

Deteção de dano em pontes de betão armado e pré-esforçado baseada na resposta experimental de cargas móveis

Filipe Cavadas (a),(*)

Joaquim Figueiras (b)

(a) Doutorando, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

(b) Professor Catedrático, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

() Orador*



Conteúdo

Objetivo

Apresentar e discutir a aplicabilidade de técnicas de **deteção de dano** em **pontes de betão** com base na monitorização de **cargas móveis** usando **dados experimentais**.

Índice

1. Introdução
2. Caso de estudo
3. Metodologias de deteção de dano
4. Aplicação e discussão de resultados
5. Conclusões

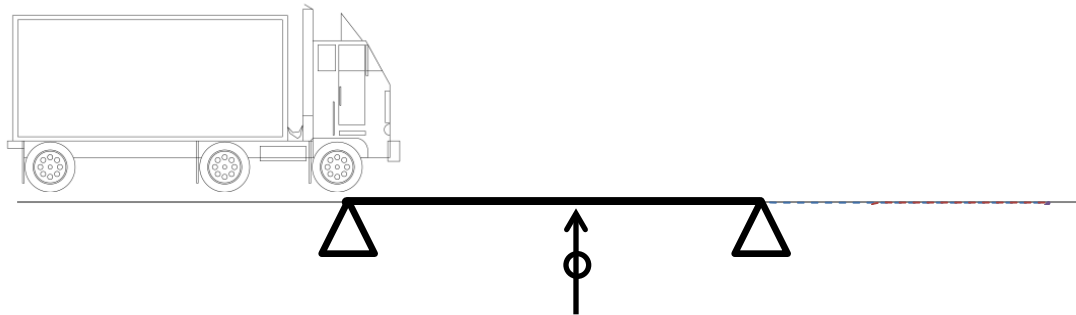
1. Introdução

- As pontes estão sujeitas a **danos estruturais**
 - envelhecimento e degradação dos materiais;
 - ação das cargas e fadiga;
 - corrosão.
- Manter as estruturas existentes e assegurar a sua **integridade**
 - motivos económicos (escassez de fundos);
 - sustentabilidade (recursos materiais e energéticos);
 - valor histórico e social.
- **Deteção de danos e anomalias e avaliação da condição**
 - Monitorização estrutural (SHM)
 - rede de sensores e sistemas de aquisição de sinal;
 - armazenamento e consulta de dados;
 - **processamento e análise** ⇒ informação sobre a condição estrutural.

1. Introdução

- Métodos de deteção de dano
 - estáticos;
 - dinâmicos;

Resposta quasi-estática de carga móveis



2. Caso de estudo

Modelo laboratorial de um pórtico de betão armado e pré-esforçado sujeito a uma carga móvel pontual



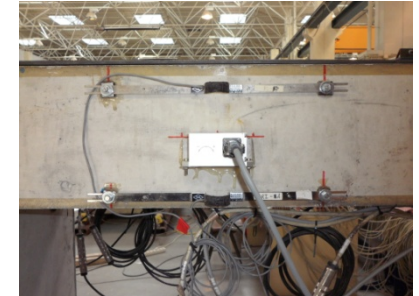
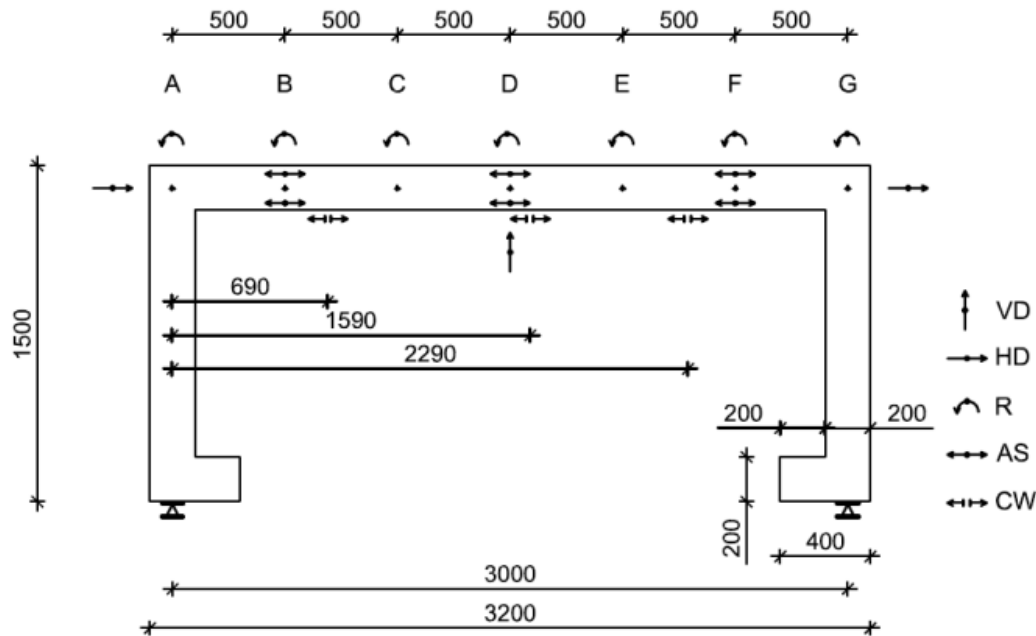
2. Caso de estudo



*Deslocamentos
(LVDTs)*



*Rotações
(Inclinómetros)*



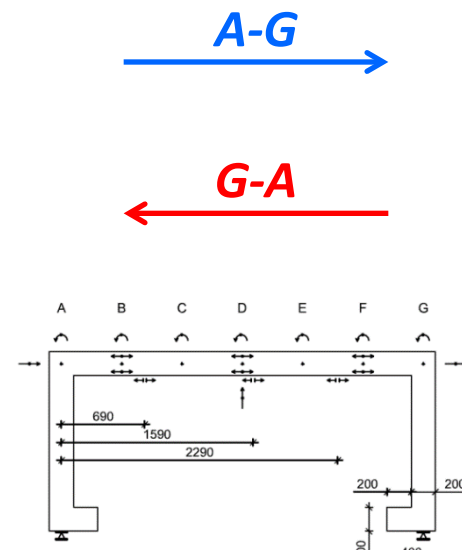
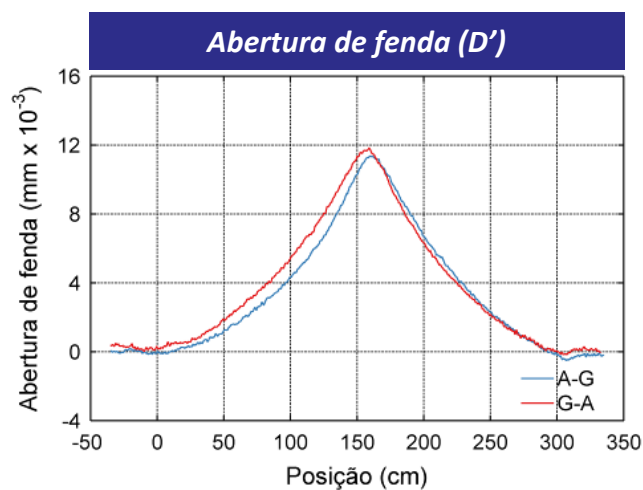
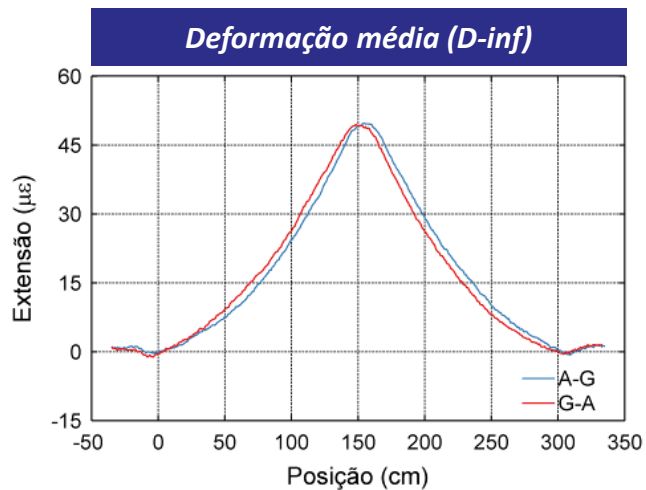
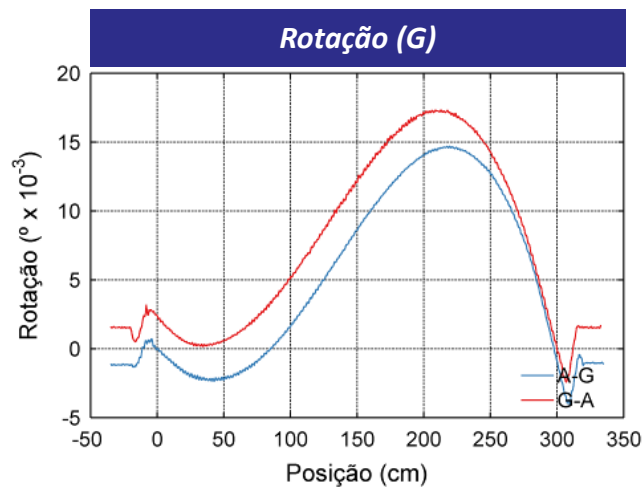
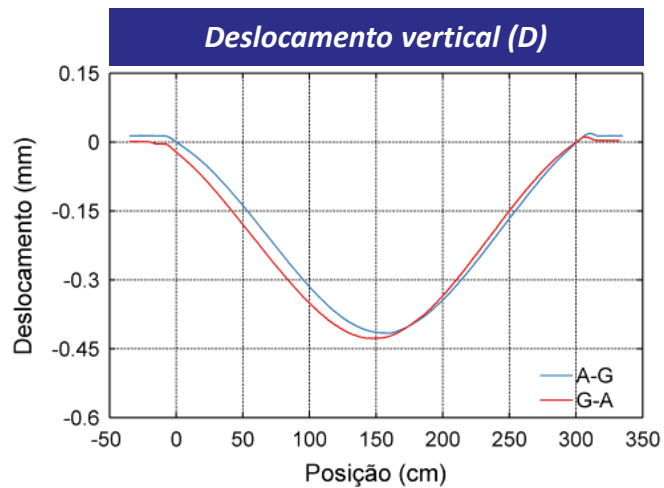
*Extensões médias
(CLIPs)*



*Aberturas de fendas
(Fissurómetros)*

2. Caso de estudo

Estado de referência



2. Caso de estudo

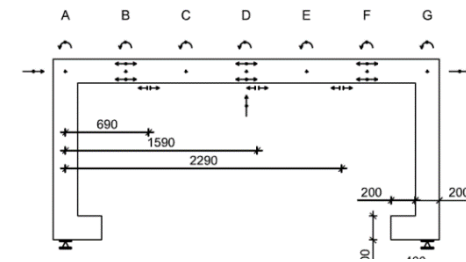
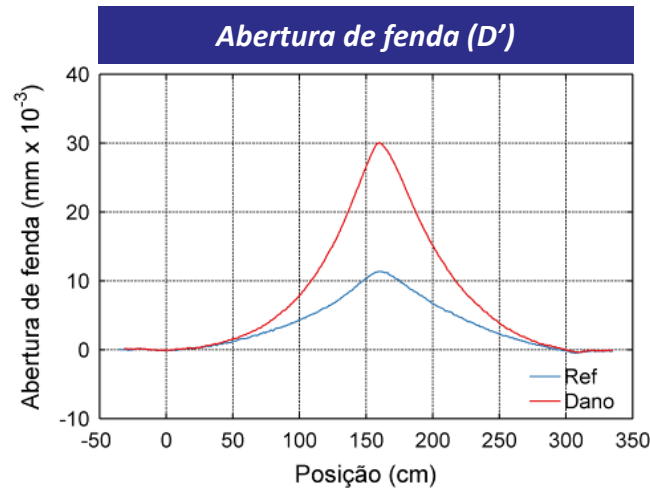
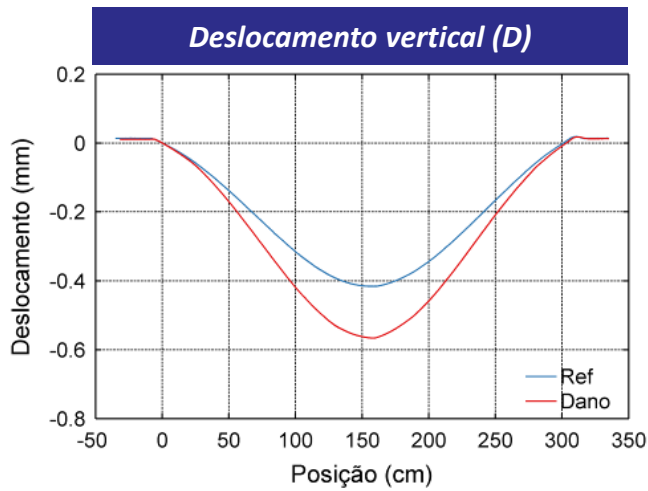
Dano 1: Perda de 15% do pré-esforço



A-G
→

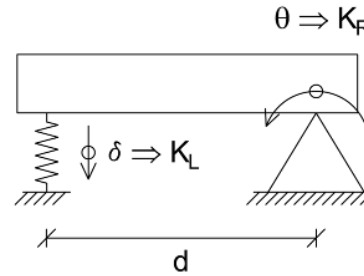
Referência

Dano



2. Caso de estudo

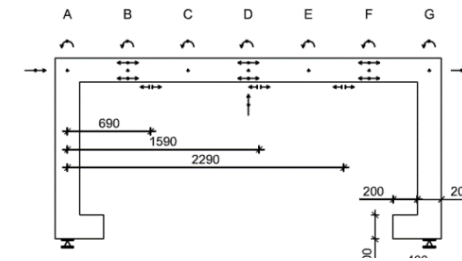
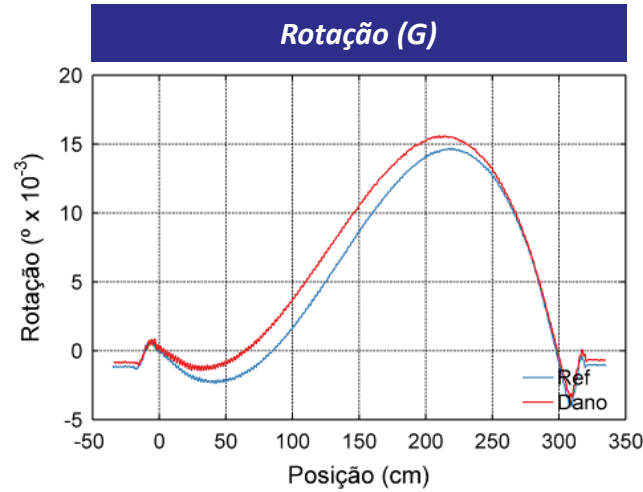
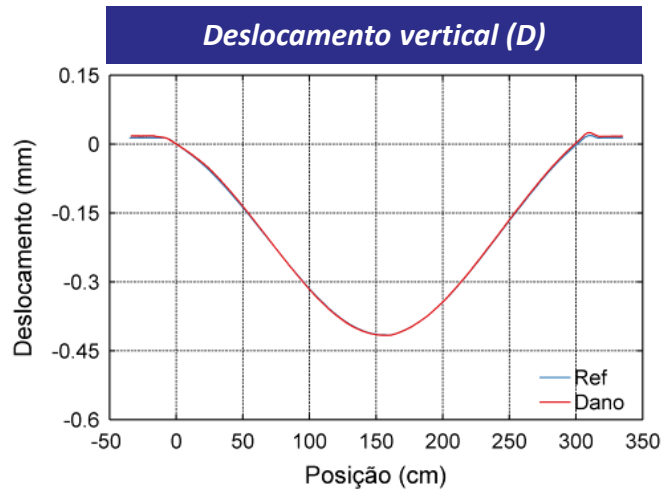
Dano 2: Restrição da rotação do apoio



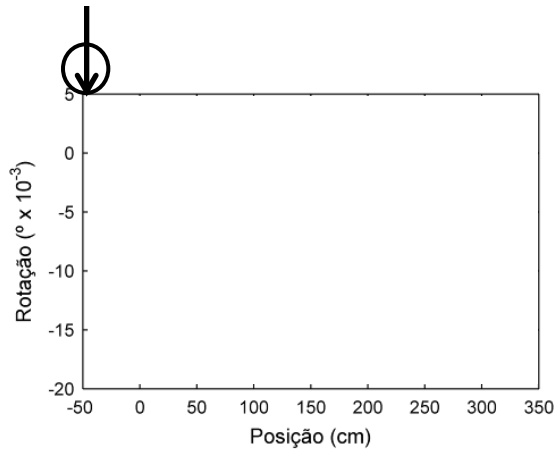
A-G →

Referência

Dano

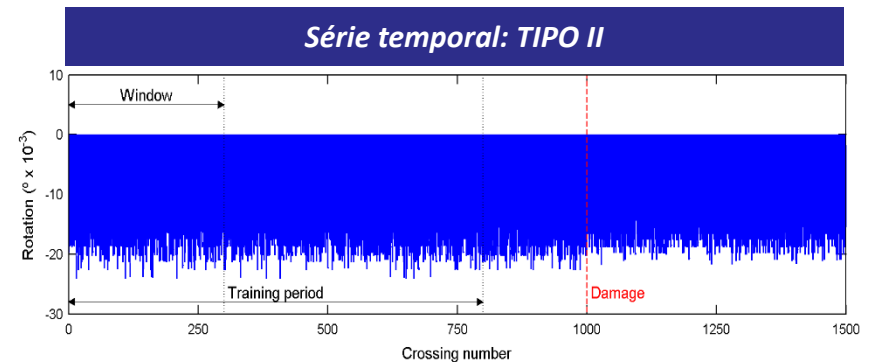
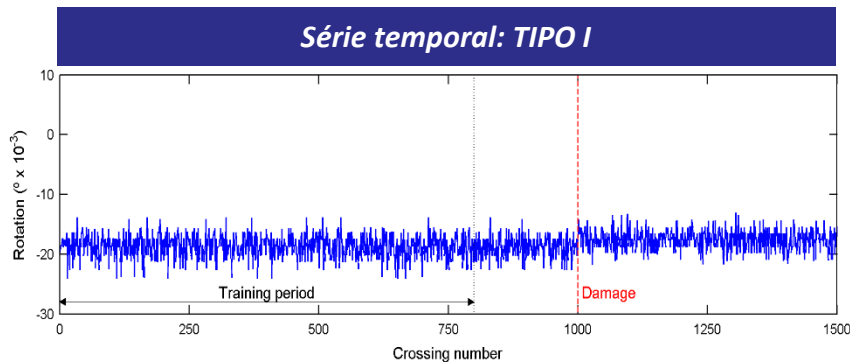
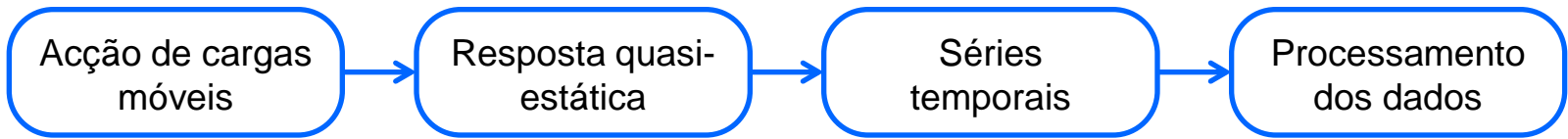


3. Metodologias de deteção de dano



Cargas iguais → Comparação directa

Cargas distintas → Metodologia alternativa



3. Metodologias de deteção de dano

Tipo I

Valores máximos

Análise estatística descritiva

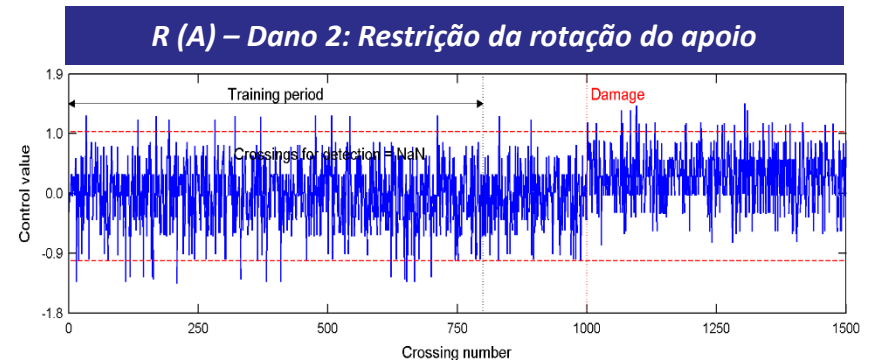
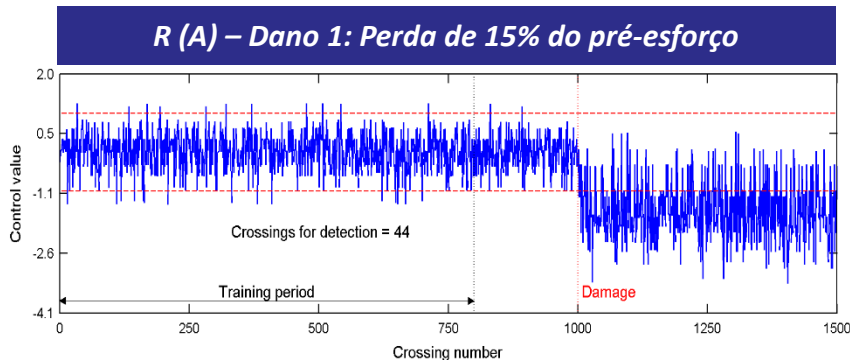
Estatística descritiva

Objetivo:

Descrever um conjunto de dados, pondo em evidência as suas principais características e propriedades.

Caracterização de:

- Tendência central;
- Dispersão;
- Assimetria.



3. Metodologias de deteção de dano

Tipo II

Linha de influência completa

Análise das Componentes Principais Móveis

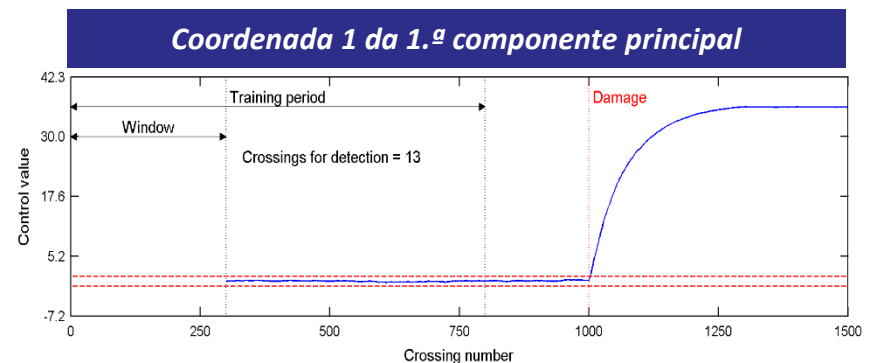
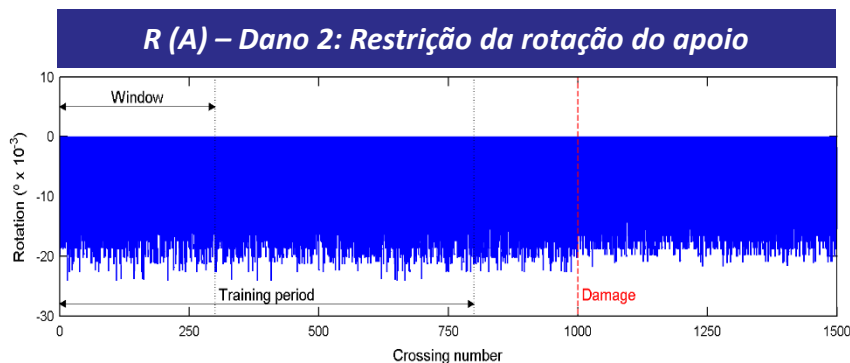
Análise de componentes principais - ACP (*Principal Component Analysis - PCA*)

Objetivo:

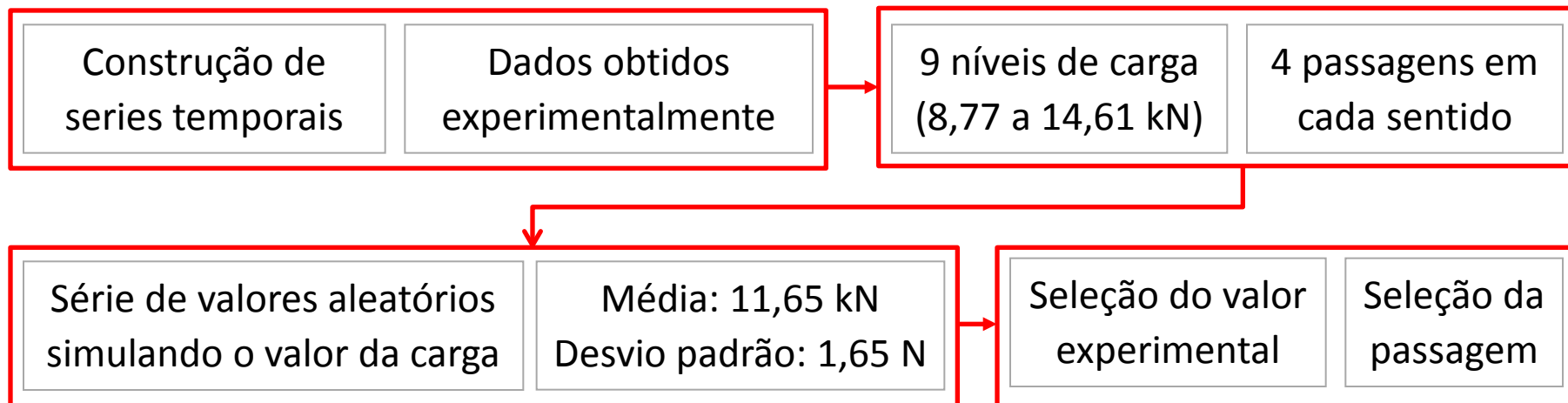
Reduzir a dimensão dos dados através da definição de novas variáveis – componentes principais.

Monitorização

- Avaliação de padrões dos dados;
- Filtragem de dados
- Compressão dos dados

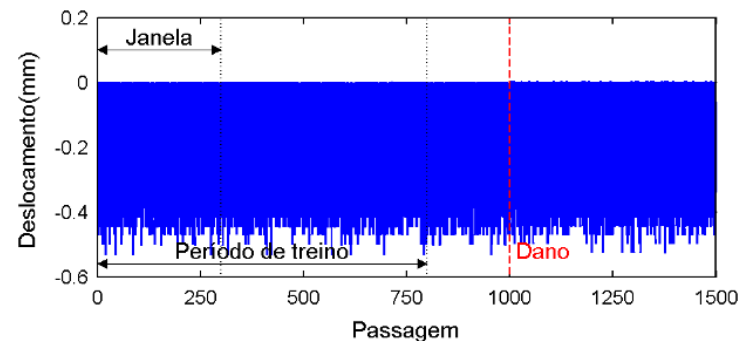


4. Resultados



Séries temporais com 1500 passagens: 1000 (Normal) + 500 (Dano)

Período de treino	Janela (MPCA)
<ul style="list-style-type: none">• 800;	<ul style="list-style-type: none">• 300;
<ul style="list-style-type: none">• 400;	<ul style="list-style-type: none">• 200;
<ul style="list-style-type: none">• 200;	<ul style="list-style-type: none">• 100;
<ul style="list-style-type: none">• 100.	<ul style="list-style-type: none">• 50.

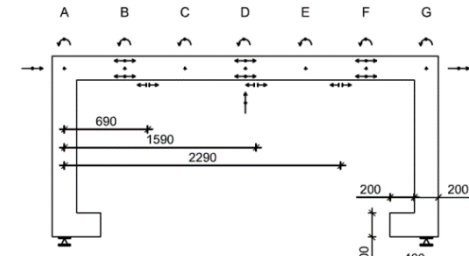
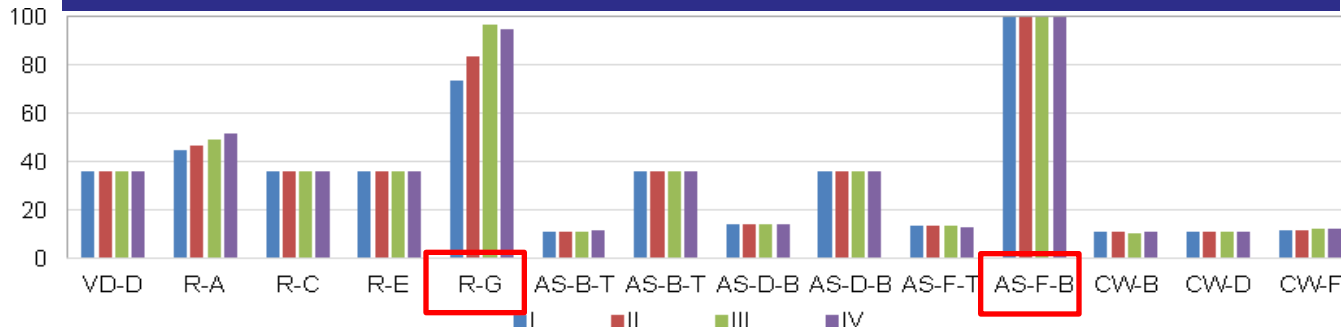


DESEMPENHO: 100 análises de cada caso com diferentes sequências aleatórias!!!!

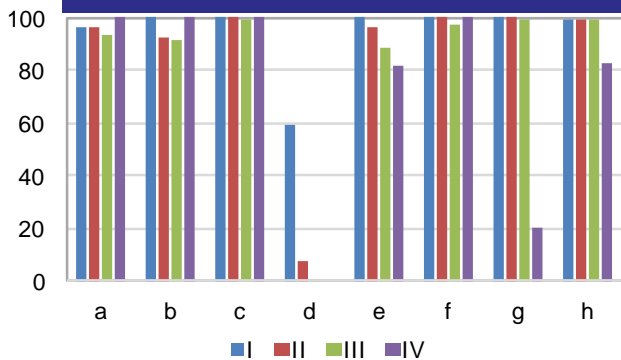
4. Resultados

Dano 1: Perda de 15% do pré-esforço

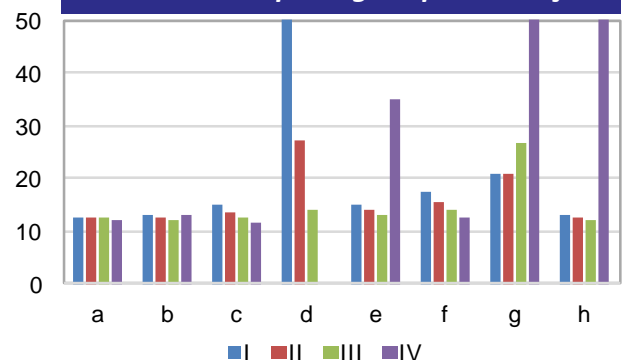
TIPO I: N.º de passagens para deteção



TIPO II: Capacidade de deteção



TIPO II: N.º de passagens para deteção



Sistemas testados

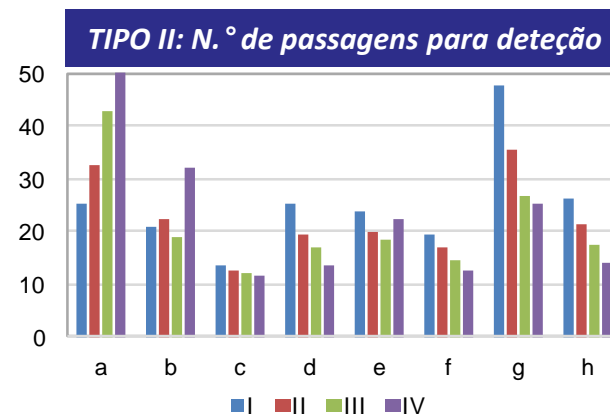
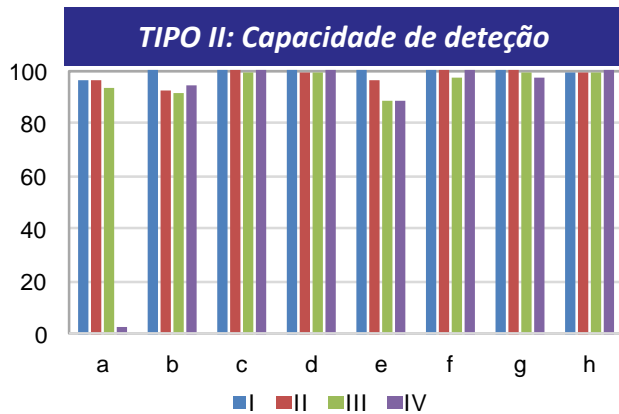
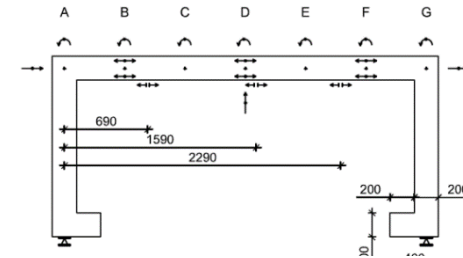
	a	b	c	d	e	f	g	h
VD-D	X							
R-A	X	X	X	X				
R-C			X					
R-E			X					
R-G	X	X	X	X				
AS-B-T	X	X			X	X		
AS-B-B	X	X			X		X	
AS-D-T	X	X			X	X		
AS-D-B	X	X			X		X	
AS-E-T	X	X			X	X		
AS-E-B	X	X			X		X	
CW-B'								X
CW-D'								X
CW-F'								X

4. Resultados

Dano 2: Restrição da rotação do apoio

TIPO I

- Não permite a deteção do dano
- A magnitude dos valores máximos não de altera significativamente.



Sistemas testados

	a	b	c	d	e	f	g	h
VD-D	X							
R-A	X	X	X	X				
R-C			X					
R-E			X					
R-G	X	X	X	X				
AS-B-T	X	X			X	X		
AS-B-B	X	X			X		X	
AS-D-T	X	X			X	X		
AS-D-B	X	X			X		X	
AS-E-T	X	X			X	X		
AS-E-B	X	X			X		X	
CW-B'								X
CW-D'								X
CW-F'								X

5. Conclusões

- Apresentou-se uma metodologia para **deteção de dano** baseada na resposta experimental de **cargas móveis**;
- A metodologia envolve a construção de **séries temporais** e posterior **processamento** dos dados;
- No **tipo I** são utilizados os **valores máximos** da resposta e recorre-se à **estatística descritiva**;
- No **tipo II** utiliza-se a **linha de influência completa** e recorre-se à **MPCA**;
- A **perda de pré-esforço** é detetada em qualquer das abordagens;
- A **restrição da rotação do apoio** é detetada apenas recorrendo à **MPCA**.



BAC

IV CONGRESSO IBEROAMERICANO
BETÃO AUTO COMPACTAVEL 2015

FEUP · PORTO
6-7 JULHO 2015

A próxima edição do ***Congresso Ibero-Americano sobre Betão Auto-compactável - BAC2015*** realizar-se-á na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Portugal, de 6 a 7 de julho de 2015.

www.fe.up.pt/bac2015

Submissão de Resumos até 19 outubro 2014



Obrigado pela vossa atenção!