

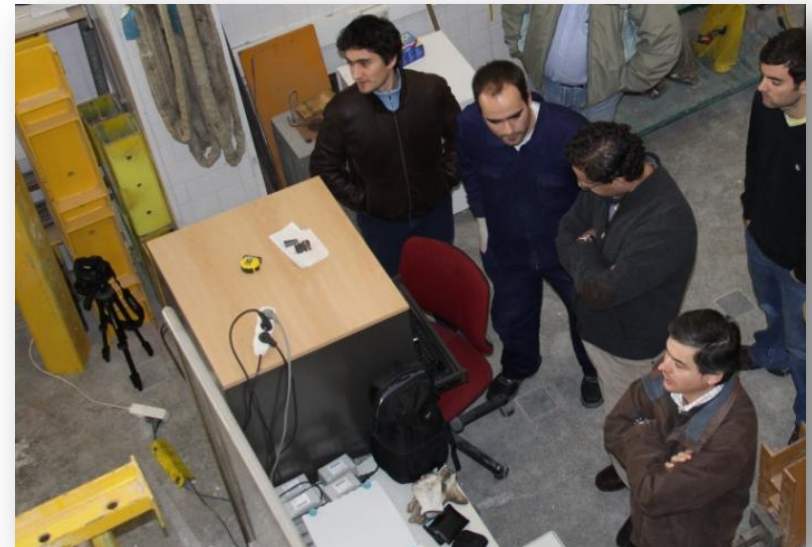


UNIVERSIDADE
NOVA
DE LISBOA

Smart Cities: Como construir?
REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS DE EDIFÍCIOS

REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS DE EDIFÍCIOS

Válter Lúcio





ÍNDICE

1. ANOMALIAS ESTRUTURAIS EM EDIFÍCIOS
2. CAUSAS DAS ANOMALIAS ESTRUTURAIS
3. TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO e INVESTIGAÇÃO NA NOVA
4. CONCLUSÕES



1. ANOMALIAS ESTRUTURAIS EM EDIFÍCIOS

- Estados Limites de Resistência



Rotura por punçoamento

- Colapso progressivo



1. ANOMALIAS ESTRUTURAIS EM EDIFÍCIOS

- Deficiência para as ações sísmicas

Sensibilidade das estruturas de lajes fungiformes à ação sísmica



A rotura localizada por punçoamento de uma laje fungiforme, devido à ação sísmica, pode provocar o colapso progressivo da estrutura.

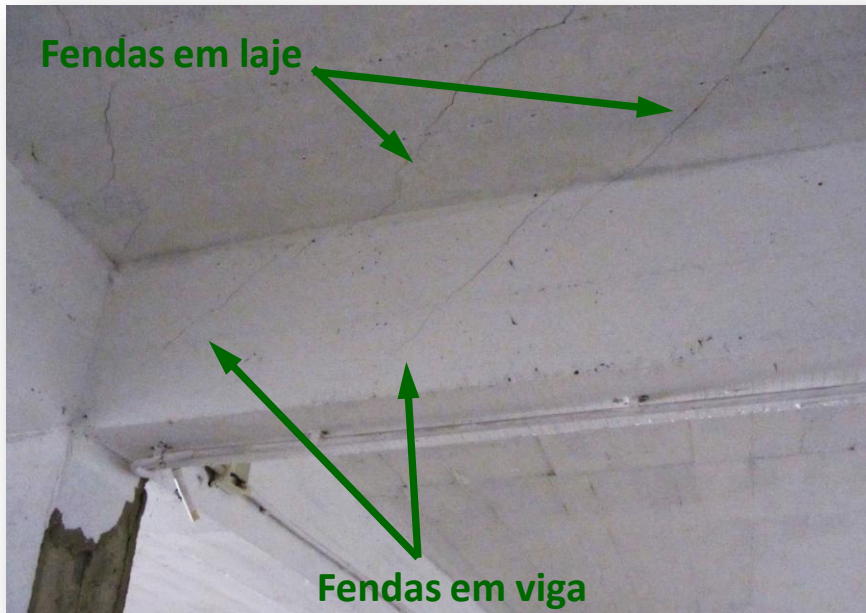
Northridge, Los Angeles -1994

1. ANOMALIAS ESTRUTURAIS EM EDIFÍCIOS

▪ Fendilhação e deformação excessiva da estrutura

(funcionalidade, durabilidade, estética, efeitos psicológicos)

Fendas em laje e viga causadas por esforços devido a assentamentos diferenciais de fundações.



Fendas em paredes de alvenaria devidas a deformação excessiva da laje.

1. ANOMALIAS ESTRUTURAIS EM EDIFÍCIOS

- Fendilhação de paredes e deslocamentos relativos.



1. ANOMALIAS ESTRUTURAIS EM EDIFÍCIOS

- Durabilidade: corrosão de armaduras, degradação do betão.



Delaminação do betão devido à corrosão da armadura longitudinal do pilar





2. CAUSAS DAS ANOMALIAS ESTRUTURAIS

- **ERROS DE PROJETO:** conceção, dimensionamento ou pormenorização
- **ERROS DE EXECUÇÃO**
- **ERROS DE UTILIZAÇÃO:** cargas excessivas, cargas acidentais, alterações inadequadas, erros de manutenção



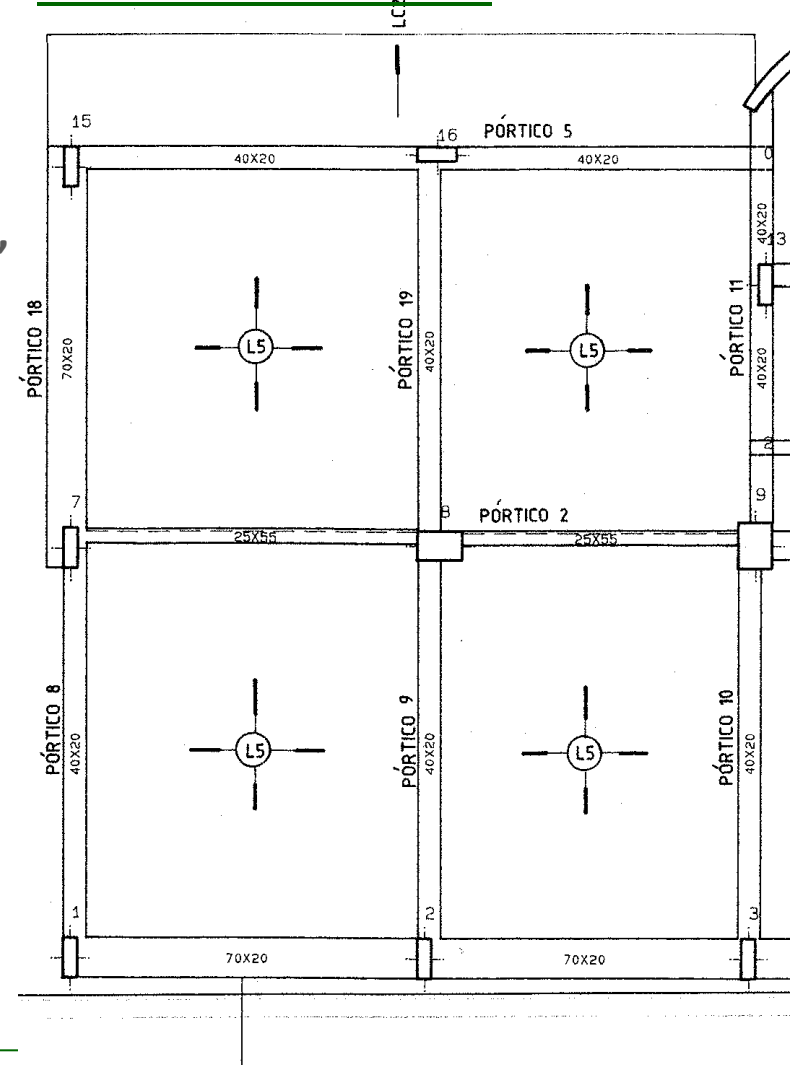
2. CAUSAS DAS ANOMALIAS ESTRUTURAIS - ERROS DE PROJECTO

- Deficiente conceção das estruturas, designadamente para as deformações e para as ações sísmicas;
- Análise errada dos esforços, nomeadamente em lajes fungiformes;
- Pormenorização errada das armaduras;
- Conceção errada das fundações;
- Recobrimento insuficiente das armaduras;
-

2. CAUSAS DAS ANOMALIAS ESTRUTURAIS - ERROS DE PROJECTO

NÃO às “VIGAS DEITADAS”

A laje fungiforme não passa a ser uma laje vigada, se se dimensionarem as bandas de laje como se de vigas se tratassem, designadas na gíria como “vigas deitadas”.

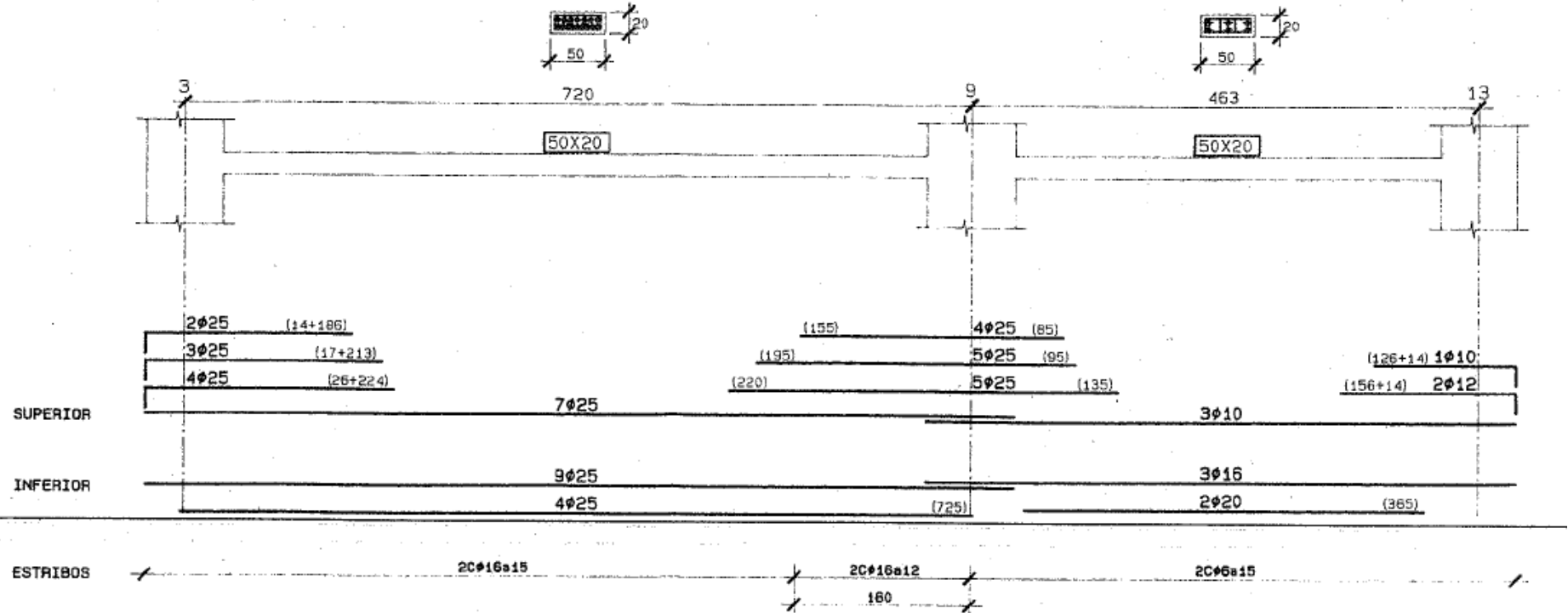




2. CAUSAS DAS ANOMALIAS ESTRUTURAIS - ERROS DE PROJECTO

NÃO às “VIGAS DEITADAS”

Densidades de armaduras impossíveis de realizar em obra e flexibilidade excessiva.





2. CAUSAS DAS ANOMALIAS ESTRUTURAIS - ERROS DE EXECUÇÃO

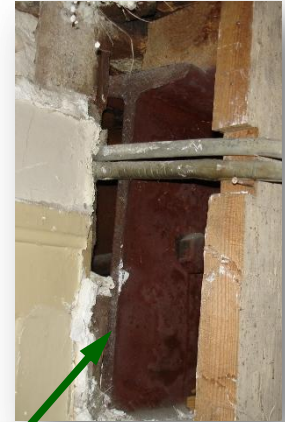
- Betões com classe de resistência inferior à especificada;
- Redução das armaduras em relação ao especificado em projeto;
- Redução da espessura das lajes em relação à definida em projeto;
- Montagem errada das armaduras de flexão em lajes, em particular das armaduras superiores, com altura útil muito menor do que o especificado em projeto;
- Omissão das armaduras de punçoamento, ou montagem errada destas;
- Corte de pilares, vigas ou lajes para atravessamento de condutas.

2. CAUSAS DAS ANOMALIAS ESTRUTURAIS - ERROS DE UTILIZAÇÃO

- Alterações inadequadas em estruturas de betão armado;



- Alterações inadequadas em estruturas de alvenaria tradicional.



3. TÉCNICAS DE REFORÇO DE EDIFÍCIOS

OBRA

▪ Por adição de armaduras:

- armaduras para betão armado, com demolição parcial e betonagem;





3. TÉCNICAS DE REFORÇO DE EDIFÍCIOS

INVESTIGAÇÃO



Reforço de lajes fungiformes por adição de armaduras de flexão na face superior.



H. Fernandes
V. Lúcio/A. Ramos

3. TÉCNICAS DE REFORÇO DE EDIFÍCIOS

OBRA

- **Por adição de armaduras:**
 - armaduras pós-instaladas em furos injectados (ou não) com resinas ou *grouts*;



Vista superior da laje

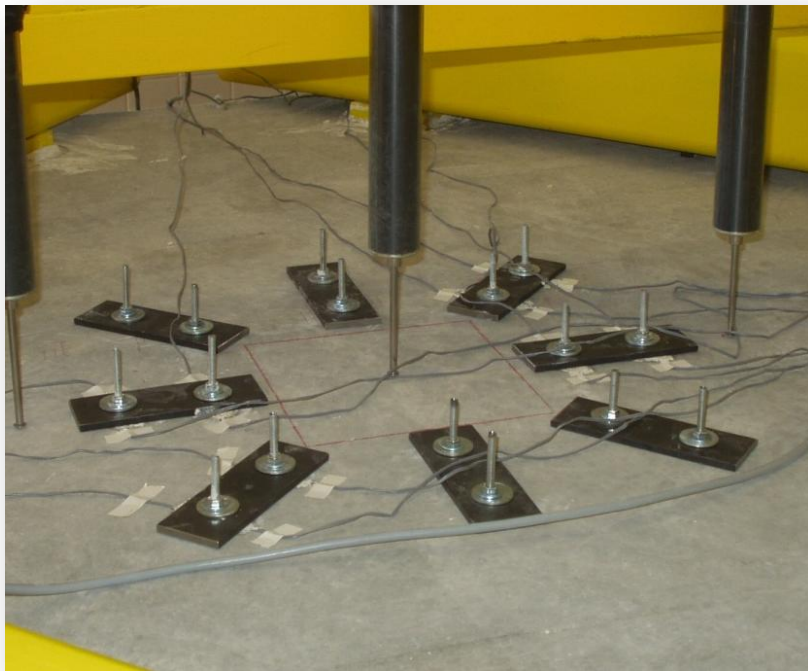


Vista inferior da laje

3. TÉCNICAS DE REFORÇO DE EDIFÍCIOS

INVESTIGAÇÃO

- **Por adição de armaduras:**
 - armaduras pós-instaladas em furos injectados (ou não) com resinas ou *grouts*;



Face Superior



A. Ramos

3. TÉCNICAS DE REFORÇO DE EDIFÍCIOS

INVESTIGAÇÃO

▪ Por adição de armaduras:

- armaduras pós-instaladas em furos injectados (ou não) com resinas ou *grouts*;

Análise e reforço de lajes fungiformes com armaduras pós-instaladas, para a ação sísmica.



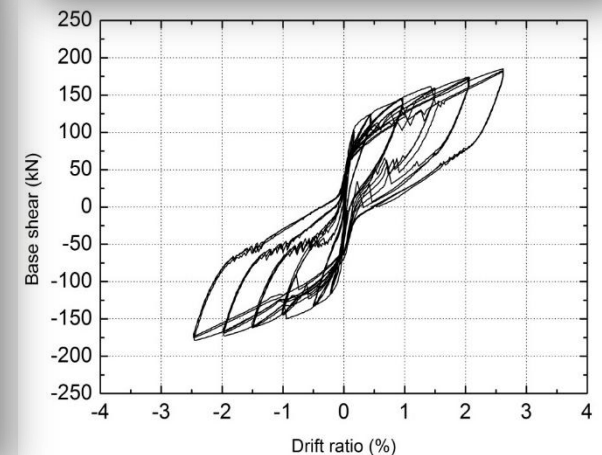
A. Almeida
A. Ramos; V. Lúcio



3. TÉCNICAS DE REFORÇO DE EDIFÍCIOS

- Por adição de armaduras:
 - dissipadores de energia para a ação sísmica;

INVESTIGAÇÃO

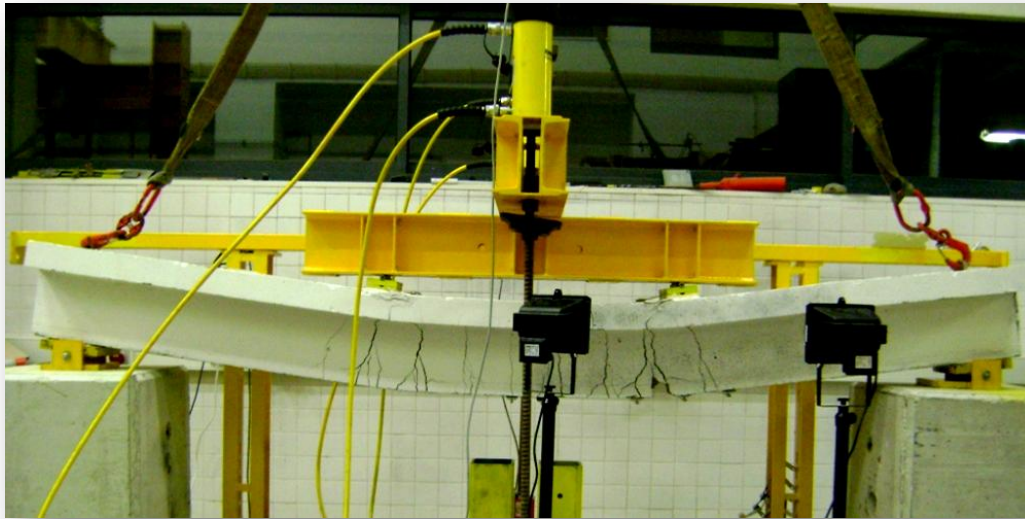


3. TÉCNICAS DE REFORÇO DE EDIFÍCIOS

INVESTIGAÇÃO

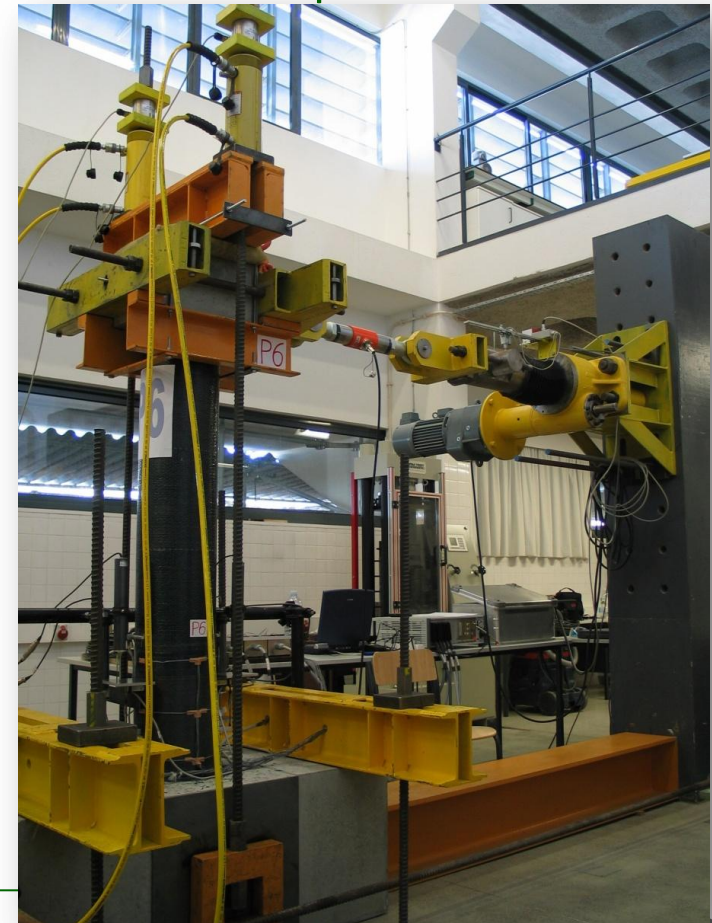
▪ Por adição de armaduras:

- tecidos ou laminados de fibras de carbono colados à superfície ou inseridos no recobrimento.



Reforço de vigas com (FRP)

P. Marques
C. Chastre; H. Biscaia



Reforço de
pilares com (FRP)

3. TÉCNICAS DE REFORÇO DE EDIFÍCIOS

■ Por encamisamento:

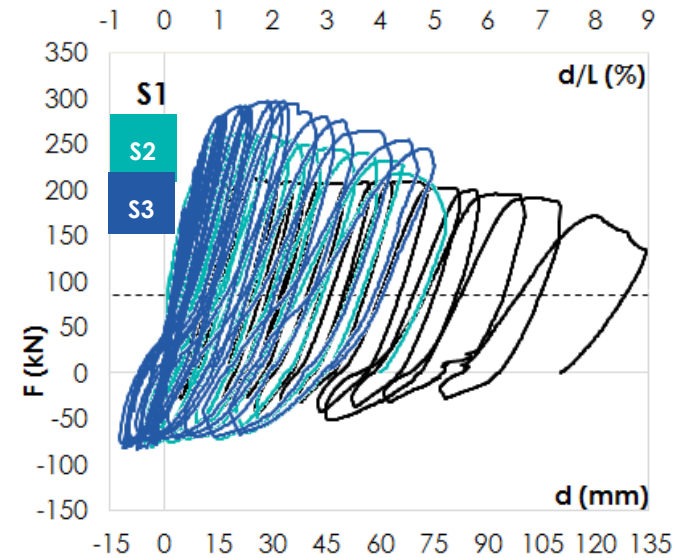
- adição de argamassa armada com fibras longas de aço;

INVESTIGAÇÃO

Reforço de ligações viga-pilar com pós-esforço.



Desenvolvimento de uma argamassa armada com fibras metálicas para o reforço por encamisamento.



A. R. Gião
V. Lúcio /C. Chastre



3. TÉCNICAS DE REFORÇO DE EDIFÍCIOS

■ Com pré-esforço exterior:

- com cordões ou barras de aço de alta resistência ou com fibras de carbono.
 - Sistema de reforço ativo (altera o caminho das cargas);
 - Eficiente para a flexão, esforço transversal, deformação, fendilhação, etc.;
 - O pós-esforço exterior é muito usado no reforço de pontes;
 - Em edifícios, os cabos e as ancoragens exteriores tornam-se inestéticos.

3. TÉCNICAS DE REFORÇO DE EDIFÍCIOS

INVESTIGAÇÃO

▪ Com pré-esforço exterior:

- com cordões ou barras de aço de alta resistência ou com fibras de carbono.

Desenvolvimento de um sistema de pós-esforço usando ancoragens por aderência para o reforço de lajes.

Comportamento pós-rotura





3. TÉCNICAS DE REFORÇO DE EDIFÍCIOS

▪ Por alteração do sistema estrutural

- Redução parcial ou total da rigidez em zonas localizadas;
- Libertação de apoios ou introdução de assentamentos diferenciais;
- Introdução de novos apoios e a redução dos vãos;
- Introdução de contraventamentos, paredes resistentes ou de acessórios dissipadores de energia para o reforço sísmico.

3. TÉCNICAS DE REFORÇO DE EDIFÍCIOS

OBRA

- Por alteração do sistema estrutural



3. TÉCNICAS DE REFORÇO DE EDIFÍCIOS

OBRA

- Por alteração do sistema estrutural

Edifício de uma corporação de bombeiros

- Edifício de dois pisos com estrutura de betão armado em laje fungiforme maciça;
- Construído em 1996;
- O piso térreo é o estacionamento dos veículos de socorro;
- O piso superior é usado para serviços administrativos e formação;
- Devido a **erros de concepção e de análise estrutural** o edifício encontrava-se em **risco de ruína**.



3. TÉCNICAS DE REFORÇO DE EDIFÍCIOS

OBRA

- Por alteração do sistema estrutural



Estrutura metálica no piso térreo

Estrutura de reforço da
laje da cobertura





3. TÉCNICAS DE REFORÇO DE EDIFÍCIOS

OBRA

- Por alteração do sistema estrutural

Pórticos metálicos no piso térreo



3. TÉCNICAS DE REFORÇO DE EDIFÍCIOS

INVESTIGAÇÃO


- Reforço de edifícios de alvenaria de pedra tradicional



F. Pinho
V. Lúcio/M. Baião



4. CONCLUSÕES

- **REFORÇAR EDIFÍCIOS**  **COMO NÃO DESTRUIR!**

- **REABILITAR CONSTRUÇÕES EXISTENTES,
EM OPOSIÇÃO A DEMOLIR E RECONSTRUIR:**
 - **É MAIS AMIGA DO AMBIENTE**
 - **PRODUZ MENOS RESÍDUOS**
 - **CONSUME MENOS ENERGIA EM NOVOS MATERIAIS**
 - **É, FREQUENTEMENTE, MAIS ECONÓMICA**
 - **PRESERVA O PATRIMÓNIO HISTÓRICO**
 - **É UMA SOLUÇÃO TECNOLÓGICAMENTE MAIS EVOLUÍDA**
 - **É MAIS INTELIGENTE.**



UNIVERSIDADE
NOVA
DE LISBOA

Smart Cities: Como construir?

REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS DE EDIFÍCIOS



OBRIGADO PELA VOSSA ATENÇÃO!