



Seminário
Durabilidade e vida útil:
responsabilidades e impactos sobre
projeto, construção e manutenção
de edifícios.
2 de março de 2012

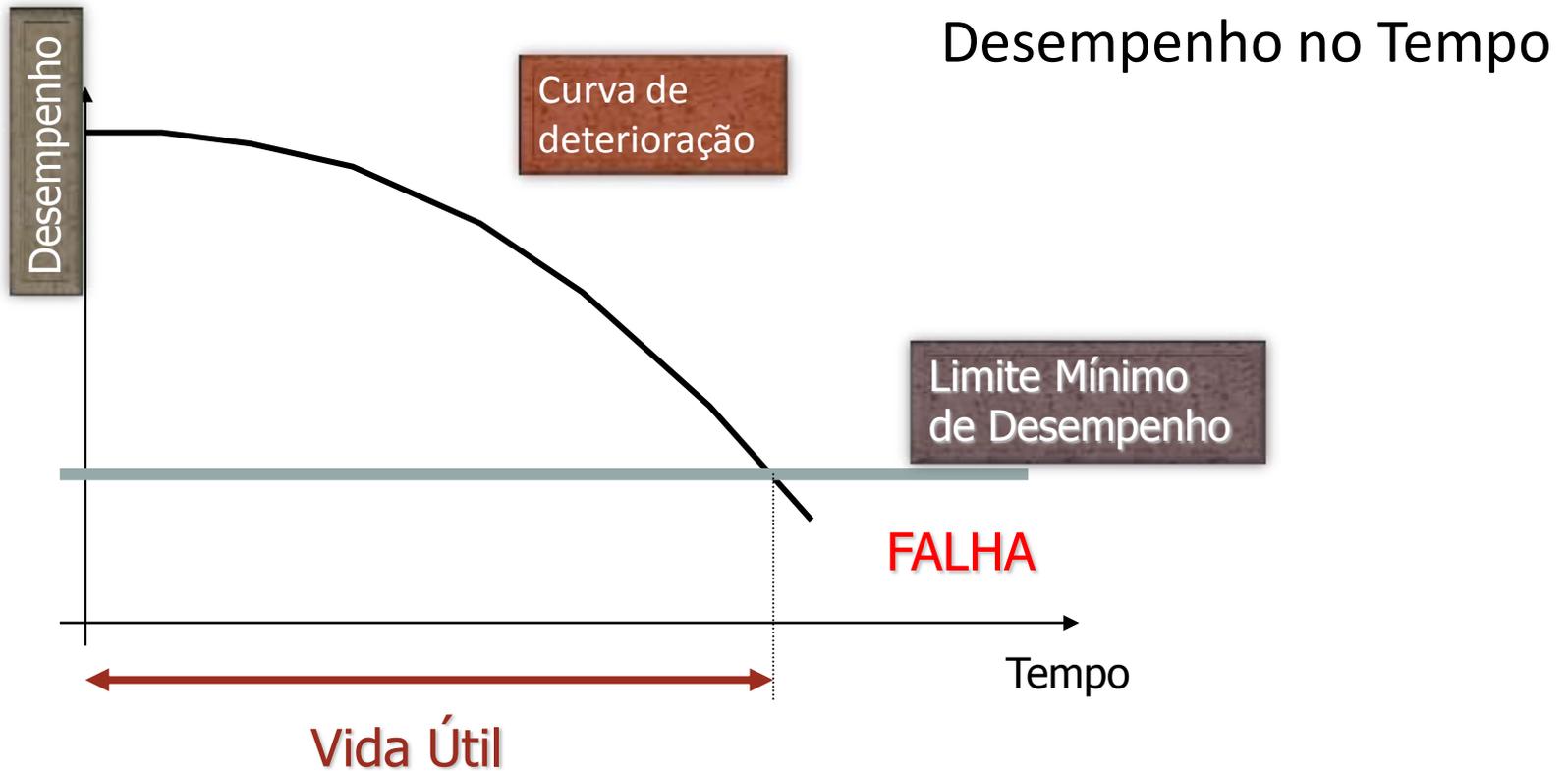
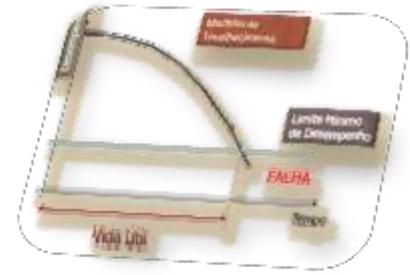
Projeto, Tecnologia dos Materiais, Construção, Uso e Manutenção como
Determinantes da Vida Útil de Estruturas de Concretos dos Edifícios

Prof. Dr. Luiz Carlos Pinto da Silva Filho

Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC)
Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais (LEME)

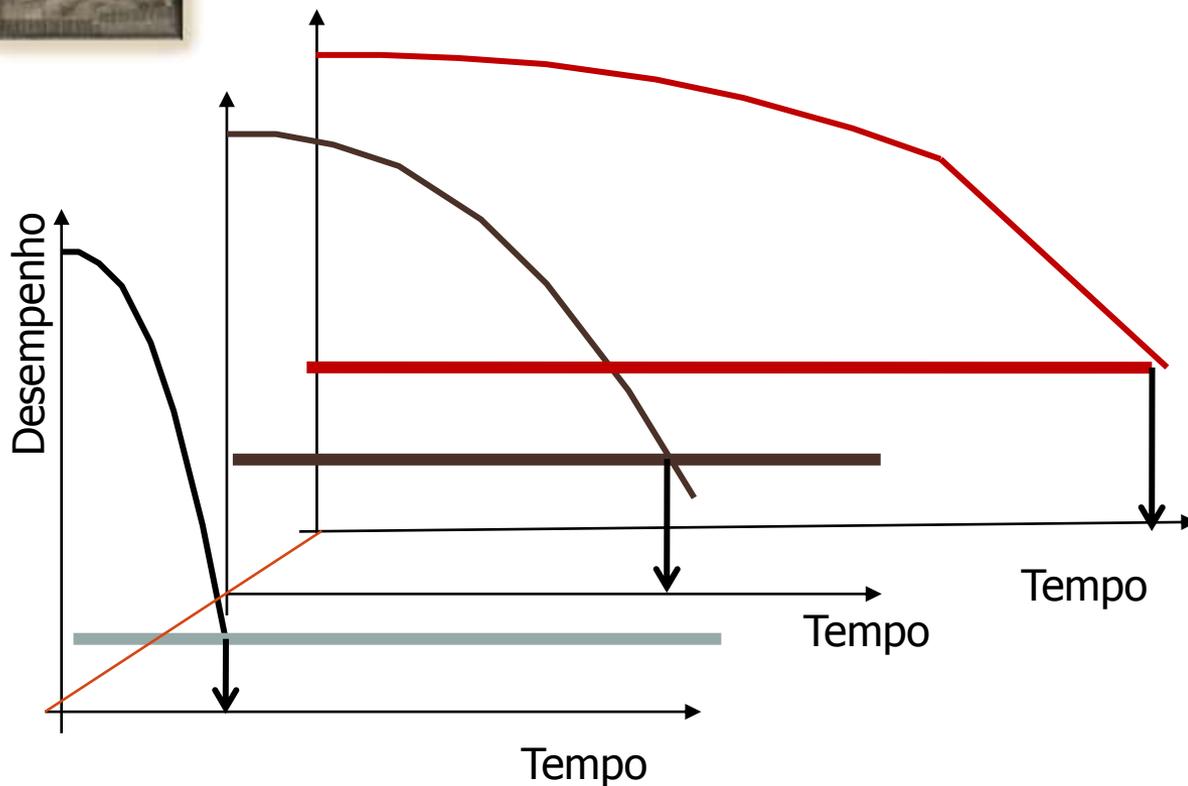
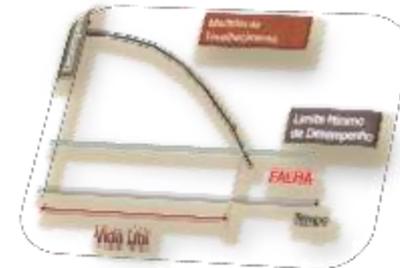


Representação Gráfica do Conceito de Vida Útil





Vida Útil de um Sistema Complexo

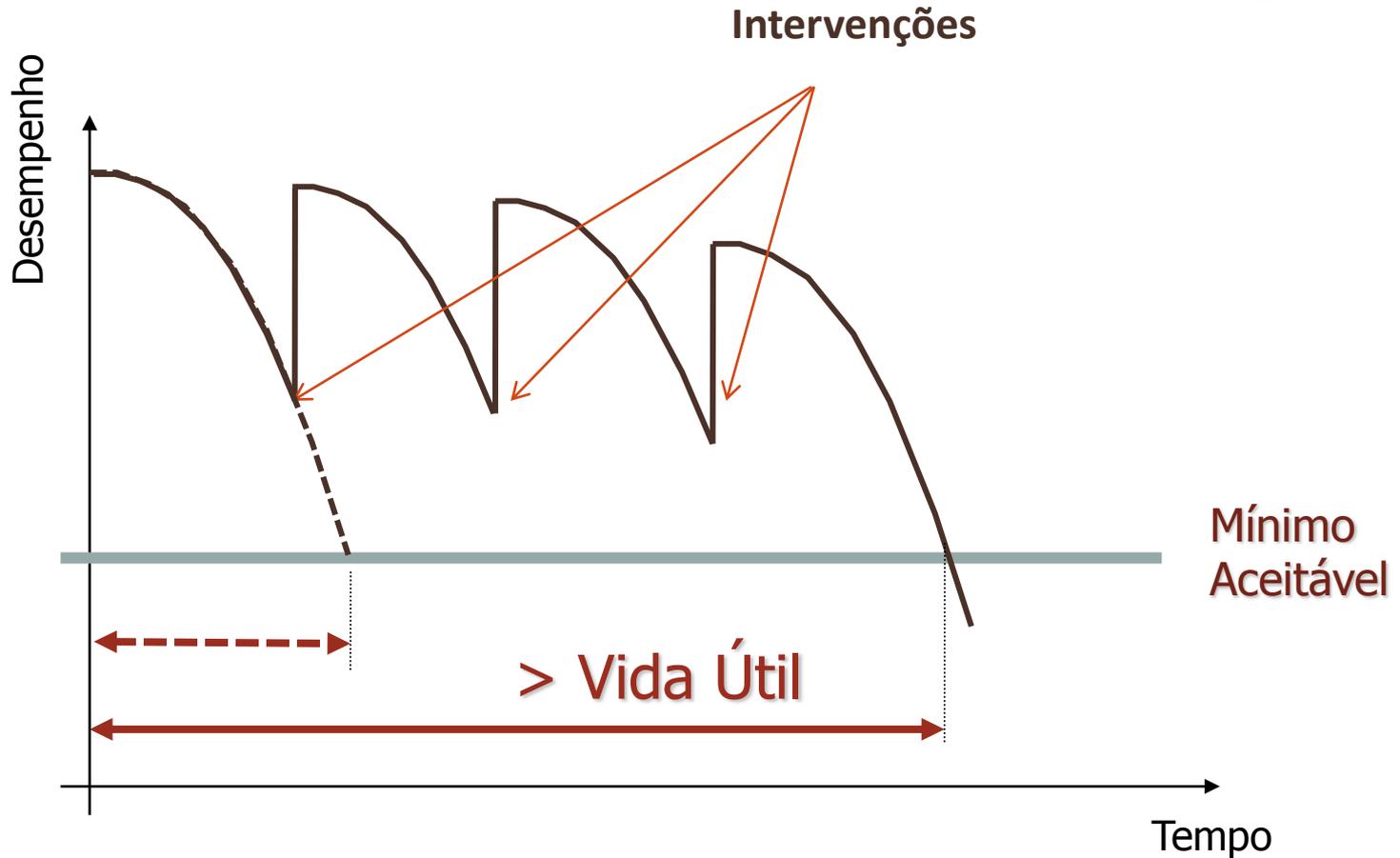
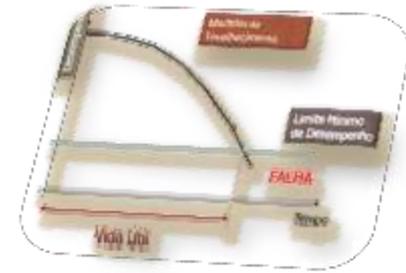


COMPATIBILIZAR V.U.

ATENÇÃO AOS COMPONENTES QUE DEGRADAM MAIS RÁPIDO /
MAIS IMPORTANTES

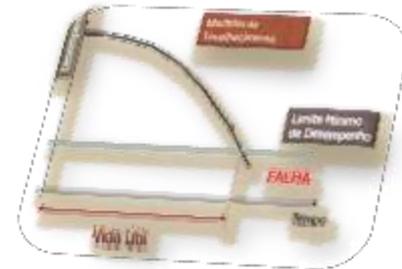


Gerenciando a Vida Útil: Estratégia de Manutenção

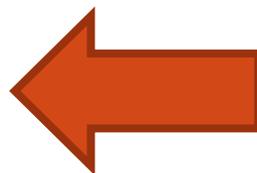
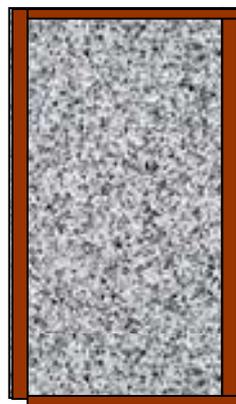




Gerenciando a Vida Útil: ConSORCIANDO Materiais



Uso de proteções
(Pintura/Revestimento)



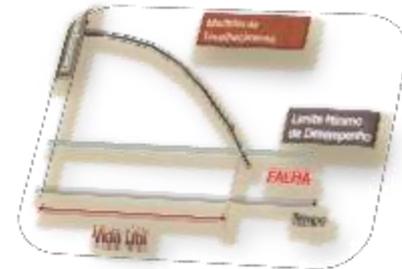
V.U. Pintura + V.U. Viga C.A. = V.U. ESTRUTURA

Durabilidade
Tinta

Durabilidade
Concreto / Aço



Gestão da Vida Útil



Intervenções
Corretivas



VIDA ÚTIL

CONSERVAÇÃO
DE
ESTRUTURAS

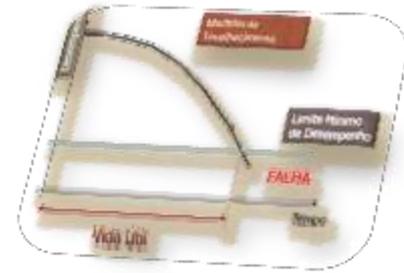
Durabilidade
dos Materiais

Estratégia de
Manutenção





Conservação de Estruturas no fib MC 2010 SLD



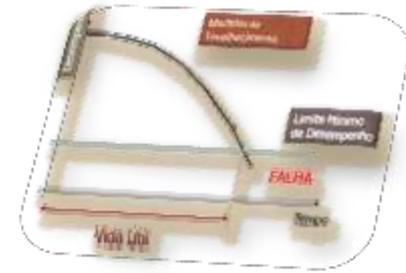
- No fib Model Code 2010 Service Life Design, conservação é definida como englobando todas as atividades voltadas a **manter ou “retornar” uma estrutura a um estado que satisfaça os requisitos de desempenho**;
- Tipicamente, a conservação tem 2 objetivos básicos:
 - atividades dedicadas a **permitir que a estrutura atinja a vida útil prevista no processo de projeto**;
 - atividades dedicadas a estender a vida útil de serviço, permitindo que ela atenda requisitos revisados de desempenho, mais exigentes (por exemplo, carregamentos maiores ou novas funções).
- **Atividades de monitoramento e manutenção** da condição de conservação **devem ser previstas no projeto da estrutura**;

Vida Útil
nasce no
projeto

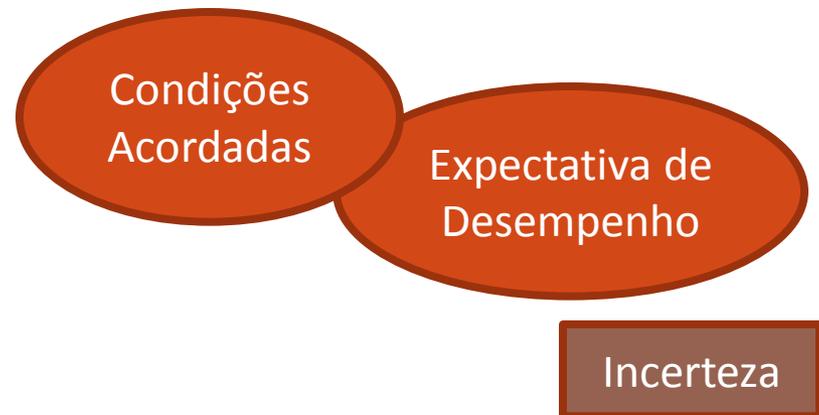
Acompanhar
ao longo do
tempo



Conservação de Estruturas no MC2010

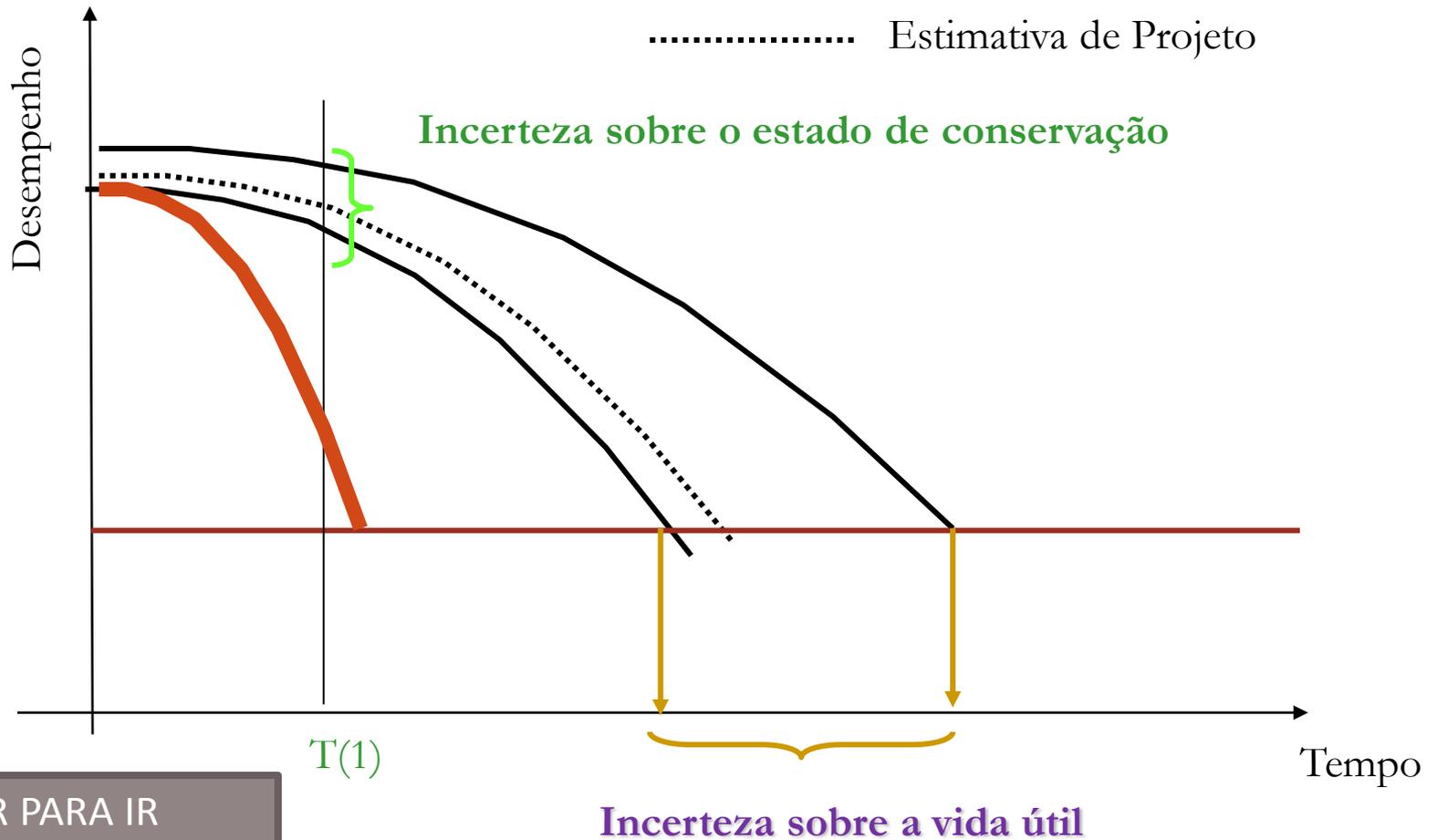
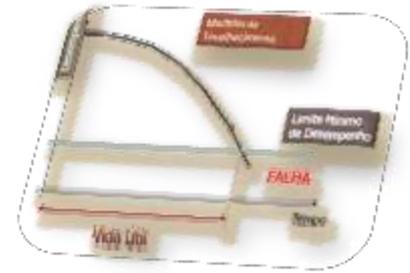


- O planejamento do processo de conservação é desenvolvido com base em **PREMISSAS DE PROJETO** e numa **ESTIMATIVA (Prognosis) DO COMPORTAMENTO** da estrutura submetida a condições de carregamento e exposição ambiental ao longo da vida útil, considerando os **REQUISITOS DE DESEMPENHO** estabelecidos;





Incerteza

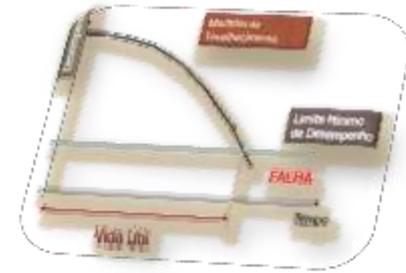


ACOMPANHAR PARA IR AJUSTANDO A PREVISÃO E AGIR PARA EVITAR FALHA, SE NECESSÁRIO

REFLEXÕES SOBRE A DURABILIDADE DO CONCRETO ARMADO



Concreto Armado de Cimento Portland



- Início utilização final do século XIX (patente hennebique)
- Popularização primeiras décadas do século XX

Argumento inicial de marketing de estruturas de concreto:
“FIQUE LIVRE DA MANUTENÇÃO”

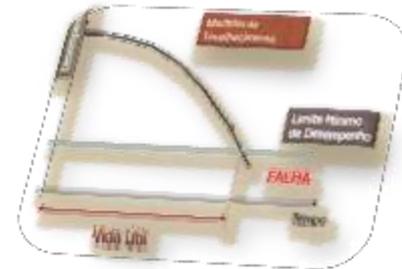
Histórico de
~100 anos



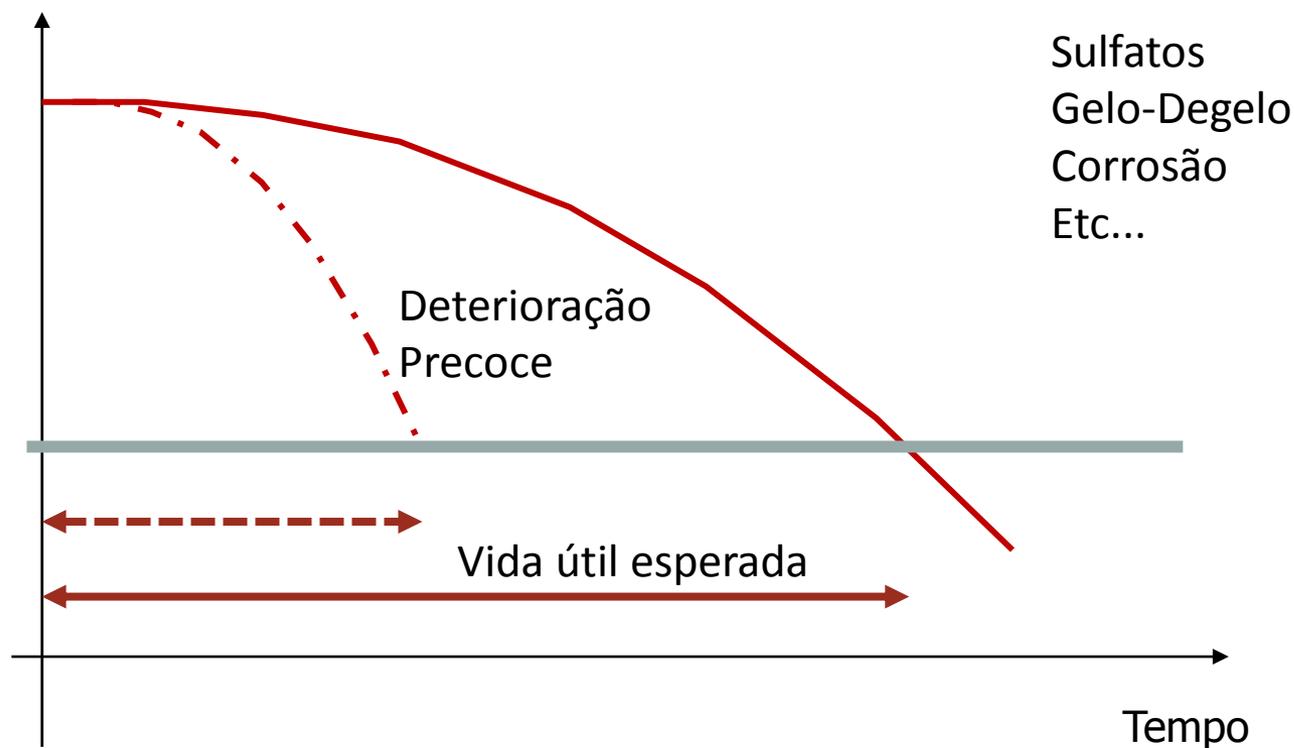
Bons exemplos
de durabilidade



Ajuste de Expectativas

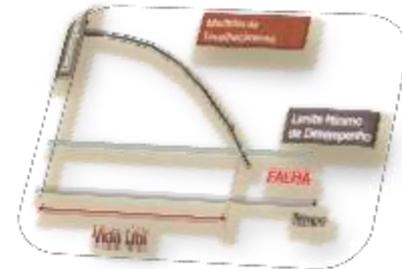


Ao longo do tempo foram sendo reveladas várias situações que afetavam estruturas de C.A. e provocavam deterioração precoce





“Crise de Durabilidade”



- Anos 50-70 - Nos EUA
- Anos 80 – No Brasil
 - Patologia das Construções

Introdução de
Conceitos de
Durabilidade nas
Normas

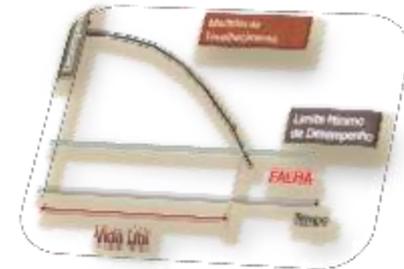
Avanços na
elaboração de
materiais

Atenção para o
custo global ao
longo da vida útil
(LCC)





Impacto Financeiro



The Underground Infrastructure Crisis: Rebuilding Water and Sewer Systems without a Flood of Red Ink

NTU Issue Brief #176

By Bruce Hollands

January 18, 2010

Concreto e outros
Materiais!!!!

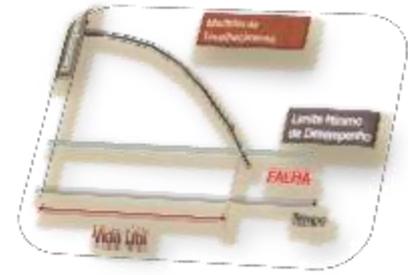
With a \$12 trillion national debt looming, U.S. policymakers must insist on the most economical and durable products available to renew public infrastructure.

The life cycle of North America's electricity, water, sewer and transportation infrastructure is expiring simultaneously, according to a 2007 report.¹ Moreover, funding for all four will be required at the same time, representing a total estimated investment of \$6.5 trillion for North America over the next 25 years. Some experts put this figure much higher.

Uma vida útil maior tende a ser positiva economicamente e ambientalmente



Avanço no Conhecimento e Estudo dos Mecanismos de Degradação



- Corrosão da Armadura
- Fissuração
- “Corrosão” do Concreto
 - Ataque Sulfato
 - Reação Álcali-Agregado
 - Ciclos Gelo-Degelo
- Fadiga
- Etc.

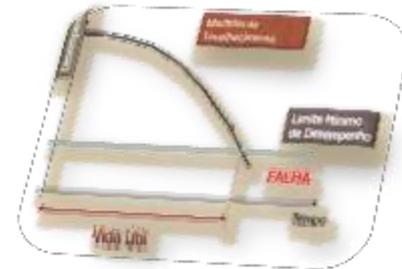


Dinâmica dos fenômenos
Variáveis Influentes
Formas de controle / Prevenção

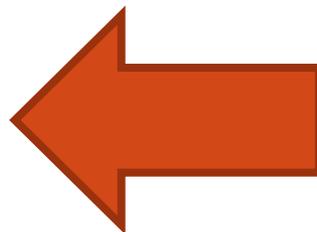




Mecanismos de Degradação Dominantes

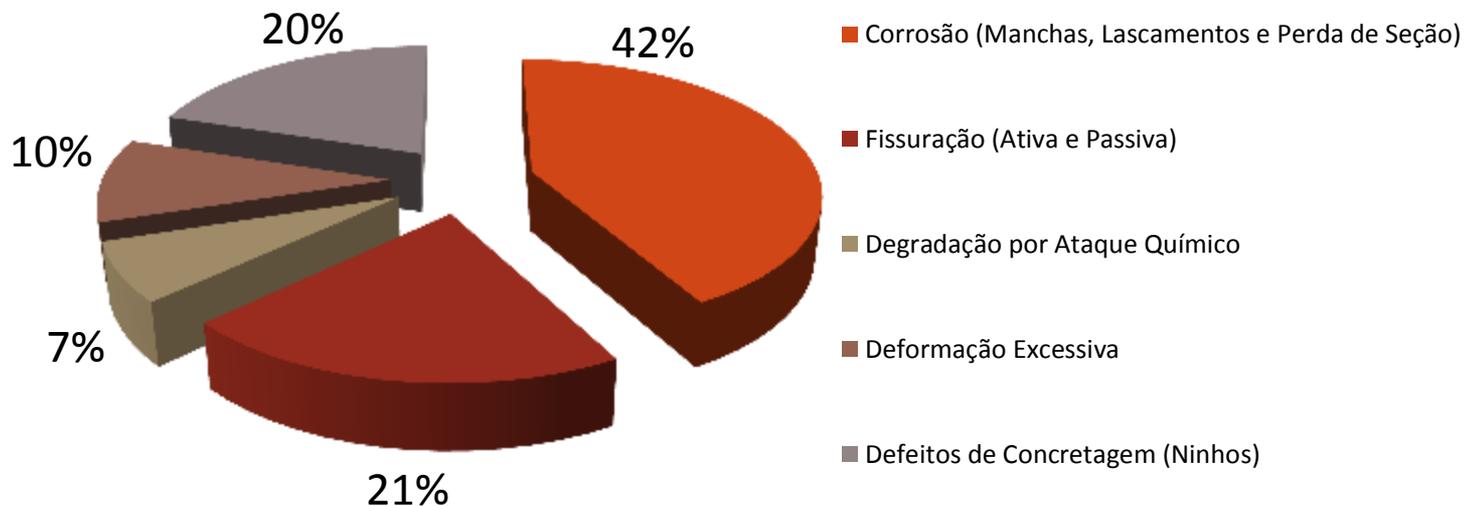


- Corrosão da Armadura
- Fissuração



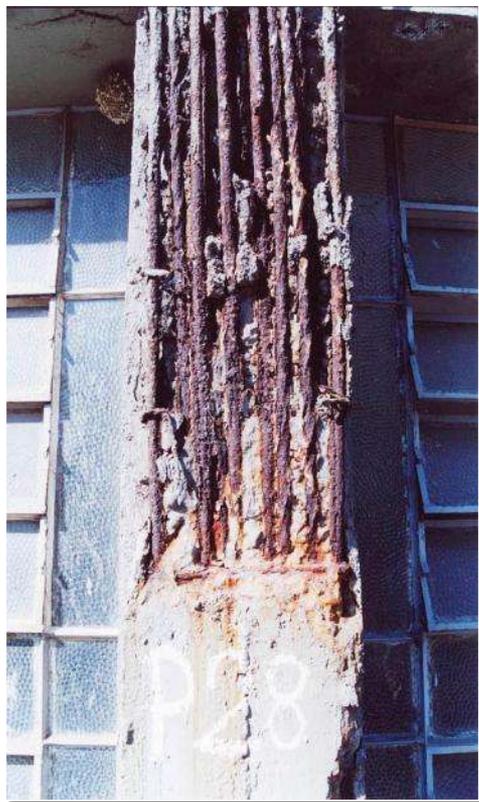
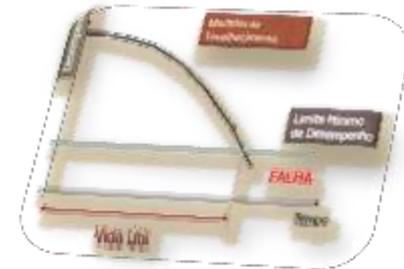
Estruturas Convencionais

Frequencia de Manifestações Patológicas





Importância da Corrosão de Armaduras



Manifestação patológica muito frequente
Brasil – País marcadamente litorâneo

Comprometimento da segurança estrutural

Grande impacto econômico

Mecanismo de degradação dominante no
fim de vida útil de muitas estruturas de
concreto armado

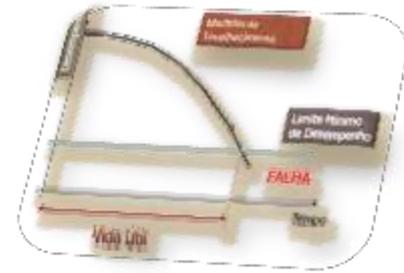


Foco de estudos – Desenvolvimento de modelos





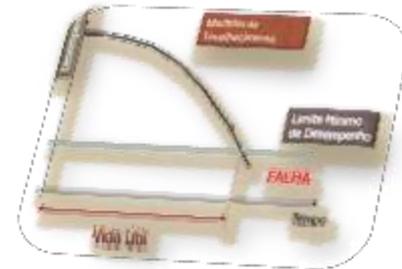
Recomendações Básicas - Controle da Fissuração -



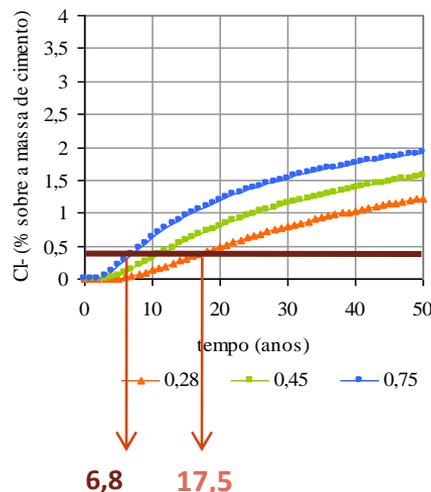
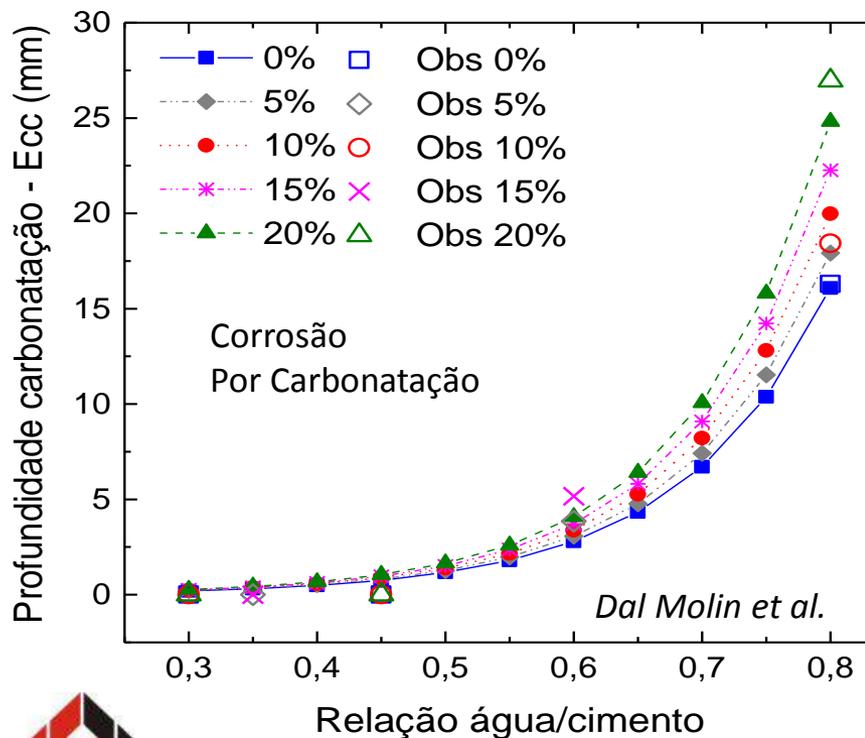
- Garantir atendimento a critérios de armadura mínima e limitação das deformações;
- Cuidado com conexão de elementos com rigidez muito diferente;
- Avanço dos critérios para análise/controle de efeitos térmicos;
- Cuidados na análise da deformabilidade de edifícios esbeltos e leves;
- Estimular o uso de fibras;



Recomendações Básicas - Controle da Corrosão -



• Limitação Relação a/c

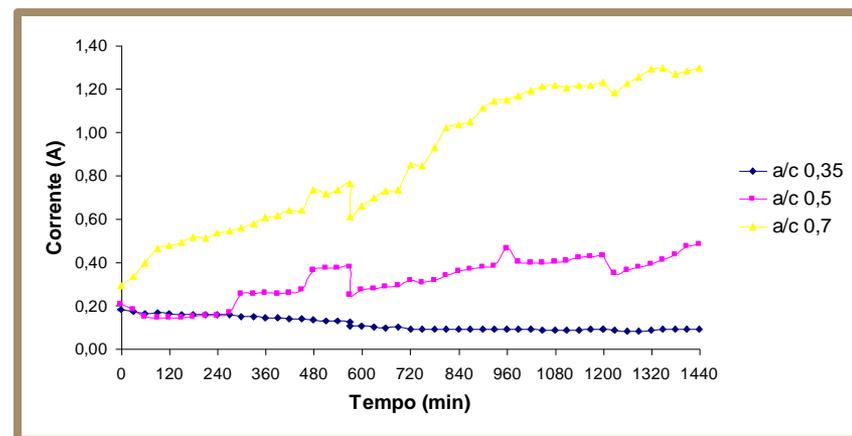


Penetração Cloretos
Condições Agressivas

0,75

0,40

Duplica expectativa
de vida útil

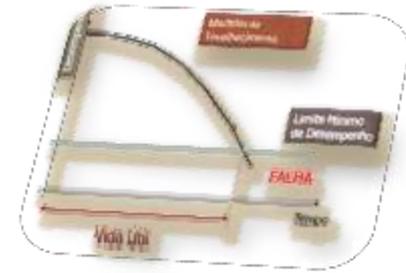


SECOVI SP
O SINDICATO DA HABITAÇÃO
Desde 1946

Relação a/c < 0,50



Recomendações Básicas - Controle da Corrosão -



NBR 6118 (2003) – Aumento do
cobrimento

GARANTIR O COBRIMENTO

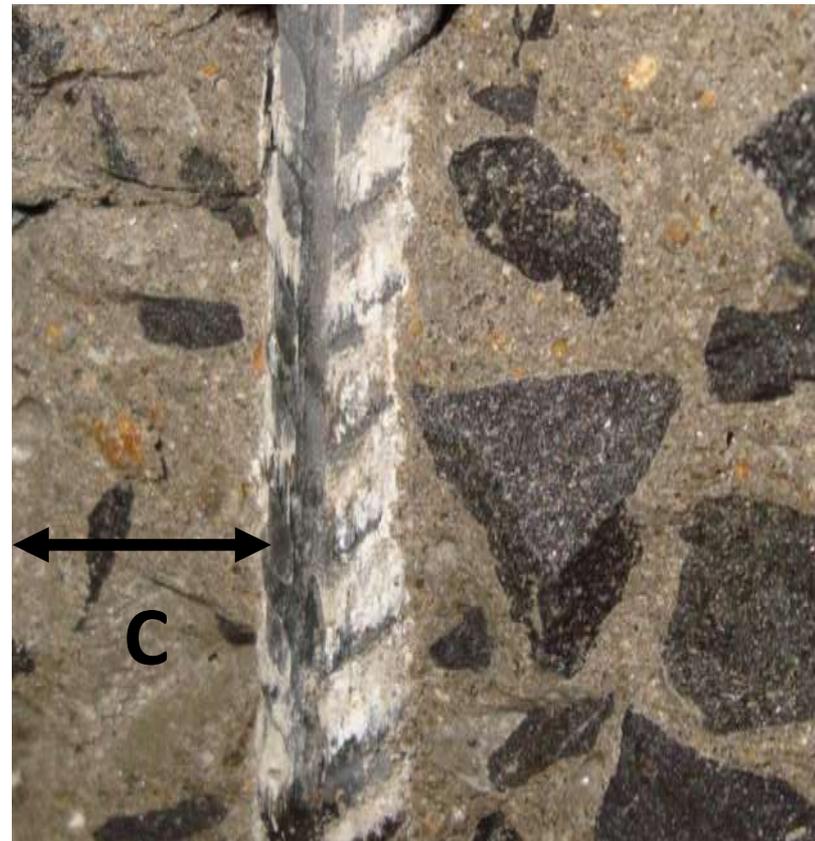
Modelo simples de carbonatação
 $X_c = k \sqrt{t}$ com $k = 0,3$ (bom concreto)

2,7 anos – $X_c = 0,5$

11 anos – $X_c = 1$

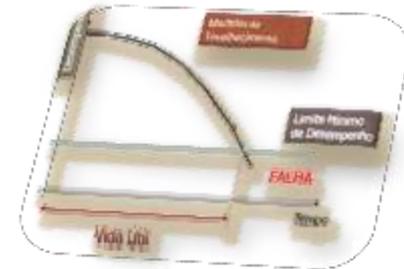
25 anos – $X_c = 1,5$

44 anos – $X_c = 2$





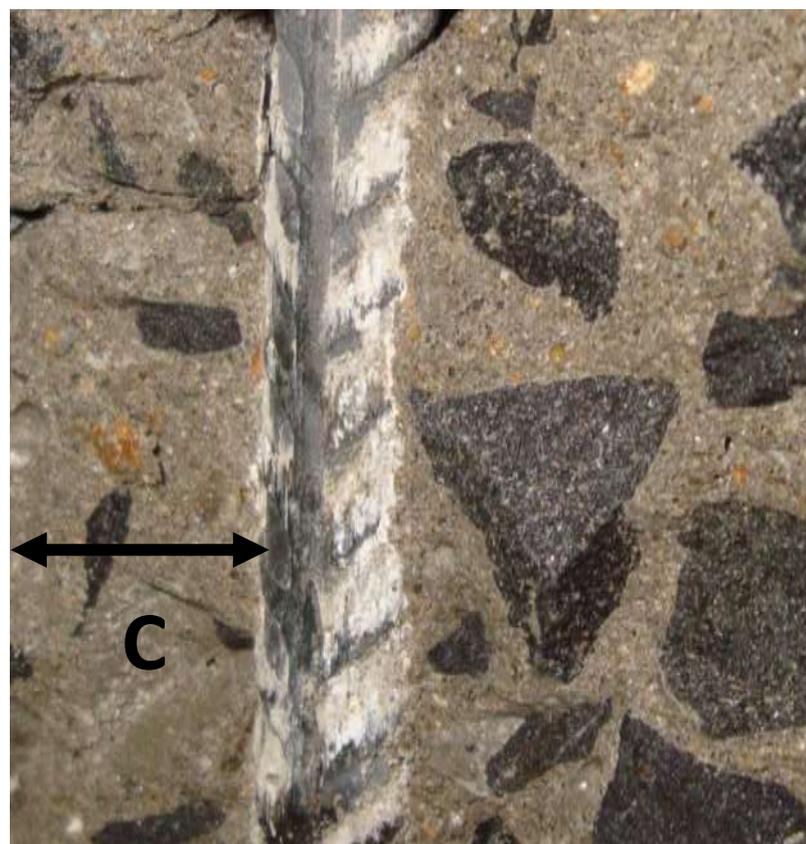
Recomendações Básicas - Controle da Corrosão -



- Depende do meio ambiente

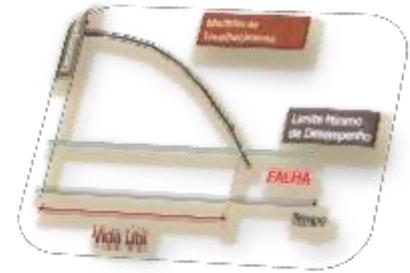
	Classe de agressividade ambiental			
	I	II	III	IV
	Cobrimento nominal (mm)			
Laje	20	25	35	45
Viga/ Pilar	25	30	40	50

NBR 6118/2003

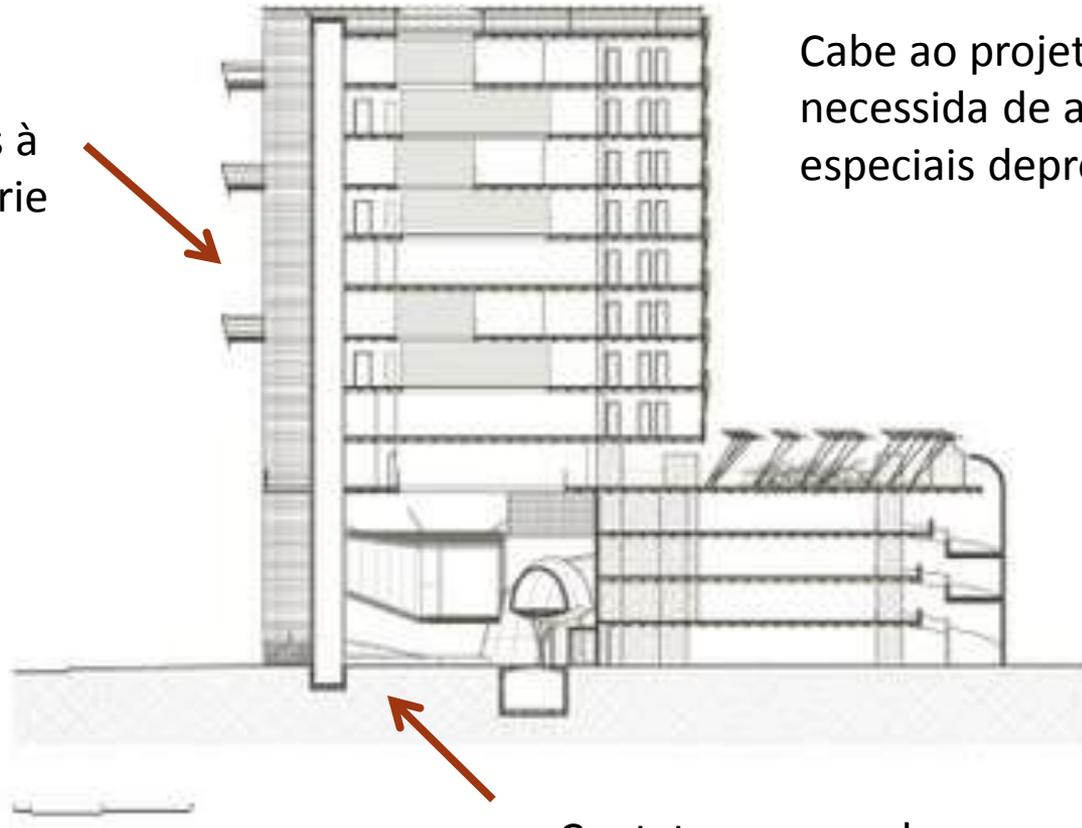




Efeito do Microclima



Expostas à
Intempérie

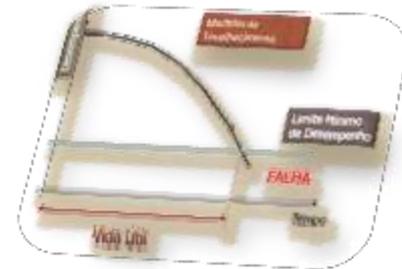


Cabe ao projetista julgar a
necessidade de adotar medidas
especiais de proteção

Contato com o solo



Consideração Microclima na NBR 6118



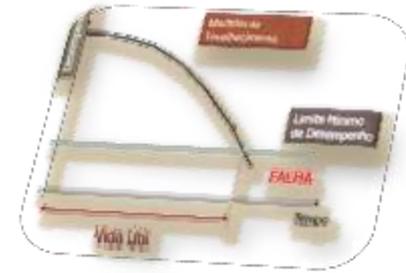
macro clima

Norma	Classe de Agressividade*			
	<i>Fraca</i>	<i>Moderada</i>	<i>Forte</i>	<i>Muito forte</i>
NBR 6118	I	II	III	IV
	Rural / Submerso	Urbana	Marinha / Industrial	Industrial / Respingos de Maré
micro clima	ambiente externo úmido →	ambiente interno seco ←	ambiente interno seco ←	ambiente interno seco ←

Helene



Regionalização dos Projetos

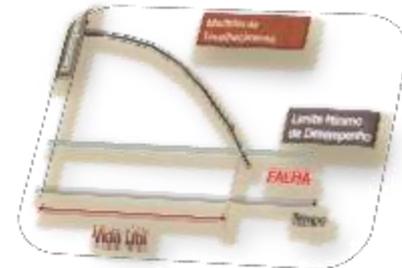


- Não é possível implantar o mesmo projeto em Goiânia, Porto Alegre e Recife, esperando obter a mesma Vida Útil;
- Condições ambientais variadas (temperatura, umidade, cloretos , etc) podem causar:
 - Diferença nos mecanismos/ritmos de degradação
 - Diferença significativa nas movimentações da estrutura

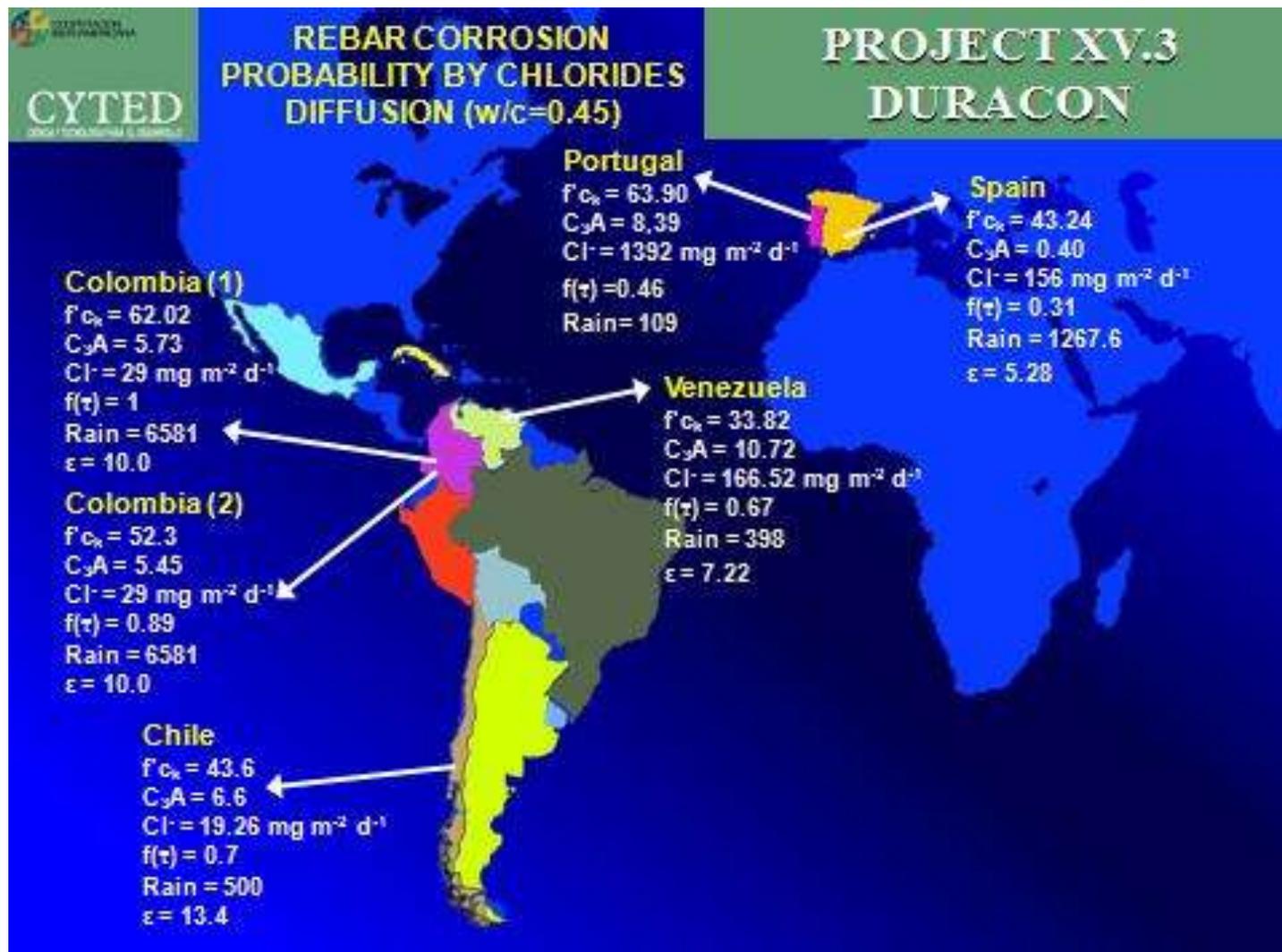
AJUSTAR O PROJETO PARA A
SITUAÇÃO CLIMÁTICA



Estudos dos efeitos climáticos

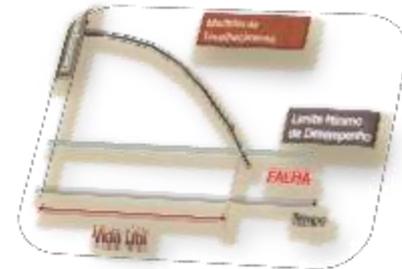


Prof.
Oladis Rincon
Venezuela





Situações Não Usuais



Atenção para estruturas executadas em locais com condições ambientais diferenciadas

- Fábrica de adubos
- Estruturas de armazenagem e passagem de efluentes industriais
- Sujeitas a abrasão
- etc

Não cobertas pela NBR 6118

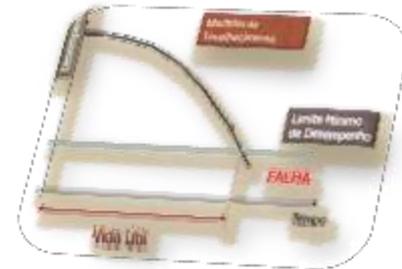


DEMANDAM PROJETOS
ESPECÍFICOS PARA
DURABILIDADE

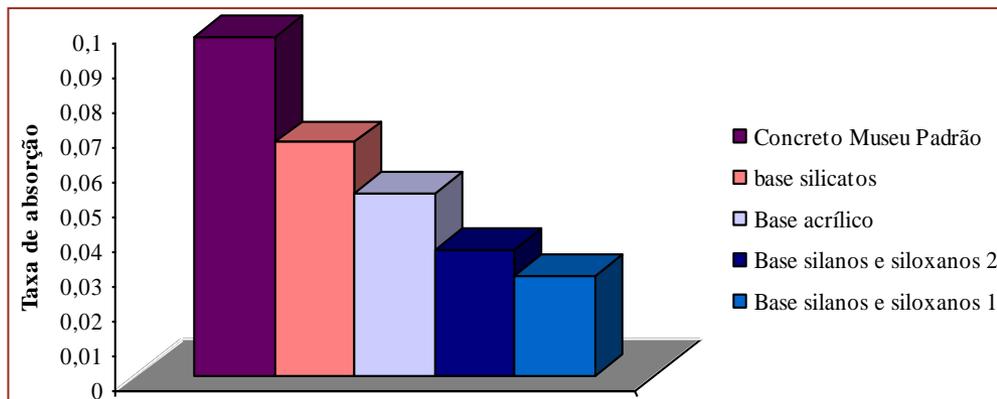




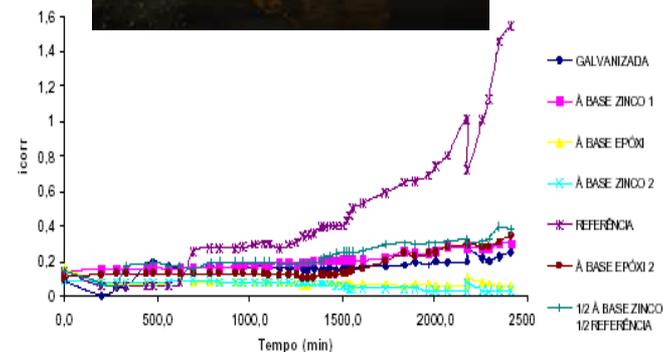
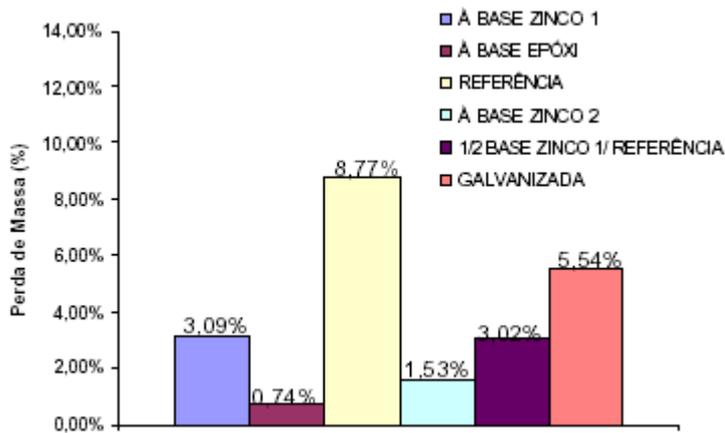
Uso de Proteções



- No concreto
 - Pintura
 - Revestimentos

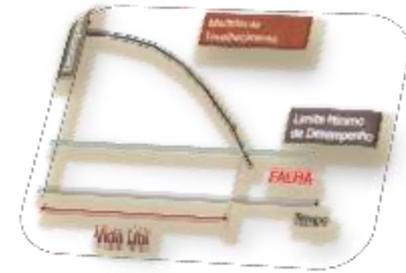


- No aço





Obras Especiais



Museu Iberê Camargo

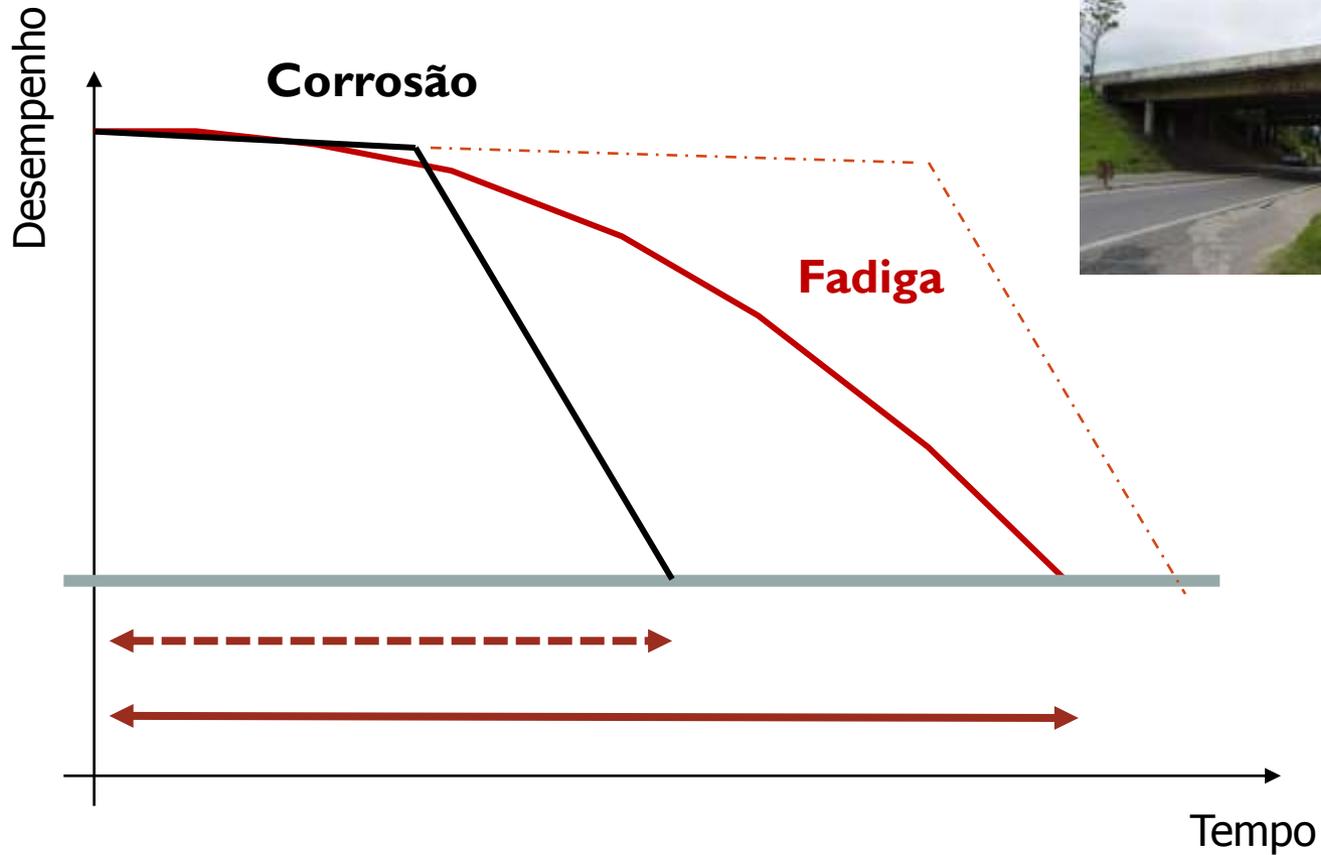
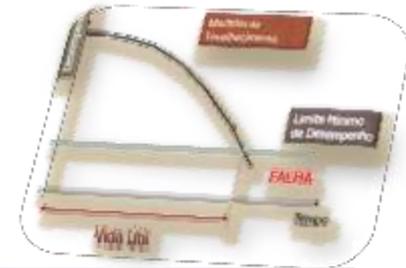
- Concreto baixíssima permeabilidade
- Barras galvanizadas
- Proteção com epóxi
- Cobrimentos elevados
- CAA
- Proteção superficial



Vida Útil
estimada de
centenas de anos



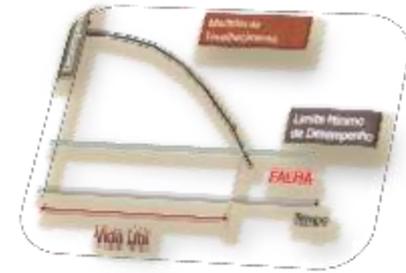
Mudança de Foco



PROMOVENDO A VIDA ÚTIL DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

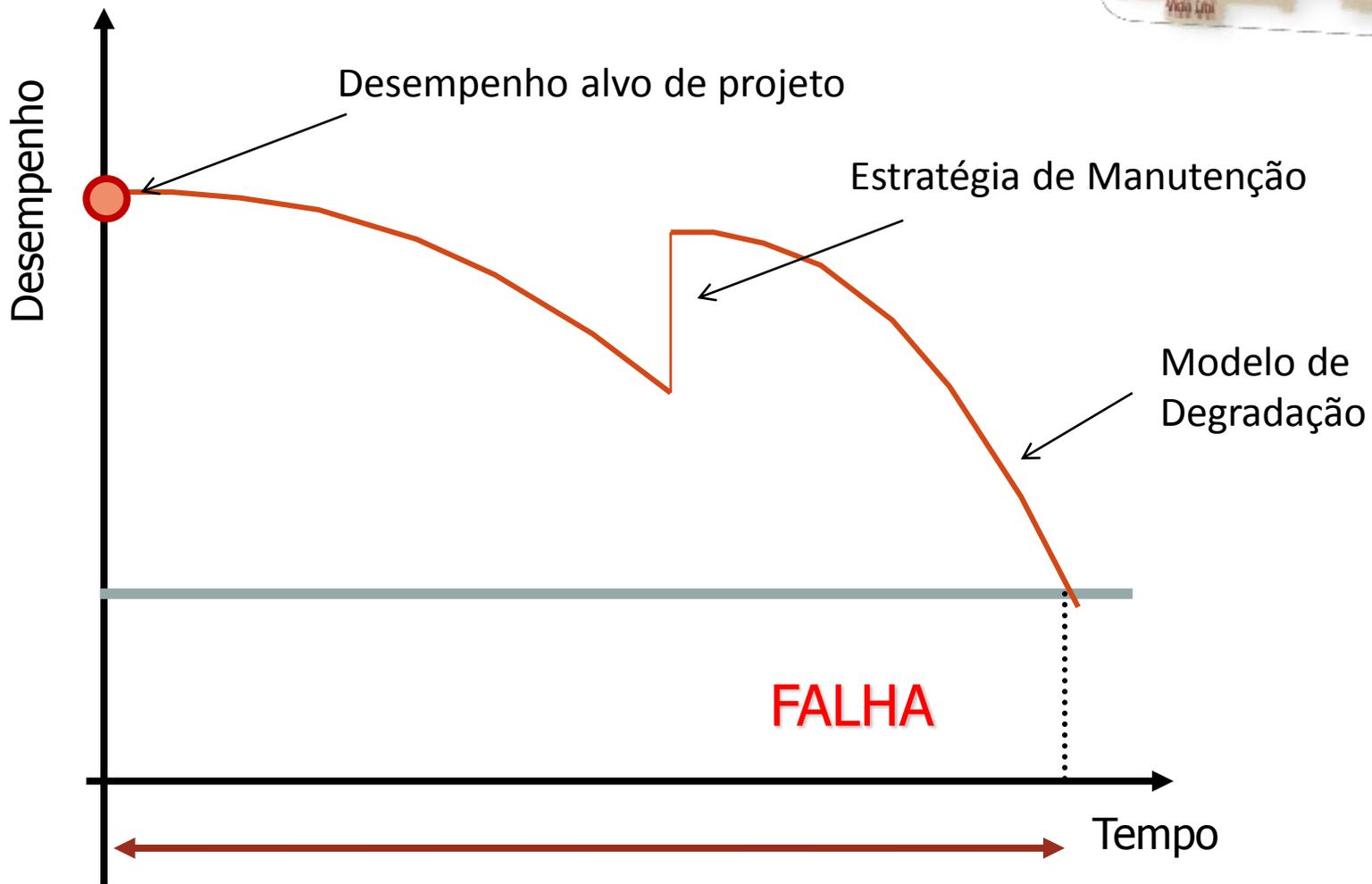
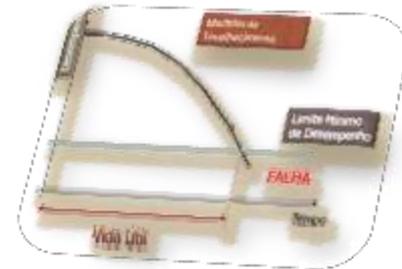


Ciclo de Vida Útil





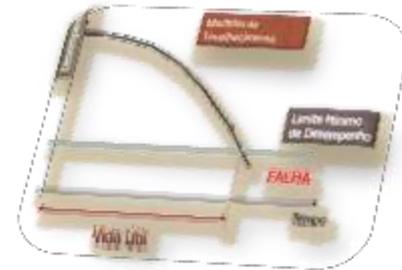
Projeto tem papel fundamental na vida útil



Vida Útil de Projeto (VUP)



Abordagem de Projeto



fib Model Code Service Life Design

Full
Probabilistic

Partial Safety
Factors

Deemed to
Satisfy

Avoidance of
Deterioration

MODELOS
DE
DETERIORAÇÃO

Análises Probabilísticas
Valores Característicos
Confiabilidade

Critérios baseados
na experiência



+ Complexo

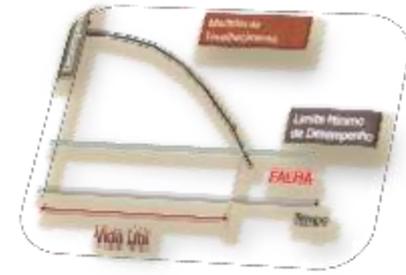


+ Conservador





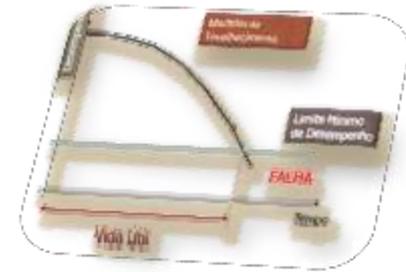
Recomendações para a fase de Projeto



- Explicitar expectativas de uso e agressividade ambiental (acordados com o cliente);
 - Interação equipes de projeto c/ cliente
 - Registrar decisões de projeto que afetam durabilidade
- Conhecimento propriedades/durabilidade materiais;
 - Demandar informações fornecedores materiais e componentes
 - Projeto de concreto (em função do ambiente, tipo de uso e execução)
 - Especificação por desempenho (desempenho equivalente)
- Atenção à deformabilidade crescente de algumas estruturas (lajes planas/divisórias leves) e seus possíveis impactos na fissuração;



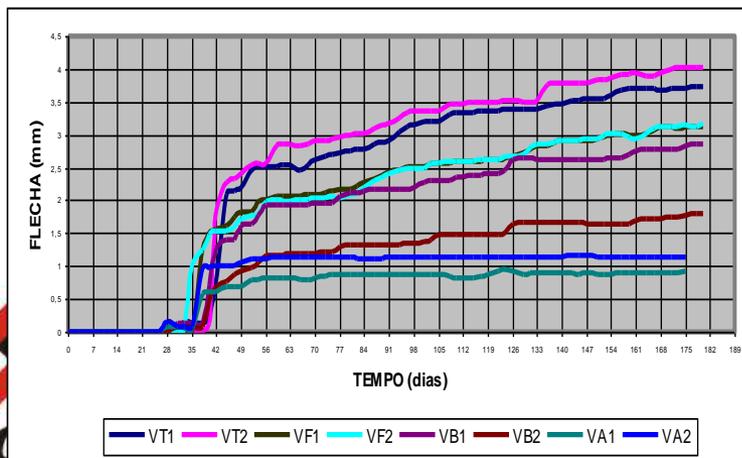
Recomendações para a fase de Projeto



Validade da aplicação de critérios normativos vigentes a novos materiais



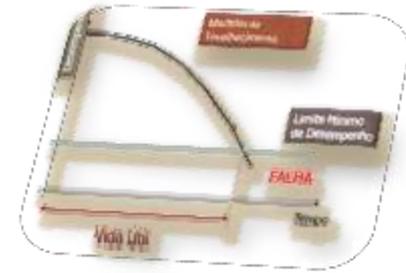
Ex.: Deformação Concreto Branco e com Fibras



(Baroni, 2003)



Recomendações para a fase de Projeto



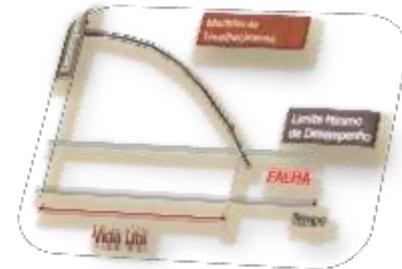
- Cuidado com sinergias negativas
 - Contato 2 metais
 - União de materiais com coeficientes de dilatação diferentes
- Atenção para o manejo da umidade na edificação
 - Evitar pontos de acúmulo / infiltração
 - Detalhamento conexões sistemas de fachada e estrutural

Capacitação

Falta de Experiência



Recomendações para a fase de Execução



- Manter a dosagem adequada
- Adotar cuidados para manter o cobrimento
- Controle do processo de cura
- Qualidade superficial do concreto (Uso Fibras, CAA)
- Atenção à execução de elementos de maior risco de deterioração/ suscetibilidade a defeitos

Exemplo:

elementos de fachada

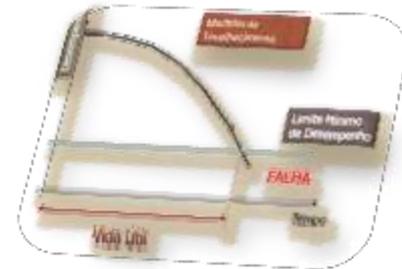
interface fundações / pilares

impermeabilização

TRACKING / FEEDBACK

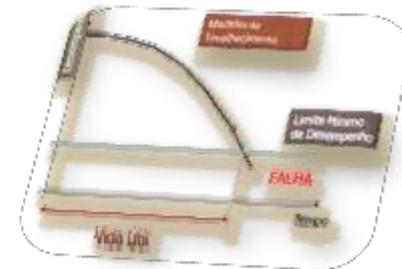


Recomendações para o acompanhamento durante o Uso



- Respeitar condições de uso estabelecidas em projeto *(registrar e repassar informações usuário)*
- Realizar Manutenções Periódicas previstas em Projeto *(registrar e repassar informações usuário)*
- Implementar prática de inspeções regulares para acompanhamento da perda de desempenho ao longo do tempo
- Adoção da prática do “Birth Certificate” proposta pelo fib MC SLD (as-built) *(referencia inicial)*
- Uso de sensores (estruturas inteligentes)

Boa Prática: Birth Certificate



- ◆ *fib* New Model Code chapter 2, will define a Birth Certificate.
- ◆ Contains engineering information defining form and condition of structure at end of construction
- ◆ Documents specific parameters affecting durability of structure

by the structure.

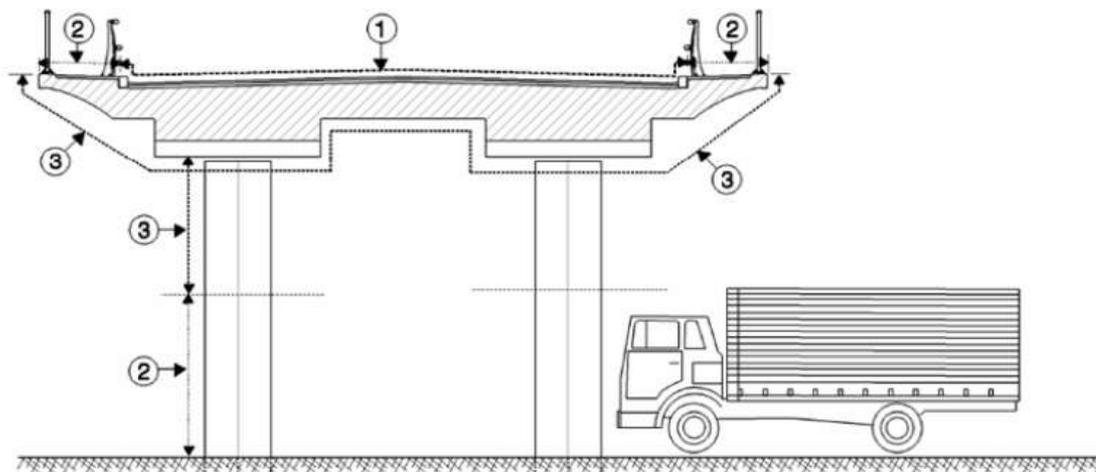
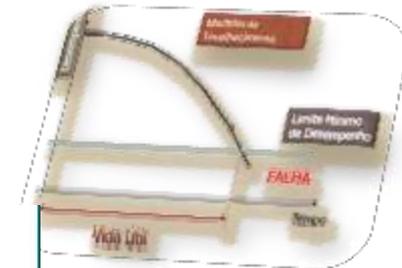
EX: Cobrimento, permeabilidade do concreto, condições ambientais, qualidade da execução, modelos de previsão da vida útil, etc)



BIRTH CERTIFICATE DOCUMENT

Environmental Exposure Summary

Inventory ID: X10625
 Structure Name: Hwy. 5 Overcrossing Hwy. 12
 Primary Exposure: Freeze/Thaw Attack with de-icing agent, XF

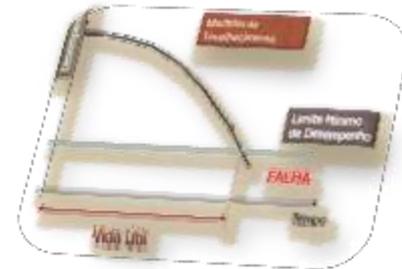


Component	Figure ID	Exposure Class (EN206)	Description of Environment	Specific Exposure	Deterioration Model
Substructure					
Column (ground to 5m)	2	XF4	High water saturation, with de-icing agent	Surface exposed to direct de-icing agent spray from vehicles	Fick's 2nd Law
Column (above 5m)	3	XF2	Moderate water saturation, with de-icing agent	Surface exposed to freezing and airborne de-icing salts	Fick's 2nd Law



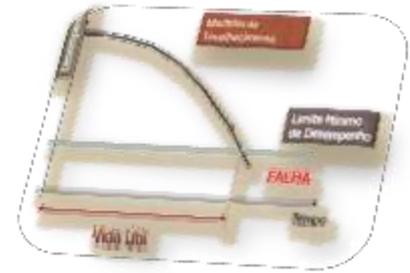


Monitoramento de Estruturas em Serviço





Não vale esconder o problema!!!

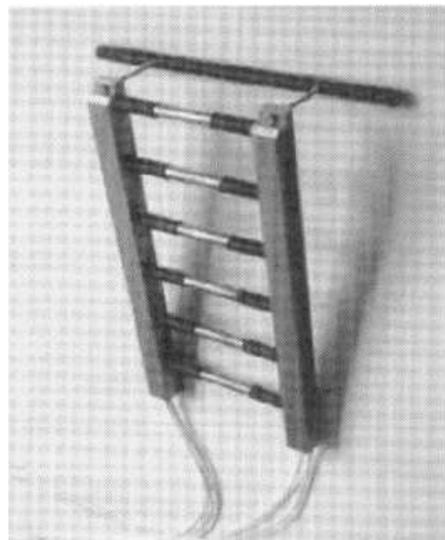
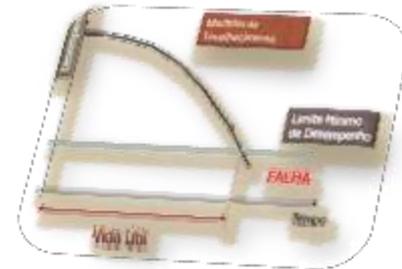


ISSO NÃO É
MANUTENÇÃO!!!!!!





Sensores



<http://www.ib-schiessl.de>

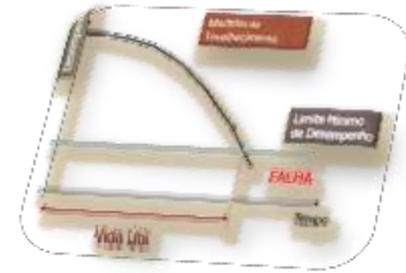


SECOVI SP
O SINDICATO DA HABITAÇÃO
Desde 1946

ABORDAGEM DA VIDA ÚTIL E DURABILIDADE NA NORMA DE DESEMPENHO



Norma de Desempenho NBR 15575



IMPORTANTE MUDANÇA DE PARADIGMA – POSITIVO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO
NORMA GUARDA-CHUVA

- Segurança Estrutural
- Segurança contra Incêndio
- Conforto Termo-Acústico
- Estanqueidade
- ...
- Durabilidade e Manutenibilidade



Normas Específicas Detalhadas



Procedimentos usados para
avaliação de sistemas construtivos
Processo de “Consensuação”

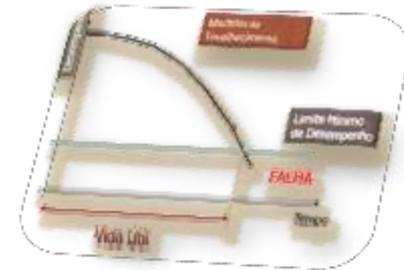


Corpo Normativo Incipiente
ou Inexistente





Problema: Definição da Vida Útil de Projeto Mínima



Pavimentos ~ 20 anos (U.S.)

Autobahns > 50 anos (1000)

Pontes > 50 anos (storaebelt link – 120 anos)

Termoelétricas ~ 25 – 30 anos (obsolescência competitiva)

Computadores ~ 2-5 anos (obsolescência)

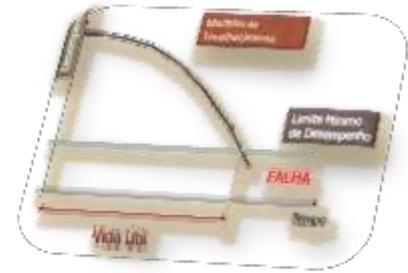
Edificações Residenciais Térreas - ??? (trickle down)

NBR 6118 – Cobrimento ~ 50 ANOS – ACORDADO COM O CLIENTE

Norma de Desempenho : 40-60 anos (estrutura de concreto)



Dificuldades



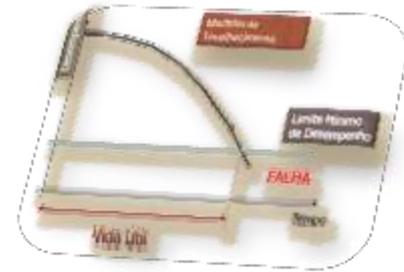
- Abordagem normativa recente – Faltam critérios para projetar / controlar a Vida Útil de Projeto
- Falta discussão / consenso sobre condições limites / nível de confiabilidade aceitável
- ISO/fib MC: para definir VUP necessito:
 - Definir período de tempo mínimo esperado de duração
 - Condições limite (de serviço e utilização)
 - Chance máxima aceitável de atingir a condição limite antes do tempo

Métodos de Ensaios Normalizados para
Qualificação/Certificação/Controle do Desempenho
do Concreto quanto à durabilidade

URGENTE!!



Qual a importância da definição da condição limite?

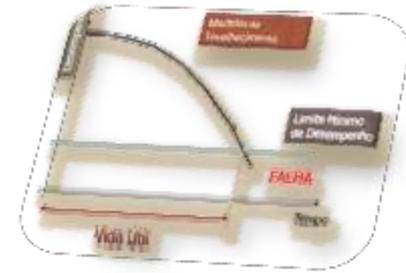


- Define o fim da Vida Útil
- Sem essa definição para cada mecanismo de degradação não se pode garantir o atendimento à norma de desempenho

Perigo - Judicialização



Avaliação de Sistemas Construtivos em Termos de Durabilidade/Vida Útil



NO ESTÁGIO ATUAL PARECE RAZOÁVEL TRABALHAR EM 2 NÍVEIS, PARA FINS DE ANÁLISE DE ELEMENTOS DE CONCRETO:

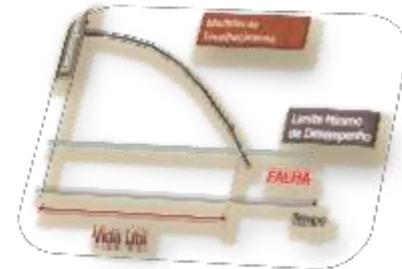
1) Verificar atendimento a requisitos básicos

- Projetista deve atestar uso de normas adequadas para dimensionamento estrutural (prevenir fissuração e deformações excessivas);
- Verificar detalhamento armadura
- Checar cobrimento f (enquadramento climático)
- Checar relação a/c (f_{ck} concreto)





Avaliação de Sistemas Construtivos em Termos de Durabilidade/Vida Útil



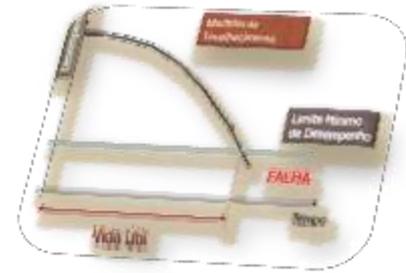
2) Avaliar aspectos relevantes e checar qual a estratégia usada para conservação

- Recomendações manutenção (existência e qualidade do manual de uso e manutenção)
- Verificar existência de sinergias negativas
- Controle da umidade
- Adoção de medidas de proteção (revestimentos e pinturas especiais) e seu papel na garantia da Vida Útil de Projeto
- Detalhamento interfaces
- Procedimentos de execução
- Características do concreto (trabalhabilidade, constituintes, etc)





Diretrizes Sinat

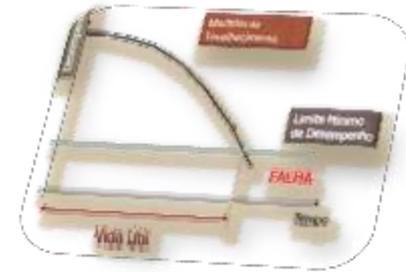


- Para sistemas conhecidos – Adoção de postura tipo deemed to satisfy/avoidance of deterioration é razoável e positiva;
- Cuidado para não impedir inovação / soluções criativas para o problema da durabilidade (exemplo: uso proteções);
- Análise de considerações sobre durabilidade e manutenabilidade serve como subsídio para verificar se é viável atingir a VIDA ÚTIL MÍNIMA DE PROJETO sem grandes intervenções;

**TENDÊNCIAS NO PROJETO PARA VIDA
ÚTIL (SERVICE LIFE DESIGN) DE
ESTRUTURAS DE CONCRETO**



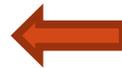
Situação Internacional



fib MODEL CODE
Service Life Design (SLD)

ISO 2394 – General Principles on
Reliability for Structures

ISO 1383 – General Principles on the
Design of Structures for Durability



TRADUÇÃO
E
DIVULGAÇÃO



DRAFT INTERNATIONAL STANDARD ISO/DIS 16204

ISO/TC 71/SC 3 Secretariat: **SN**

Voting begins on
2011-09-14 Voting terminates on
2012-02-14

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

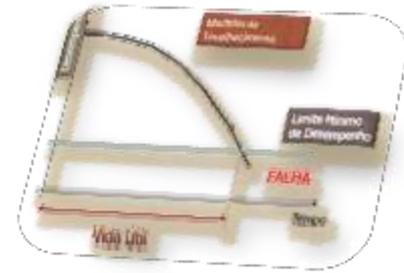
Durability — Service life design of concrete structures

Durabilité — Conception de la durée de vie des structures en béton

ICS 91.080.40



Abordagem de Projeto nas Normas Brasileiras



Fib Model Code for Service Life Design

Full Probabilistic

Partial Safety Factors

Deemed to Satisfy

Avoidance of Deterioration



Dimensionamento
Concreto

Vida Útil

fadiga / corrosão / fissuração:
critérios fixos com pouca
margem para ajustes em projeto

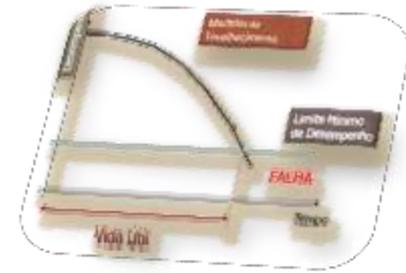


Lidar com Incerteza

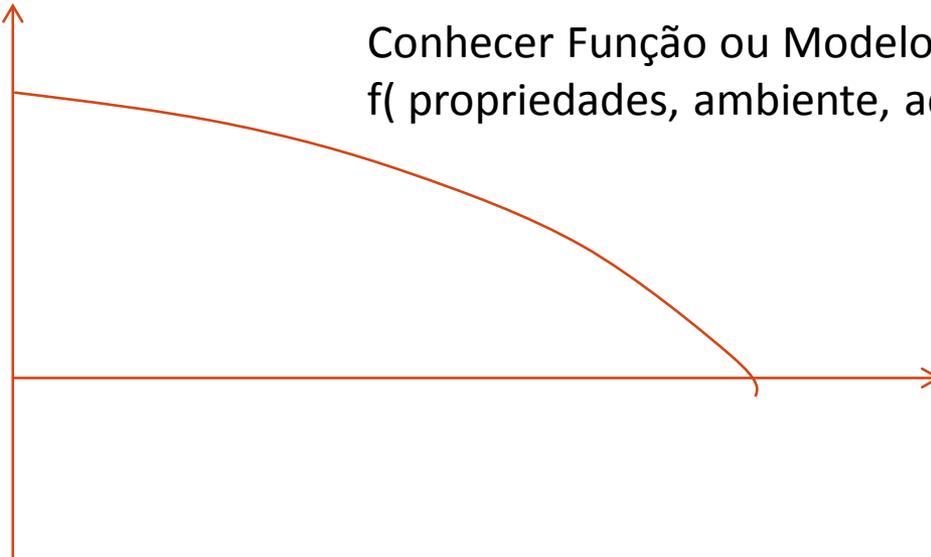




Abordagens mais avançadas



Conhecer Função ou Modelo de Deterioração f (propriedades, ambiente, ações, etc)

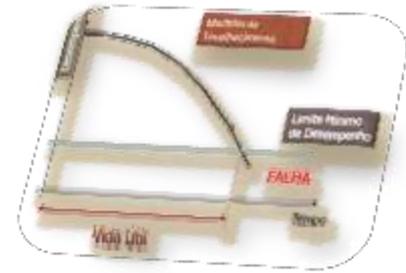


- Modelos probabilísticos de deterioração suficientemente validados;
- Parâmetros possíveis de serem obtidos da literatura, experiência ou ensaios;
- Métodos de ensaio relevantes e confiáveis para avaliar material e ambiente;

Fib MC SLD



Dificuldades relacionadas ao uso dos Modelos de Deterioração

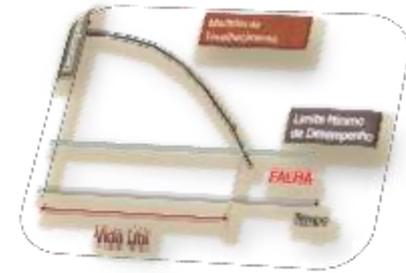


- Para alguns mecanismos de degradação não existem modelos ou não estão adequadamente desenvolvidos
- Os únicos modelos amplamente utilizados (e que balizaram a abordagem de durabilidade na NBR 6118/2003) são os modelos de corrosão, que ainda estão sofrendo acréscimos e ajustes
- Testes e modelos não são explicitados em normas;





ISO 16204



Introduz 4 modelos

- Corrosão induzida por carbonatação
- Corrosão induzida por cloretos
- Ataque gelo-degelo sem sais de degelo ou presença de água marinha
- Ataque gelo-degelo na presença de sais de degelo ou água marinha

Não aborda

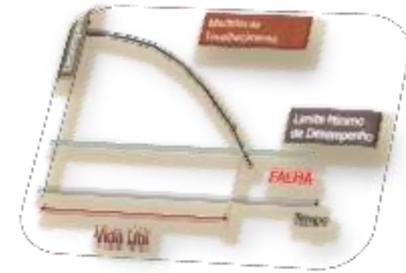
- Ataque químico
- Reação Álcali-Agregado

Não existem modelos consensuais

NEED TO BE DEVELOPED!!



Modelo de Carbonatação



(1) The ingress of the carbonation front might be assumed to obey the following equation:

$$x_c(t) = W(t) \cdot k \cdot \sqrt{t}$$

x_c = espessura carbonatada < Cobrimento

K = coeficiente de carbonatação, que reflete a resistência básica do traço utilizado (relação a/c, tipo de cimento, presença de adições, etc) em condições padrão de ensaio, submetido a condições de exposição de referência (UR, Concentração de CO₂). Também embute a qualidade de execução.

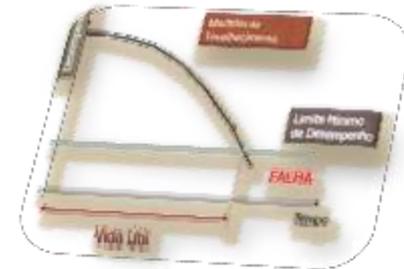
$W(t)$ = função de exposição ambiental, que corrige a equação para as condições específicas mesoclimáticas de exposição consideradas em projeto para os componentes de concreto em análise

Em novas estruturas – podem ser derivados da literatura, ensaios e/ou de estruturas existentes com características semelhantes

Para análise da Vida Útil remanescente podem ser deduzidas da análise de dados coletados da própria estrutura



Modelo de Penetração de Cloretos



$$C_{crit} = C(x = cov, t) = C_o + (C_{s, \Delta x} - C_o) \cdot \left(1 - \operatorname{erf} \left(\frac{cov - \Delta x}{2 \cdot \sqrt{D_{app, C} \cdot t}} \right) \right)$$

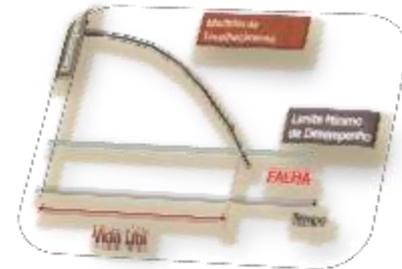
Function Variables	Description	Units
t	Time	[yr]
x	Depth with corresponding content of chlorides C(x,t)	[mm]
C_{crit}	Critical chloride content	[wt.-%/c]
C_o	Initial chloride content of the concrete	[wt.-%/c]
$C_{s, \Delta x}$	Chloride concentration at surface or a depth Δx	[wt.-%/c]
Δx	Depth of the convection zone (concrete layer, up to which the process of chloride penetration differs from Fick's 2nd law of diffusion)	[mm]
cov	Concrete cover	[mm]
$D_{app, C}$	Apparent coefficient of chloride diffusion through concrete	[mm ² /yr]

Baseado na 2ª. Lei de Fick

$$p\{\} = p_{dep.} = p\{C_{crit.} - C(a, t_{SL}) < 0\} < p_0$$



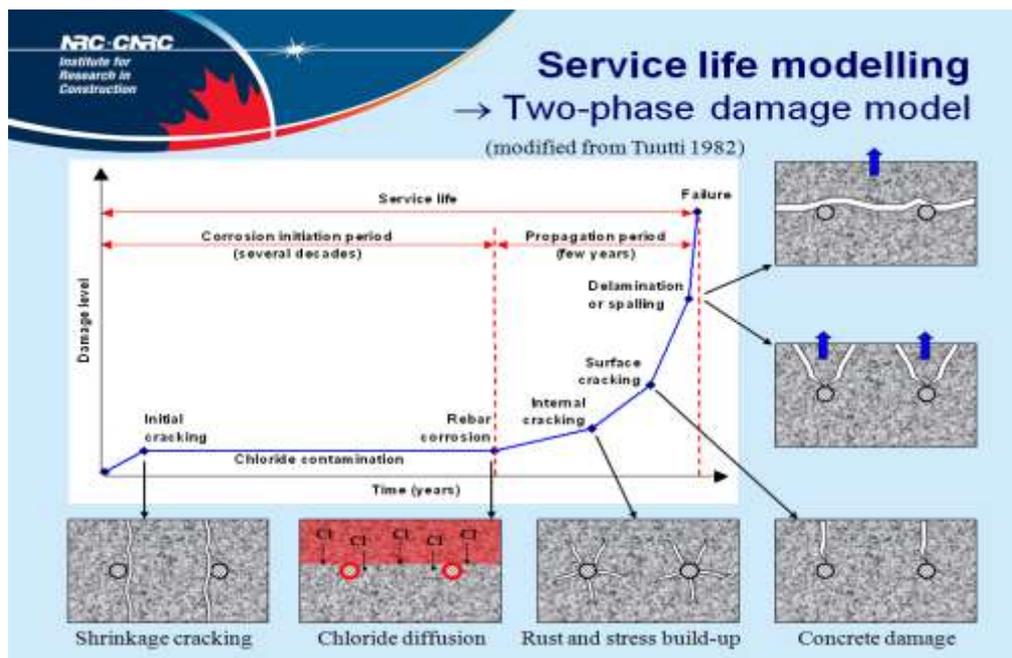
Avanços nos modelos de corrosão



Modelos Atuais ESTIMAM
MOMENTO DA DESPASSIVAÇÃO

Estimular discussão

CONSENSUAR E
DIFUNDIR CONHECIMENTO



DANIEL CUSSON, 2008

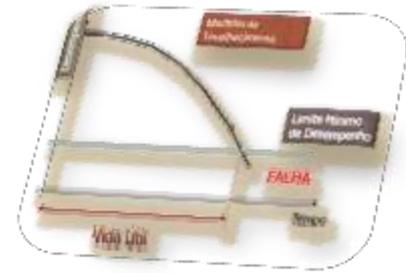


SECOVI SP
O SINDICATO DA HABITAÇÃO
Desde 1946

CONSIDERAÇÕES FINAIS



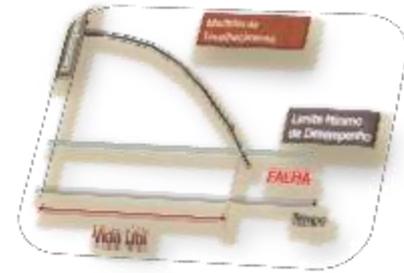
Considerações sobre Durabilidade Concreto



- Concreto é um material durável (estamos fabricando cada vez melhor)
- Prevenindo a corrosão e a fissuração e controlando a umidade se resolvem ~90% dos problemas, em situações ordinárias
- Atenção aos detalhes no projeto e execução (adoção de visão de Vida Útil)
- Monitoramento da execução de elementos propensos a falhas/deterioração precoce
 - Fachada / Fundações / etc
- Adoção do Birth Certificate
- Acompanhamento do desempenho ao longo do tempo (inspeção predial e monitoramento contínuo)



Projeto para a vida útil Service Life Design (SLD)



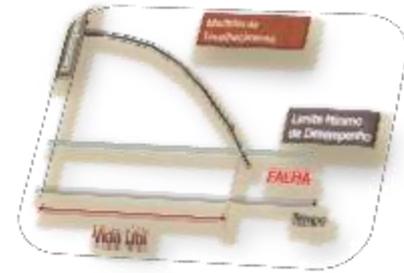
- *Entender Mecanismos de Deterioração*
- *Dispor de modelos de deterioração adequados*
 - *Desenvolver e incorporar à prática de projeto*
- *Entender Curva de Desempenho / Definir Condições Limite*

Normas e Recomendações

*Maior integração dos projetos
(civil, arquitetônico, de instalações,
de concreto, etc)*



Dicas para Atingir a VUP desejada/especificada

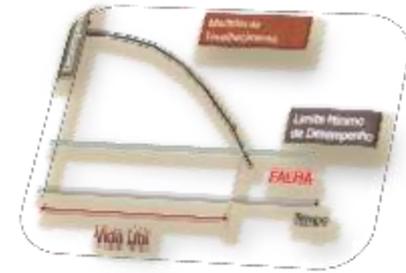


- Selecionar e combinar materiais adequados que tenham durabilidade à vida útil de projeto desejada
- Dimensionar peças adequadamente, considerando os mecanismos de degradação (corrosão - revestimento);
- Usar sistemas de proteção ou mitigação, quando necessário
- Especificar e facilitar as operações de manutenção
- Planejar substituição de elementos que se deterioram rápido
- Adotar análise de custo global ao longo da vida útil





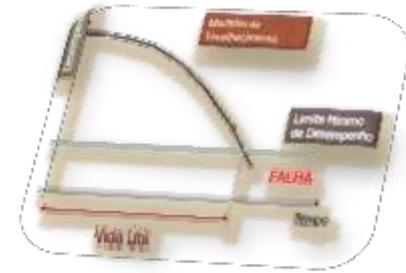
Desafios para cadeia construtiva



- Meio Acadêmico
 - Consolidar base conceitual / Métodos de Ensaio / Modelos
- ABNT/ Comissões – Construir consensos
 - Abordagem Performance Based para requisitos de Desempenho (Desempenho equivalente)
 - Consolidar e divulgar corpo normativo (alinhar com ISO/fib);
- Empresas
 - Capacitação
 - Suporte à adoção de práticas de PROJETO PARA VIDA ÚTIL
- Profissionais
 - Investir em desenvolvimento continuado
 - Buscar familiarização e usar os novos conceitos de desempenho e VU

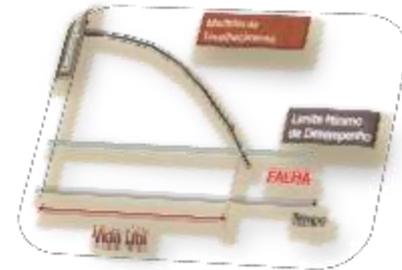


Desafios



- Fornecedores
 - Entender seus materiais / fornecer dados de durabilidade
 - Testar / assegurar desempenho para apoiar desenvolvimento de Modelos de deterioração
- Projetistas
 - Adotar visão de Vida Útil
 - Adotar LCC
 - Buscar maneiras eficientes criativas de Gestão da VU / Interações entre Projetos
 - Capacitação de equipes multidisciplinares
 - Transmitir demandas usuário
- Clientes / Usuários
 - Participar decisões de projeto
 - Respeitar recomendações manutenção
 - Demandar desempenho satisfatório
 - Pensar em custos ao longo da VU





Obrigado pela atenção

lcarlos66@gmail.com



SECOVI SP
O SINDICATO DA HABITAÇÃO
Desde 1946