

As estruturas do séc. XX A experiência do IC-FEUP

Esmeralda Paupério, Xavier Romão, António Arêde,
Nelson Vila Pouca, João Guedes, Aníbal Costa

A diversidade das construções do início do séc. XX



Michelangelo Soà - 1923



Oliveira Ferreira - 1916



João Anderson - 1947



Marques da Silva - 1927

Os materiais e as construções



Pensão Monumental - Michelangelo Soà - 1923



Os materiais e as construções



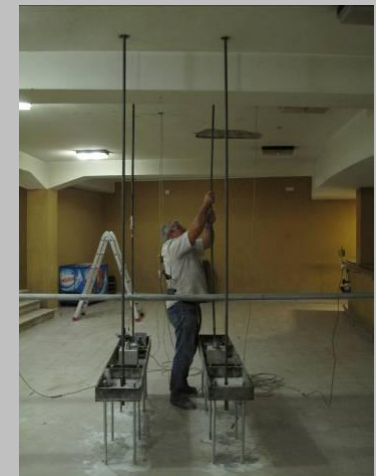
Escola Rodrigues de Freitas - Marques da Silva - 1937



Os materiais e as construções



Pavilhão Rosa Mota - Carlos Loureiro - 1951

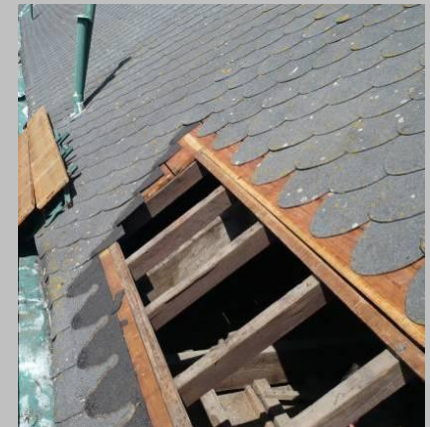


Casa Atelier Marques da Silva - 1909

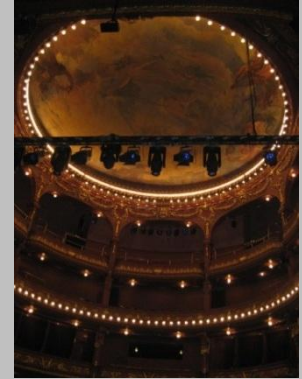
Os materiais e as construções



Mercado do Bolhão - António Correia da Silva - 1914



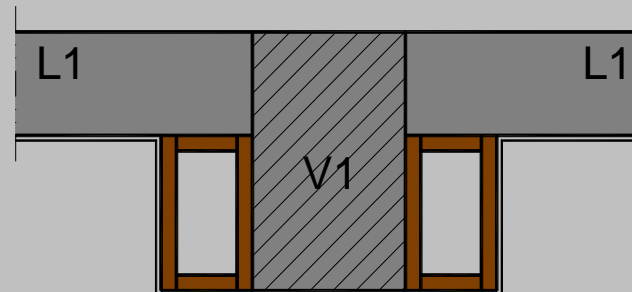
Os materiais e as construções



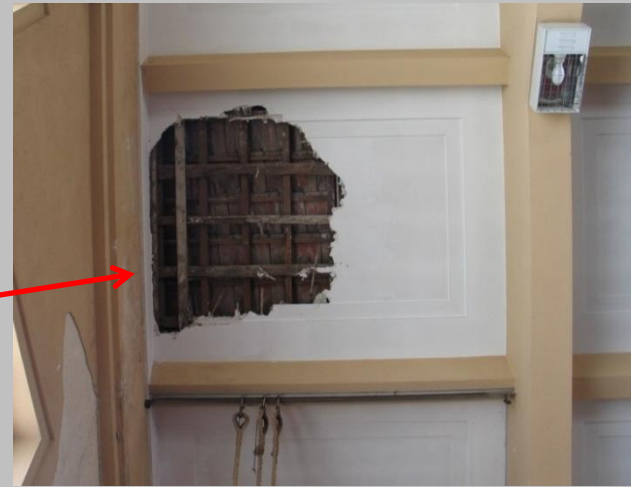
Teatro Nacional de S. João - Marques da Silva - 1909



O fingimento ou a recriação de estruturas de betão



O fingimento ou a recriação de estruturas de betão

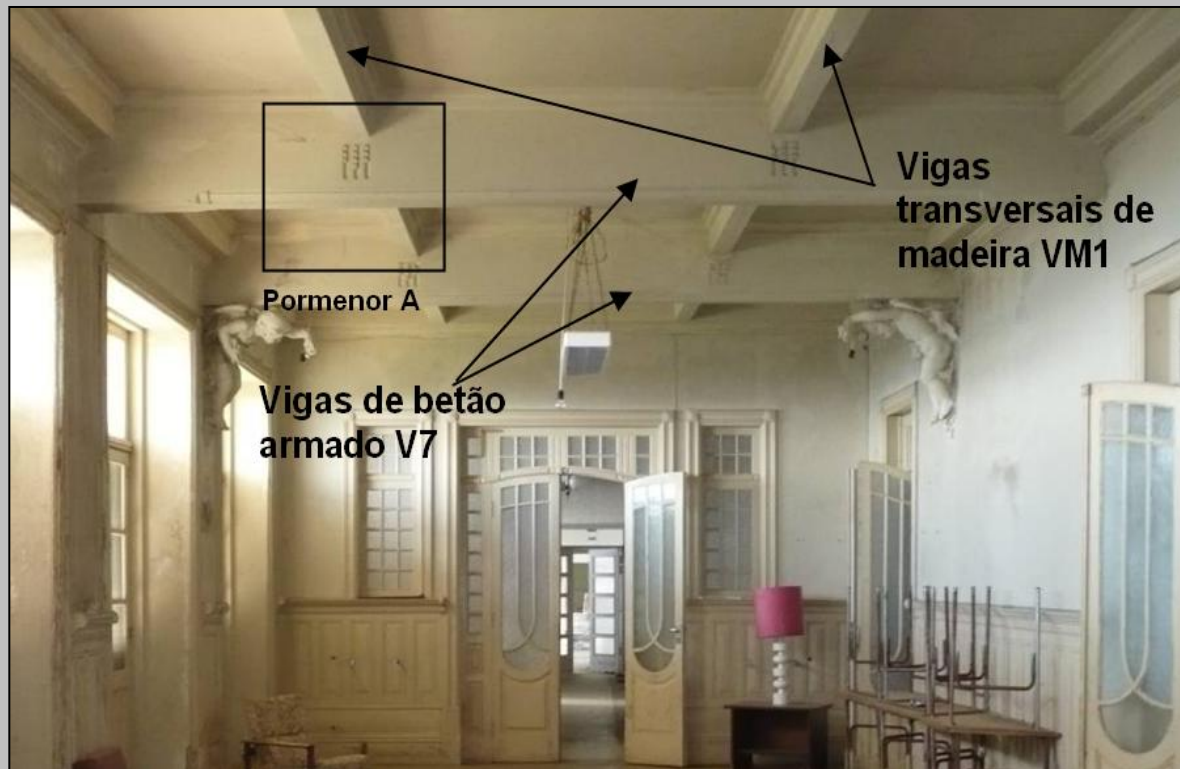


Escola Rodrigues de Freitas - Marques da Silva - 1937



Pensão Monumental - Michelangelo Soà - 1923

O fingimento ou a recriação de estruturas de betão



Oliveira Ferreira - 1916

Intervir numa estrutura de betão

Os procedimentos de intervenção em construções de **pedra** e **madeira** são já objecto de Cartas e Recomendações Internacionais

No caso do **betão armado**, que critérios de intervenção são admissíveis de modo a evitar a **destruição de processos construtivos** e garantir a **preservação do material original**?

Como cumprir as recomendações dos **Critérios para a Conservação do Património Architectónico do Século XX** (Documento de Madrid, ISC 20 – ICOMOS, 2011)?



Necessidade de garantir a segurança estrutural das construções

Exemplo de intervenção estrutural em betão



A abordagem tradicional consiste em remover as zonas degradadas e **substituí-las por um material compatível, mas novo**

Deve ser prioritário preservar o material e a técnica construtiva originais tanto quanto possível



Como?

E os elementos decorativos ou escultóricos de betão?



Devem ser diferentes os critérios para intervir na recuperação de elementos decorativos ou escultóricos de betão?

Se o avanço da corrosão não for impedido, não adianta consolidar...



Como actuar sem pôr em causa a sua autenticidade?

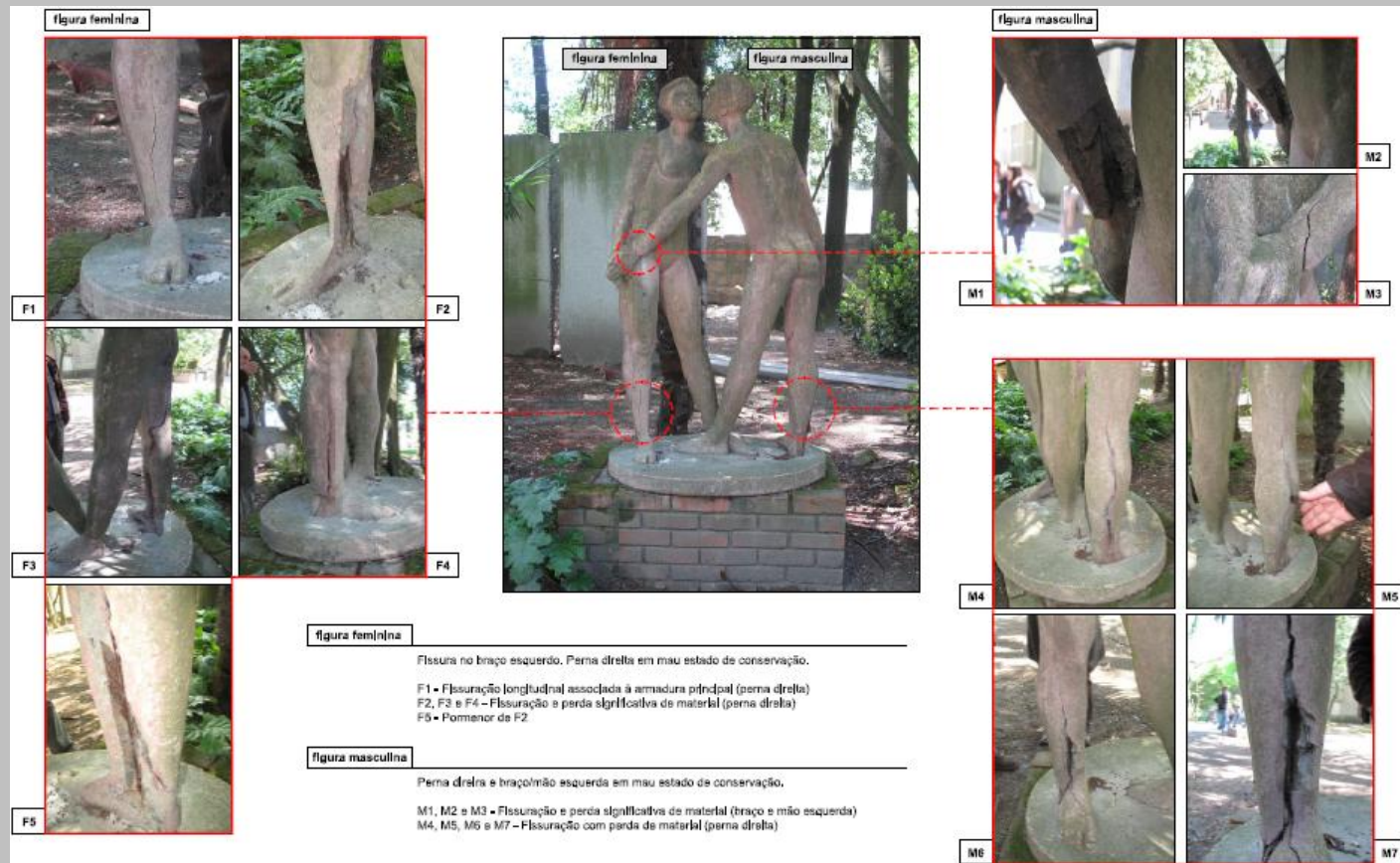
E numa escultura de betão?



Escultura de António Lagoa Henriques, 1954

Terá de se intervir ao nível das armaduras para travar o processo de corrosão!

E numa escultura de betão?



Como actuar sem pôr em causa a autenticidade?

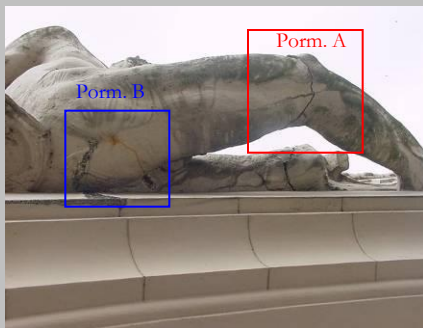
Qual a intervenção mínima possível?

A intervenção vai alterar as formas e diminuir o valor?

Exemplo de intervenção numa escultura em betão

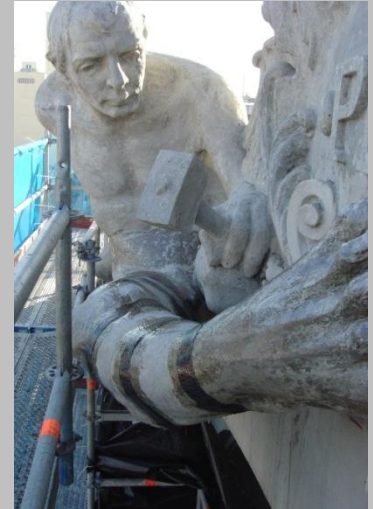


Marques da Silva - 1914



Intervenção de emergência para preservar as estátuas e
garantir a segurança das pessoas

Exemplo de intervenção numa escultura em betão



Os resíduos do património continuam a ser património?



Os resíduos do património continuam a ser património?



“Restoration Rocks: Fragments of the Guggenheim”
Have you always wanted to wear a piece of the Guggenheim?

Now you can!



New Guggenheim Fundraiser: Construction Debris as Jewelry

... outros aspectos...

Que dificuldades se encontram na avaliação da segurança das estruturas de betão armado do início do séc. XX?

Que enquadramento existe, do ponto de vista regulamentar para avaliar essa segurança?

A segurança estrutural duma construção de betão armado do início do séc. XX

A identificação da estrutura é um elemento fundamental!!



A inspecção e a realização de ensaios permitem conhecer as propriedades dos materiais utilizados, os processos construtivos e o funcionamento estrutural



Informação essencial para poder avaliar a segurança estrutural

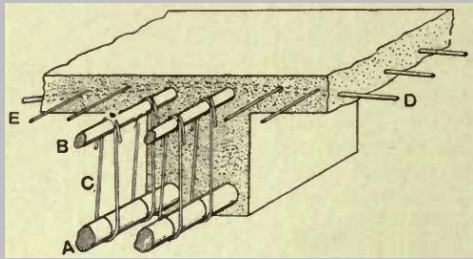
Que tipos de soluções estruturais podem ser encontradas?

Nos finais do séc. XIX/inícios do séc. XX foram **patenteados vários sistemas estruturais** para vigas, pilares, lajes, paredes resistentes, fundações, estacas,...

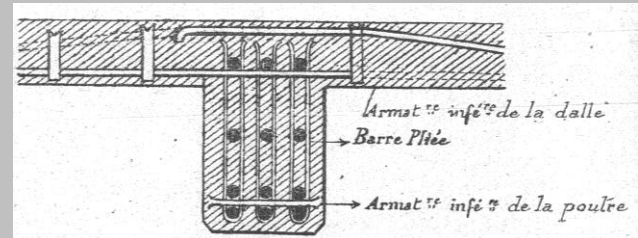
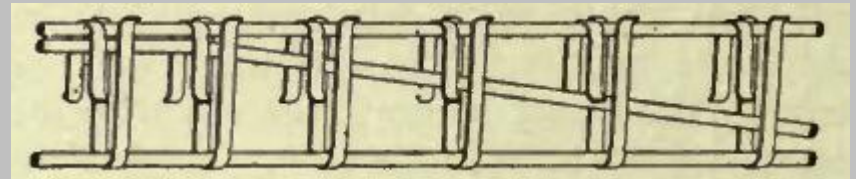
Alguns dos sistemas mais conhecidos são o **Hennebique**, o **Coignet**, o **Boussiron**, o **Matrai**, entre outros. Estes sistemas patenteados indicavam as bases de cálculo e as disposições de armadura a adoptar para diferentes elementos estruturais... com base em **hipóteses teóricas diferentes das actuais**.

O aparecimento destes sistemas é **anterior** aos primeiros regulamentos de dimensionamento de estruturas de betão armado... A validação destes sistemas era **obrigatoriamente** feita através de **ensaios de carga**

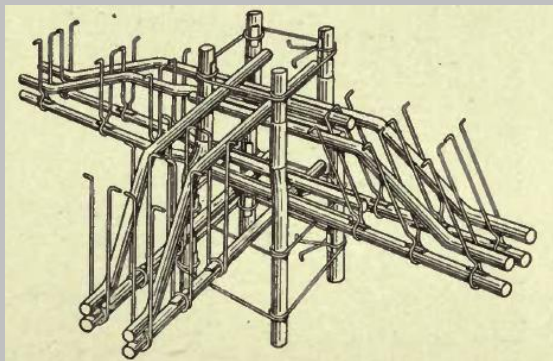
Que tipos de soluções estruturais podem ser encontradas?



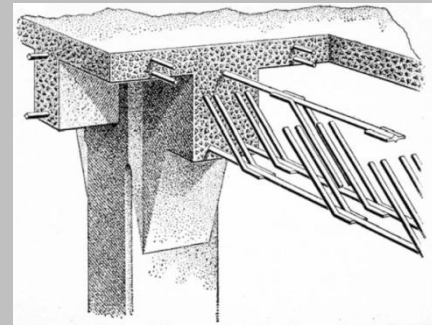
Viga com sistema Coignet



Viga com sistema Hennebique

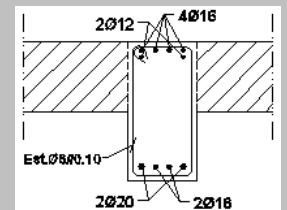
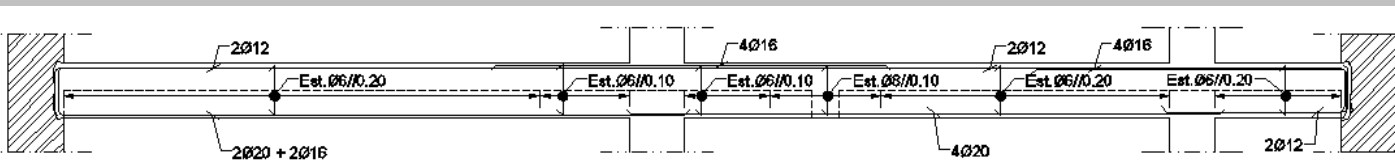


Nó viga-pilar com sistema Keeton

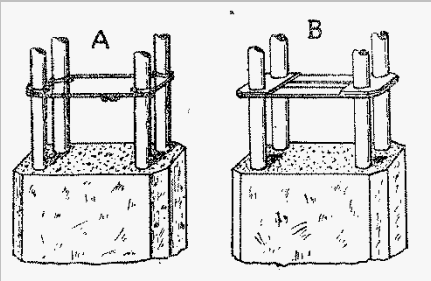


Viga com sistema Kahn

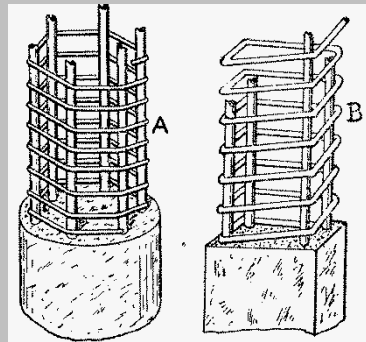
Disposições construtivas duma viga actual



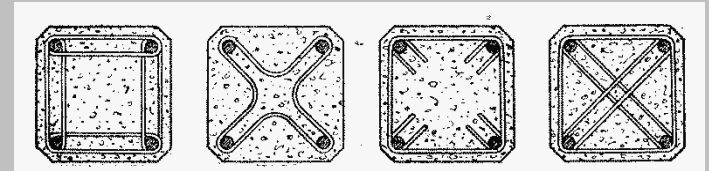
Que tipos de soluções estruturais podem ser encontradas?



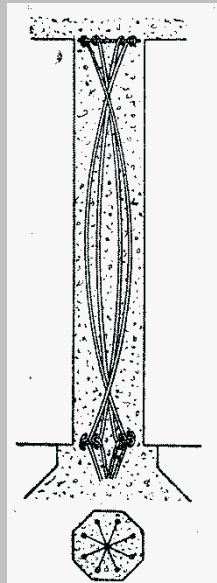
Pilar com sistema
Hennebique



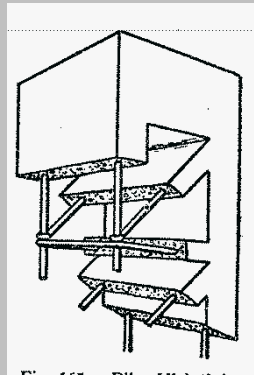
Pilar com sistema
Considère



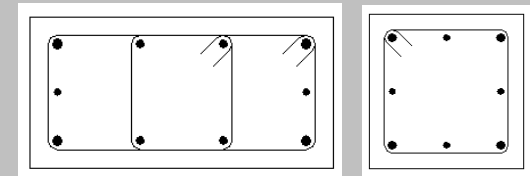
Pilar com diferentes tipos
de cintagem



Pilar com sistema
Matrai



Pilar com sistema
Visintini



Disposições construtivas dum
pilar actual

Que tipos de ensaios podem ser utilizados?

Pacómetro

Fenolftaleína

Esclerómetro

Ensaio de carga

Ensaio Dinâmicos

Ensaio Sónicos

Extração de amostras

Teor de cloretos

Sondagens

Pull-Off

Pull-Out

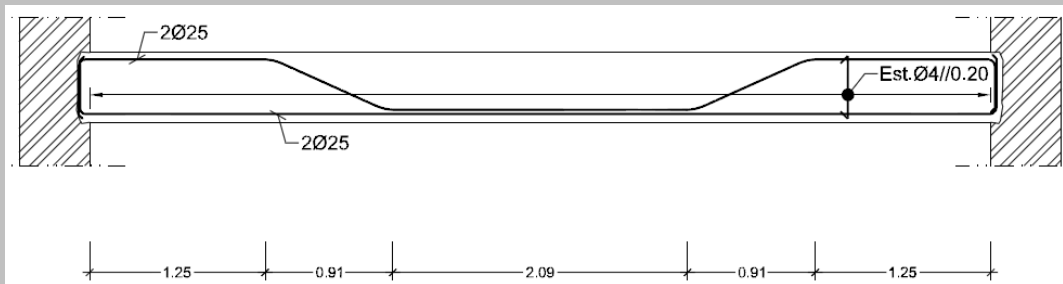


Exemplo da informação obtida duma inspecção



Oliveira Ferreira - 1916

Foram identificadas vigas com sistema Hennebique



Viga	b(m)	h(m)	Corte transversal (Esc. 1/40)	
			Apoio	Meio vão
V2b	0.10	0.23		
V4	0.15	0.28		
V5a	0.20	0.48		
V5b	0.20	0.48		



Dificuldades na identificação da estrutura

Além da variedade de soluções estruturais dificultar a identificação eficaz da estrutura, há outros aspectos a ter em conta também...

A inspecção e levantamento da estrutura requer, por vezes, que sejam executadas algumas **acções semi-destrutivas** (e.g. remoção de revestimentos e/ou elementos decorativos). Estas acções podem **não ser compatíveis com a utilização da construção** enquanto se fazem estas operações.



A caracterização das propriedades materiais implica a realização de ensaios também, muitas vezes, de **natureza semi-destrutiva**.

Além dos **custos envolvidos**, o **número de ensaios a realizar** é determinante pois vai influenciar a **confiança estatística** associada à informação obtida

A verificação da segurança estrutural deve ser enquadrada num contexto regulamentar

É possível enquadrar, actualmente, a verificação da segurança deste tipo de estruturas do ponto de vista regulamentar?

... envolvem **materiais** com características **diferentes dos actuais**

... envolvem **sistemas construtivos diferentes** e cujo funcionamento estrutural foi desenvolvido com base em **hipóteses teóricas diferentes** das actuais

... apresentam **níveis de dano** e de **degradação** que devem ser tidos em conta na análise do seu comportamento



não

... mas estas construções **ainda estão de pé** e continuam a ser utilizadas

Qual a alternativa?

A verificação da segurança estrutural enquadrada num contexto não-regulamentar

Deve ser calculada a **margem mínima de segurança** dos elementos estruturais:

As **acções** que actuam sobre a estrutura devem ser consideradas com o **valor mais realista** possível (e não com um valor regulamentar, pelo lado da segurança)

A **resistência** dos elementos estruturais deve ser avaliada de acordo com **metodologias actuais** utilizando os **valores esperados das propriedades materiais** (obtidos através da inspecção)

Caso seja necessário uma intervenção:

A solução a utilizar deverá ponderar a **preservação da autenticidade** da estrutura com a necessidade de **garantir a sua segurança...**

... a intervenção poderá envolver elementos de reforço **exteriores à estrutura existente** (solução visualmente mais intrusiva mas reversível)

... a intervenção poderá consistir na **alteração da utilização da estrutura**, de modo a reduzir as acções que a solicitam

Notas finais

A **intervenção** em estruturas de betão armado terá de ser ponderada de modo a preservar os **processos construtivos** e garantir a **segurança estrutural**

Que critérios de intervenção são **admissíveis** numa **escultura** ou em **elementos decorativos** em cimento armado de modo a preservar a sua **autenticidade**?

Existe uma necessidade urgente de **regulamentação** que enquadre as múltiplas problemáticas da **segurança estrutural** e da **conservação de estruturas existentes**

Obrigado

