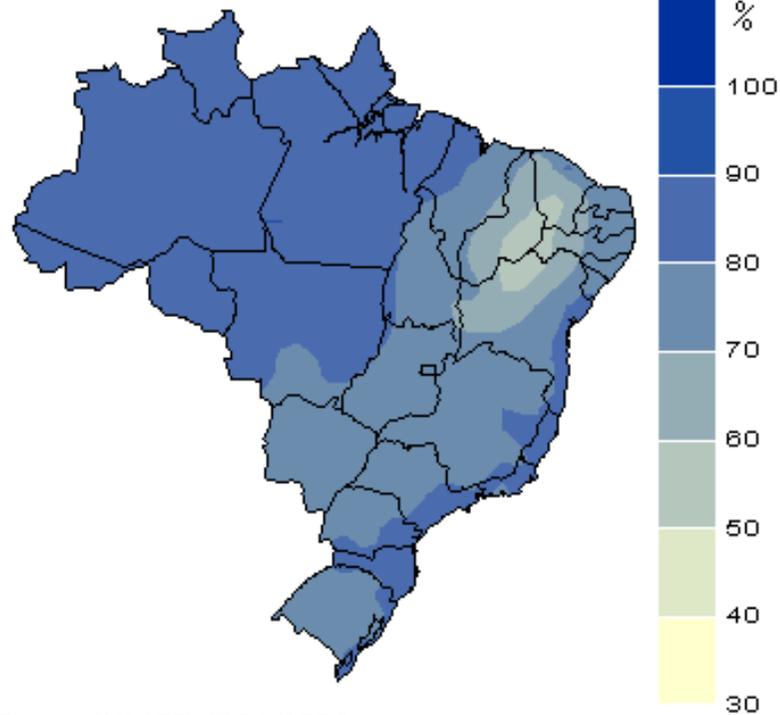


Origem: Fabiano Morelli

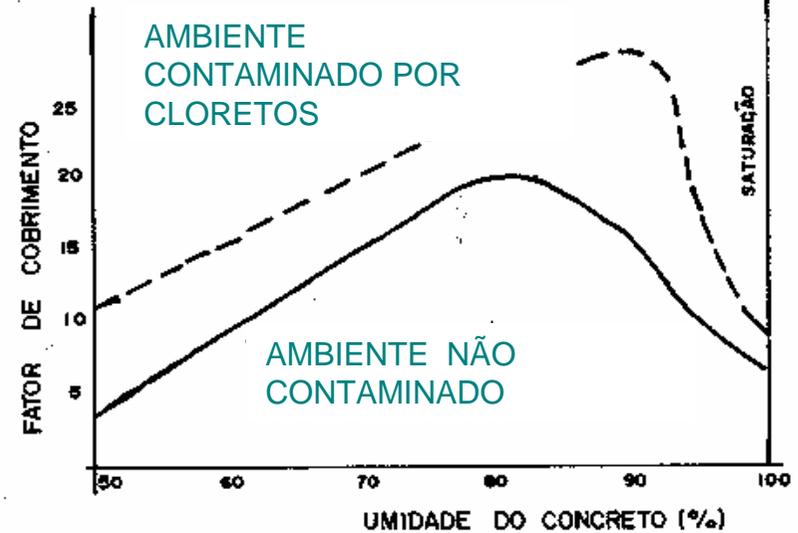
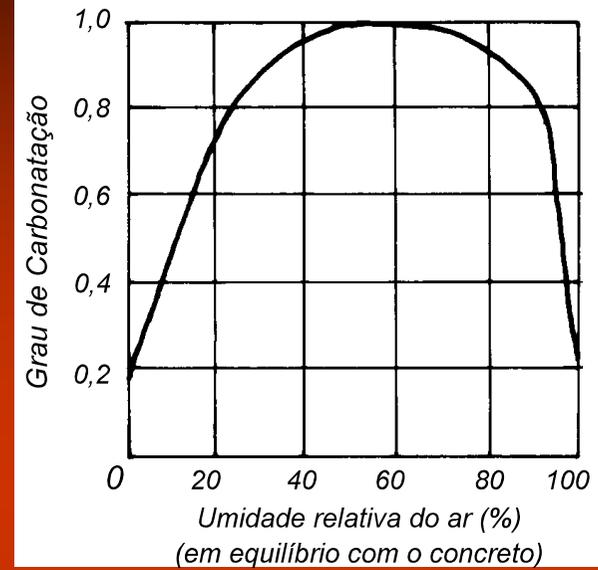


Fatores intervenientes - Características do meio

UMIDADE RELATIVA ANUAL



Fonte: INMET 1931/1990



EDI-33

Desenhos: Maryangela G. de Lima

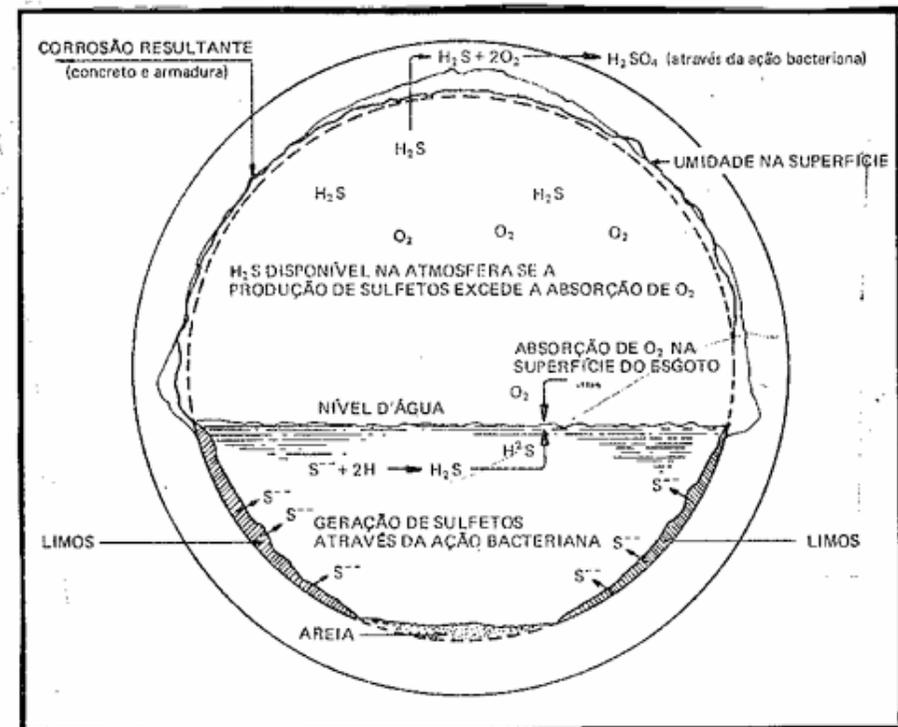


Fatores intervenientes - Características do meio

☠ Temperatura

☠ Umidade relativa

☠ Micro-região (micro-clima)



Desenho: Maryangela G. de Lima

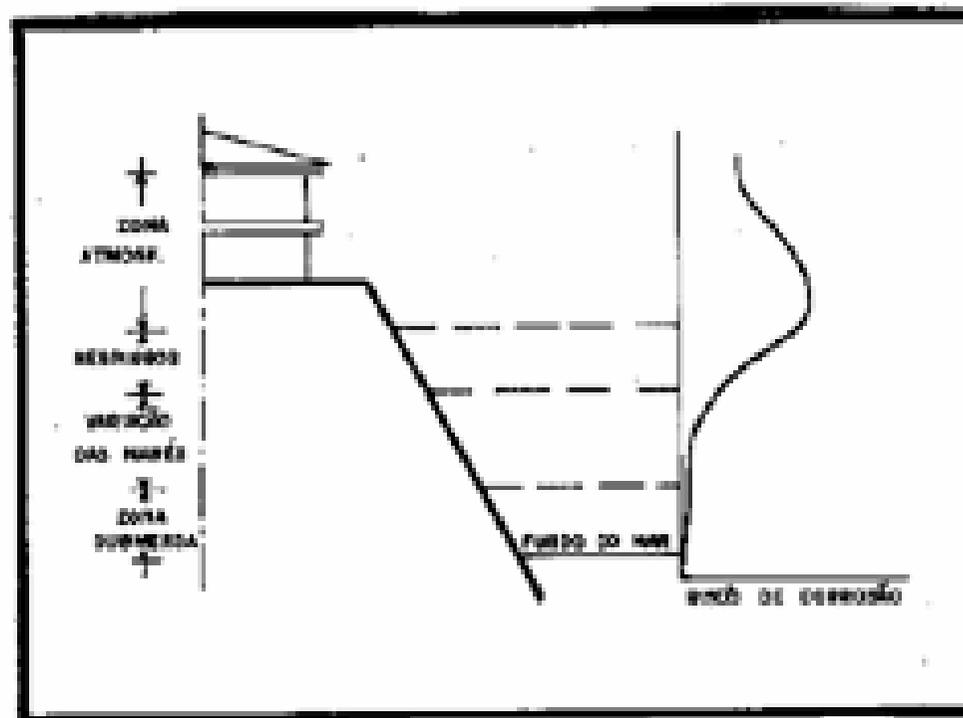


Fatores intervenientes - Características do meio

☠ Temperatura

☠ Umidade relativa

☠ Micro-região (micro-clima)



Desenho: Maryangela G. de Lima



Sumário

- ◆ Definições e Conceitos básicos
- ◆ Durabilidade das Estrutura de Concreto
- ◆ Fatores Intervenientes
- ◆ Aspectos Construtivos



Aspectos construtivos

- ☠ cobrimento
- ☠ armazenamento das barras
- ☠ utilização de barras corroídas
- ☠ espaçadores e fixadores de formas
- ☠ cura
- ☠ estanqueidade de formas / densidade de armadura / dosagem adequada
- ☠ proteção temporária de esperas (arranques)
- ☠ aspectos de execução/manutenção
- ☠ escolha dos materiais



Aspectos construtivos

- ☠ cobrimento
- ☠ armazenamento das barras
- ☠ utilização de barras corroídas
- ☠ espaçadores e fixadores de formas
- ☠ cura
- ☠ estanqueidade de formas / densidade de armadura / dosagem adequada
- ☠ proteção temporária de esperas (arranques)
- ☠ aspectos de execução/manutenção
- ☠ escolha dos materiais

Fotos: Maryangela G. de Lima



Aspectos construtivos



Fotos: Maryangela G. de Lima



Aspectos construtivos



Fotos: Maryangela G. de Lima

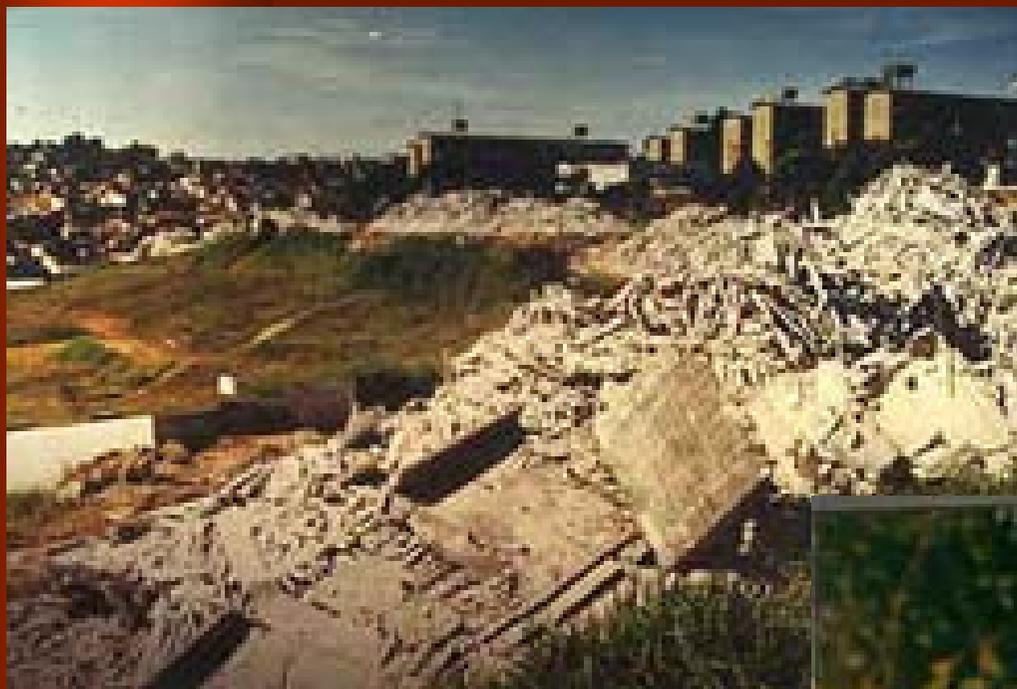


Aspectos construtivos





Aspectos construtivos



EDI-33 Mater