

LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Lisboa, 5-6 Março 2009

IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA

Teresa E. LEITÃO
Isabel LARANJEIRA
João Paulo LOBO FERREIRA
Patrícia TERCEIRO

IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

ÍNDICE DA APRESENTAÇÃO:

1. Introdução/enquadramento
2. Principais consequências físicas e químicas
3. Resultados do estudo FCT Fogos (...)
4. Considerações finais/conclusões

Envisat, 23 de Agosto de 2005



7º Seminário
sobre

Águas Subterrâneas

Lisboa, 5-6 Março 2009

IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA

Introdução	Principais consequências	Resultados FCT Fogos	Considerações finais
------------	--------------------------	----------------------	----------------------

As características da Europa Mediterrânica:

- Localização geográfica, clima e temperaturas elevadas, variabilidade interanual da precipitação
- Actual ordenamento agrícola e florestal (abundância de vegetação arbustível), o abandono dos sistemas tradicionais de exploração da terra, os inadequados padrões de uso do solo, a reflorestação frequentemente inadequada



propiciam as condições necessárias para que esta região seja particularmente afectada pelos fogos florestais

IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA

Introdução



<http://www.dgrf.min-agricultura.pt/portal/prevencao-a-incendios-dfci/informacoes/cartografia/mapas-de-areas-ardidas>



IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA

Introdução	Principais consequências	Resultados FCT Fogos	Considerações finais
------------	--------------------------	----------------------	----------------------

Os fogos têm como **consequências físicas** principais:

- Directa: a redução, ou mesmo o desaparecimento, da biomassa florestal
- Indirecta:
 - a diminuição da capacidade de retenção de água pelos solos e da infiltração
 - a erosão e arrastamento de matéria fina



o transporte das cinzas do fogo para as linhas de água mais próximas e/ou a sua infiltração no solo

IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA

Introdução	Principais consequências	Resultados FCT Fogos	Considerações finais
------------	--------------------------	----------------------	----------------------

Os fogos têm como **consequências químicas** principais:

alterações ao nível da qualidade dos solos e das águas, através da produção das cinzas: efeito da queima no ciclo dos nutrientes

A quantidade e o tipo de cinzas depositadas dependem:

- do peso, da distribuição espacial e do tipo de vegetação queimada
- do seu grau de combustão
- do subsequente tipo de transporte de resíduos após a precipitação

IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA

Introdução	Principais consequências	Resultados FCT Fogos	Considerações finais
------------	--------------------------	----------------------	----------------------

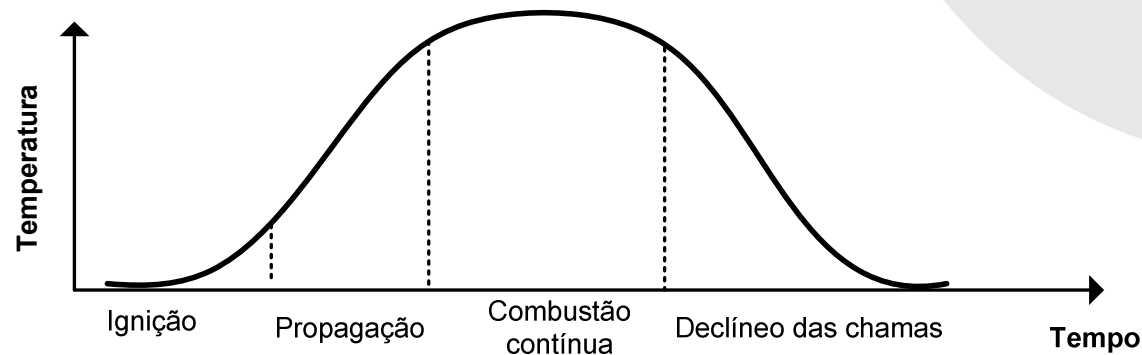


COMBUSTÃO DE BIOMASSA

Fase de Combustão inicial (Combustão dos Voláteis)



Fase de Combustão final (Combustão do Char)



IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA

Introdução	Principais consequências	Resultados FCT Fogos	Considerações finais
------------	--------------------------	----------------------	----------------------

Os poluentes podem ser libertados por:

- Volatilização, difusão e dissolução do fumo, posteriormente depositado
- Erosão das cinzas por acção do vento e da água
- Lixiviação das cinzas presentes à superfície do solo por infiltração

Principais grupos de elementos:

Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAP)

Iões maiores: pH, Cloretos, Sulfatos, Bicarbonato, Nitrato, Fluoreto, Fosfato, Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio

IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA

Introdução	Principais consequências	Resultados FCT Fogos	Considerações finais
------------	--------------------------	----------------------	----------------------

	Troncos de pinheiro ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Folhas de pinheiro ($\mu\text{g m}^{-3}$)
Naftaleno	707	694
Acenaftileno	178	128
Acenafteno	25	16
Fluoreno	111	78

**Valores médios
(mg m^{-3}) de HAP**
 análise
 amostragem
 produção
 combustão
 troncos de pinheiro

Os teores de HAP vinculados a fontes naturais como os incêndios florestais são da ordem de **0,1 a 1 mg/kg de solo** para a soma dos 16 HAP, considerados como poluentes pela US EPA

Benzo(a)pireno	14	10
Benzo(b)fluoranteno	22	17
Dibenzo(a,h)antraceno	n.d.	n.d.
Benzo(k)fluoranteno	n.d.	n.d.
Benzo(ghi)pirileno	4	3
Indeno(1,2,3-cd)pireno	6	2

Os resultados são obtidos em condições normais (25 °C e 1 atm)

n.d., não detectado

Fonte: Conde *et al.*, 2005

IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA

Introdução	Principais consequências	Resultados FCT Fogos	Considerações finais
PARÂMETRO	ALTERAÇÃO VERIFICADA	PRINCIPAL ORIGEM	
Carbono	Solos: 📈 e 📉; Água: 📈	Cinzas e queima do solo superficial	
Cálcio	Solos: 📈; Água: 📈 até 40 x no ano após fogo; rápida diluição e deposição	Cinzas e solo	
Magnésio	Água: 📈 até 50 x no ano após fogo; rápida diluição e infiltração	Cinzas	
Azoto	Solos: 📈 (fogos baixa intensidade) e 📉 (fogos intensos devido a volatilização); Água: 📈 e 📉; > ≠ nas 2 semanas seguintes	Cinzas	
Potássio	Solos: 📈 até 800 x; água: 📈 até 5 x; efeito de vários anos	Cinzas e solo	
Sódio	Solos: 📉	-	
Fósforo	Solos e água: 📈 até 3 x	Cinzas; < fixação pelas plantas	
Sulfato	Solos e água: 📉	-	
Manganés	Solos e água: 📈	Cinzas de resinosas; quebra de complexos orgânicos de Mn do solo	
Cobre	Solos: ligeiro 📈	Mobilizado pela queima	
Zinco	Solos: ligeiro 📈	Mobilizado pela queima	

IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA

Introdução	Principais consequências	Resultados FCT Fogos	Considerações finais
------------	--------------------------	----------------------	----------------------

OBJECTIVOS

- Analisar a eventual poluição da água (elementos maiores) e do solo (hidrocarbonetos, HAP) em áreas sujeitas a fogos florestais.
- Relacionar a presença ou ausência de poluentes nessas áreas com as espécies florestais presentes, e.g., pinheiro (*Pinus pinaster* Aiton) e eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill).

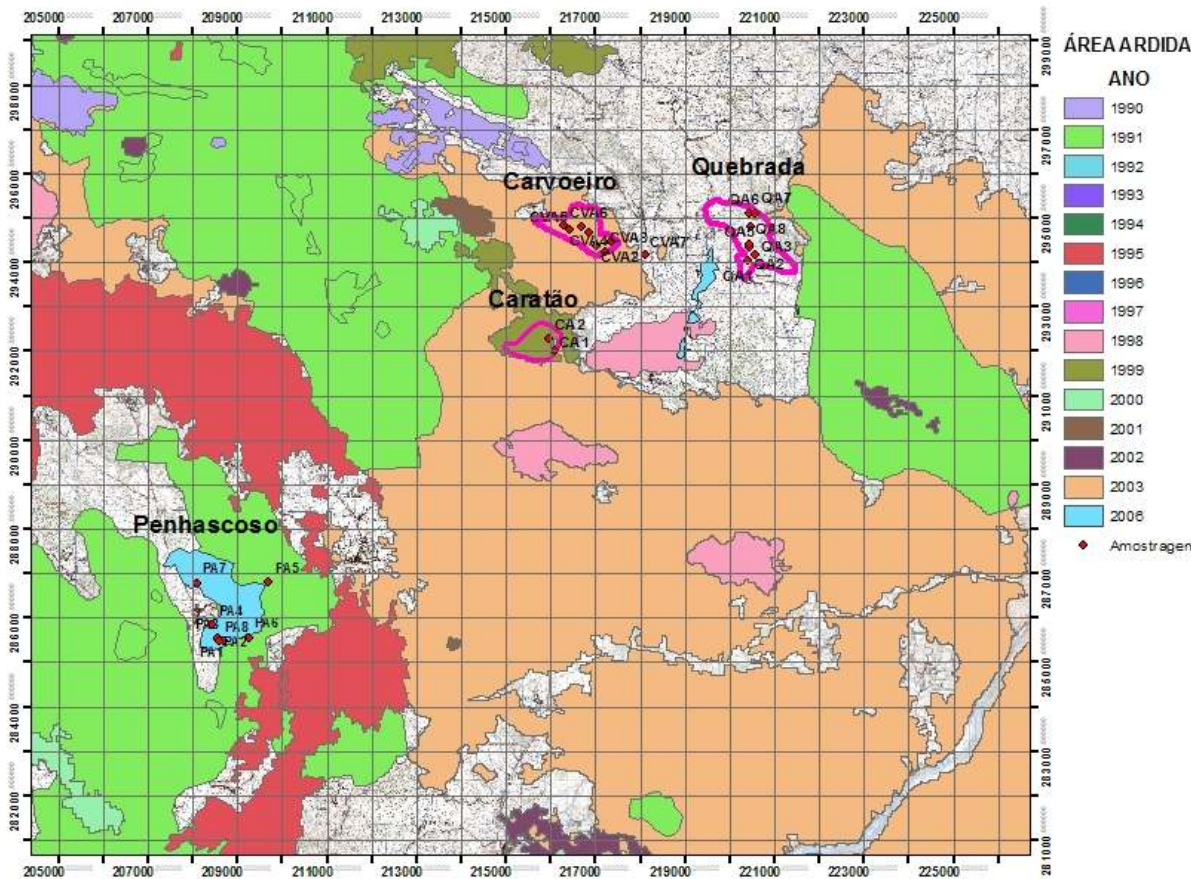


IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA

Introdução	Principais consequências	Resultados FCT Fogos	Considerações finais
------------	--------------------------	-----------------------------	----------------------

ÁREAS DE ESTUDO - MAÇÃO

Integram vários cenários (datas, geologia e vegetação)



CARATÃO
1998 e 2003

CARVOEIRO
2003

PENHASCOSO
2006

QUEBRADA
Não ardida

IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA

Introdução	Principais consequências	Resultados FCT Fogos	Considerações finais
------------	--------------------------	-----------------------------	----------------------

Caracterização da qualidade química das águas superficiais e subterrâneas e dos solos

MONITORIZAÇÃO: meios

Poços



Charcas



Solos



Linhas de água



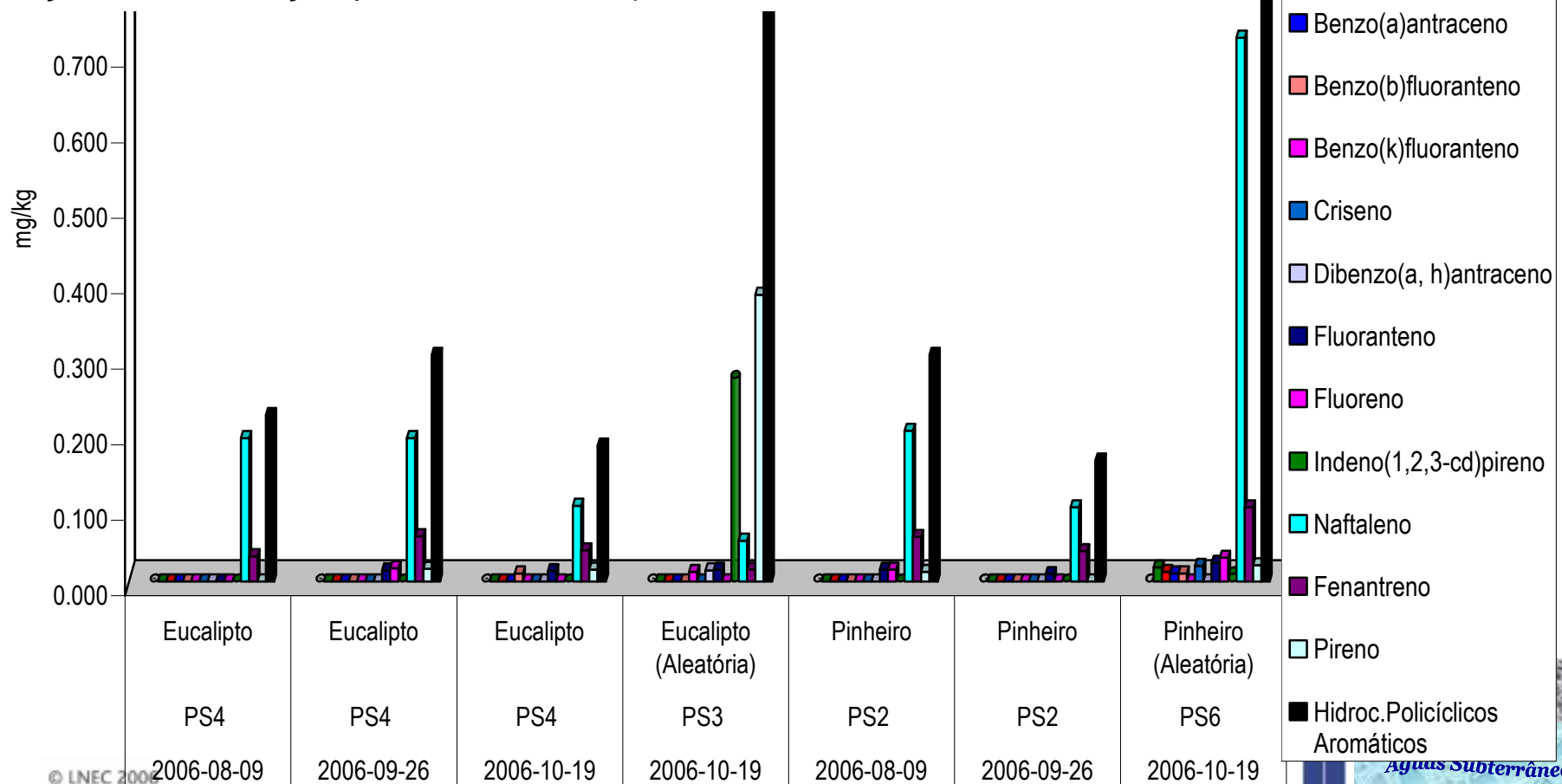
Escoamento directo



- Registrou-se a presença de vários HAPs
- Não se observa diferença significativa entre pinheiros e eucaliptos
- Os valores mais elevados foram para as amostras aleatórias
- Só o naftaleno foi encontrado nas águas

Condições de amostragem:

Precipitação nos dias antecedentes (possibilidade de escoamento, lixiação e volatilização para a atmosfera)



IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA

Introdução	Principais consequências	Resultados FCT Fogos	Considerações finais
------------	--------------------------	----------------------	----------------------

CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA: HAPs

PENHASCOSO - Área ardida em 2006

Resultados da **água** no talhão (1 só campanha onde foram analisadas as águas de outros locais cujos resultados foram inferiores ao l.d.):

Acenafteno – 0,019 µg/l

Naftaleno – 0,16 µg/l

IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA

Introdução	Principais consequências	Resultados FCT Fogos	Considerações finais
------------	--------------------------	----------------------	----------------------

CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA: IÕES MAIORES E METAIS PESADOS

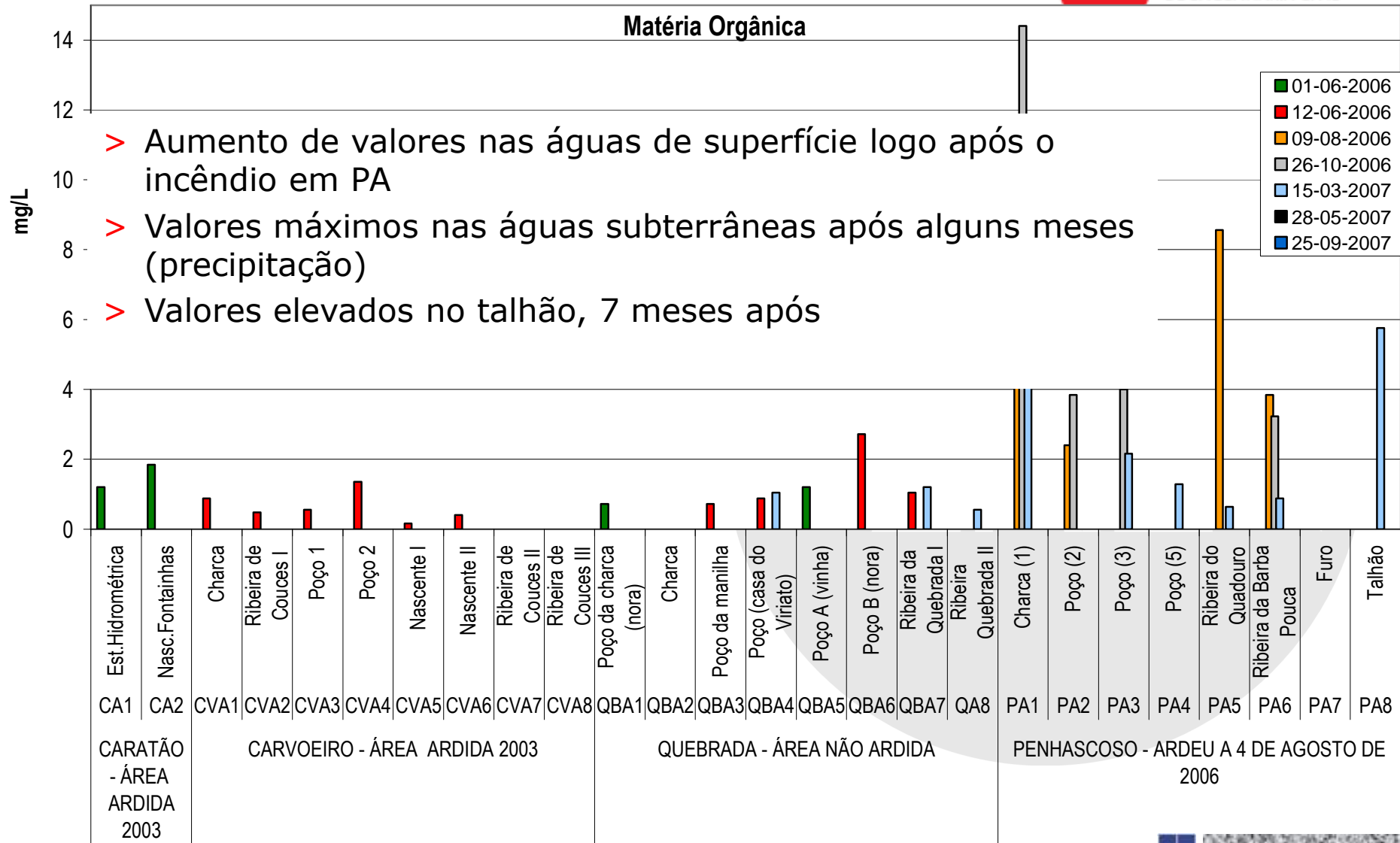
Análise efectuada:

- > Principais parâmetros químicos alterados após incêndios florestais
 - > Concentrações observadas e duração dessas alterações
 - > Meio onde se manifestam alterações: cinzas, solos e águas subterrâneas e superficiais
- > Alguns exemplos dos casos de estudo analisados

IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA



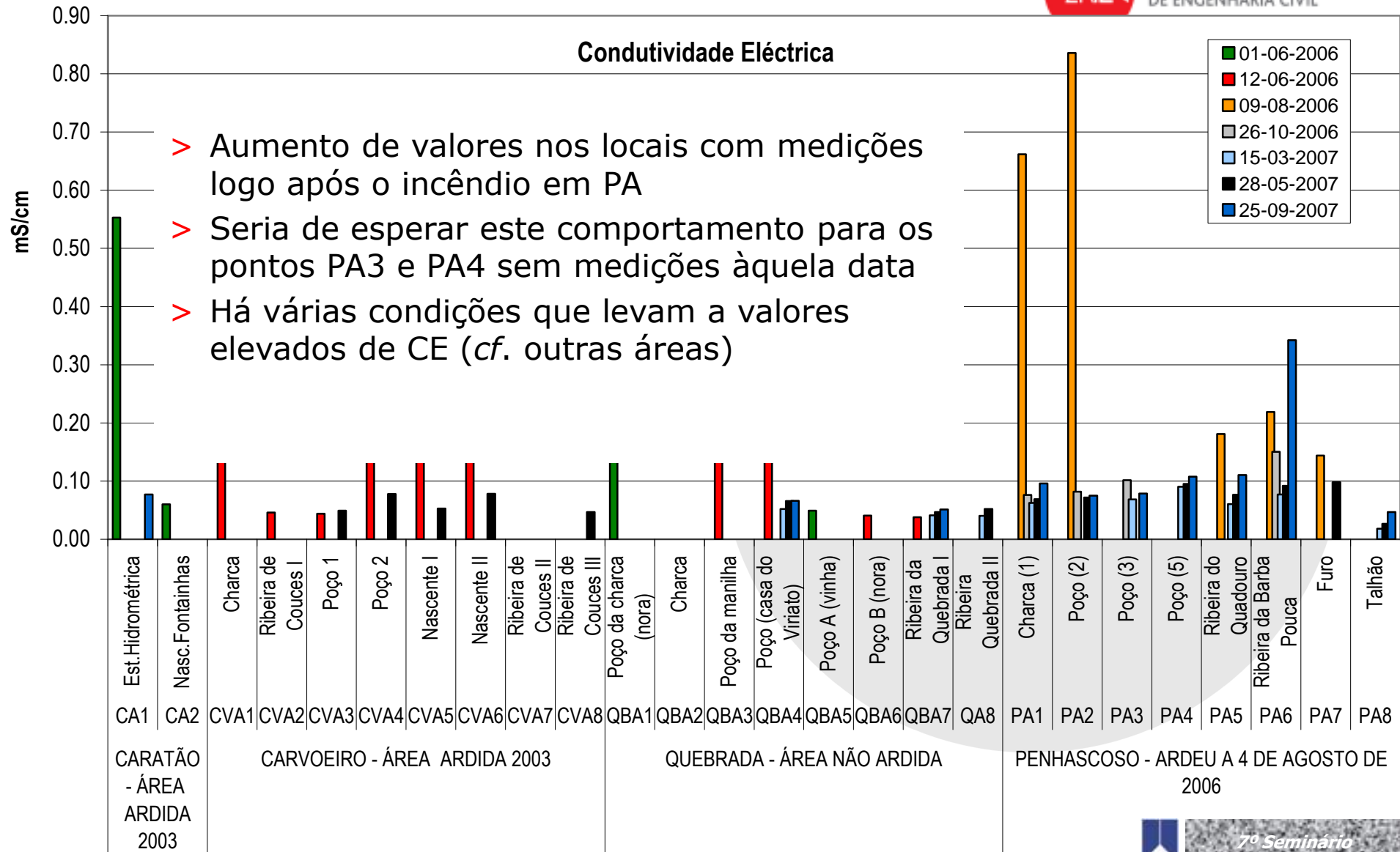
LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



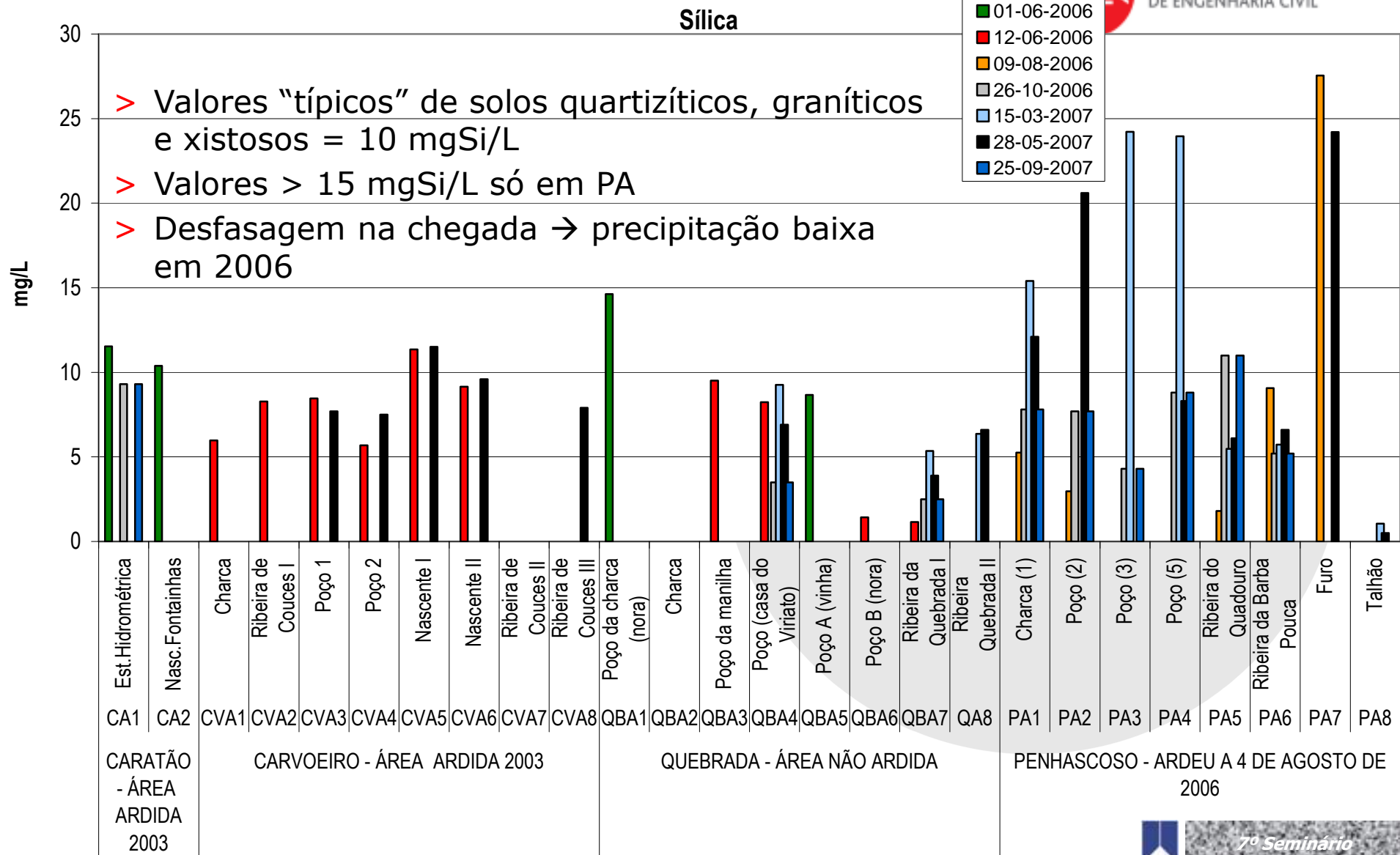
IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



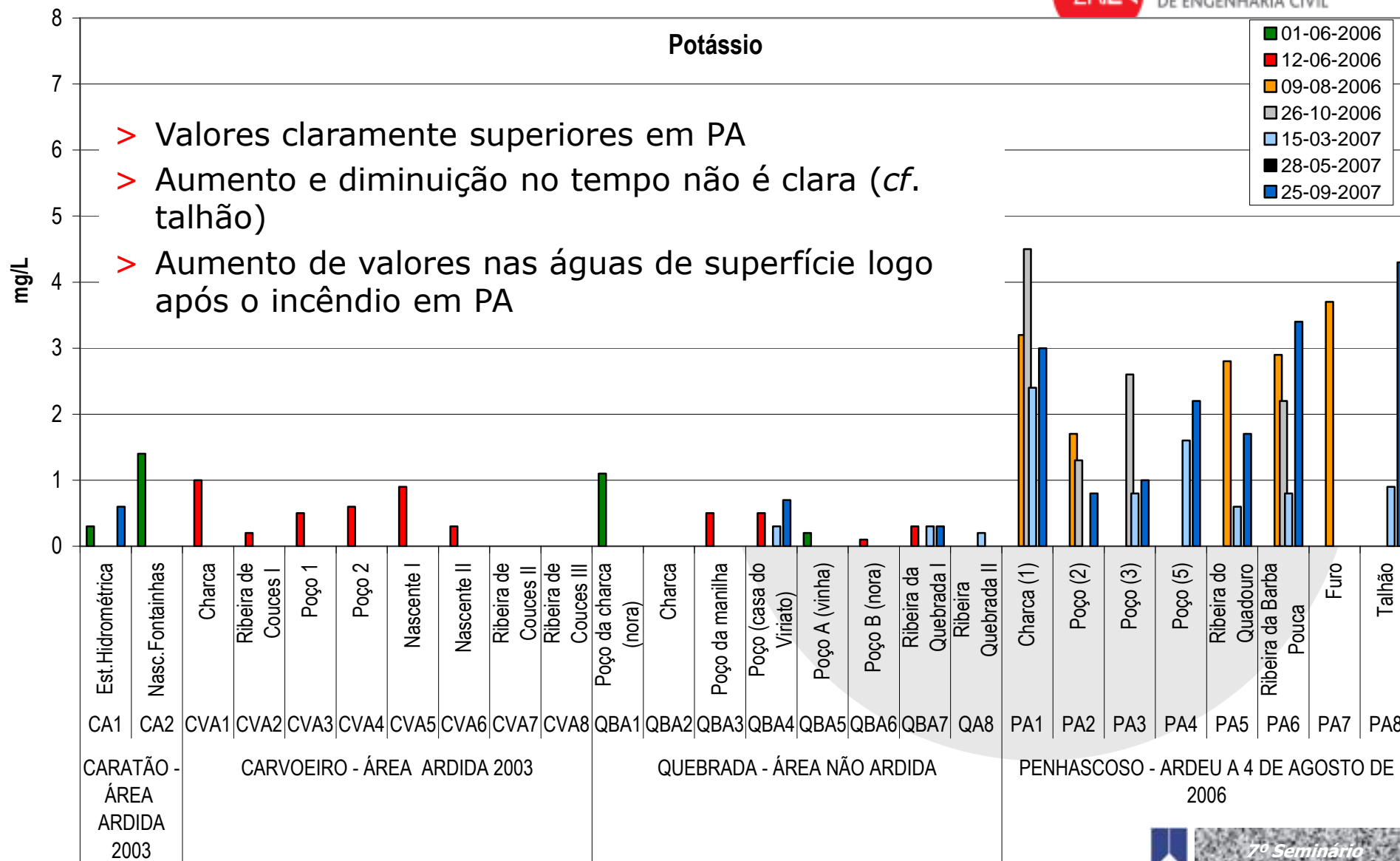
IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA



IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA



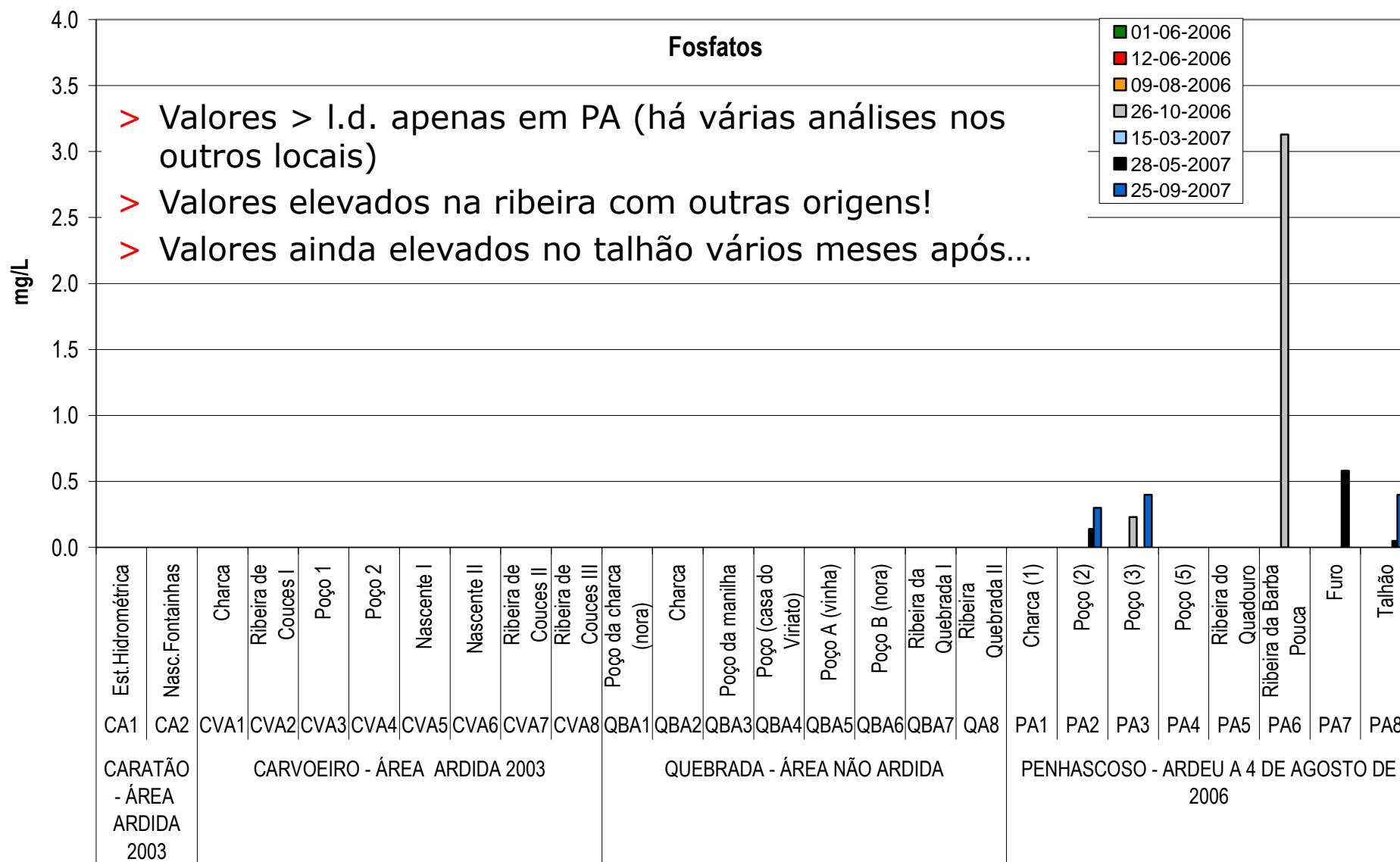
LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA



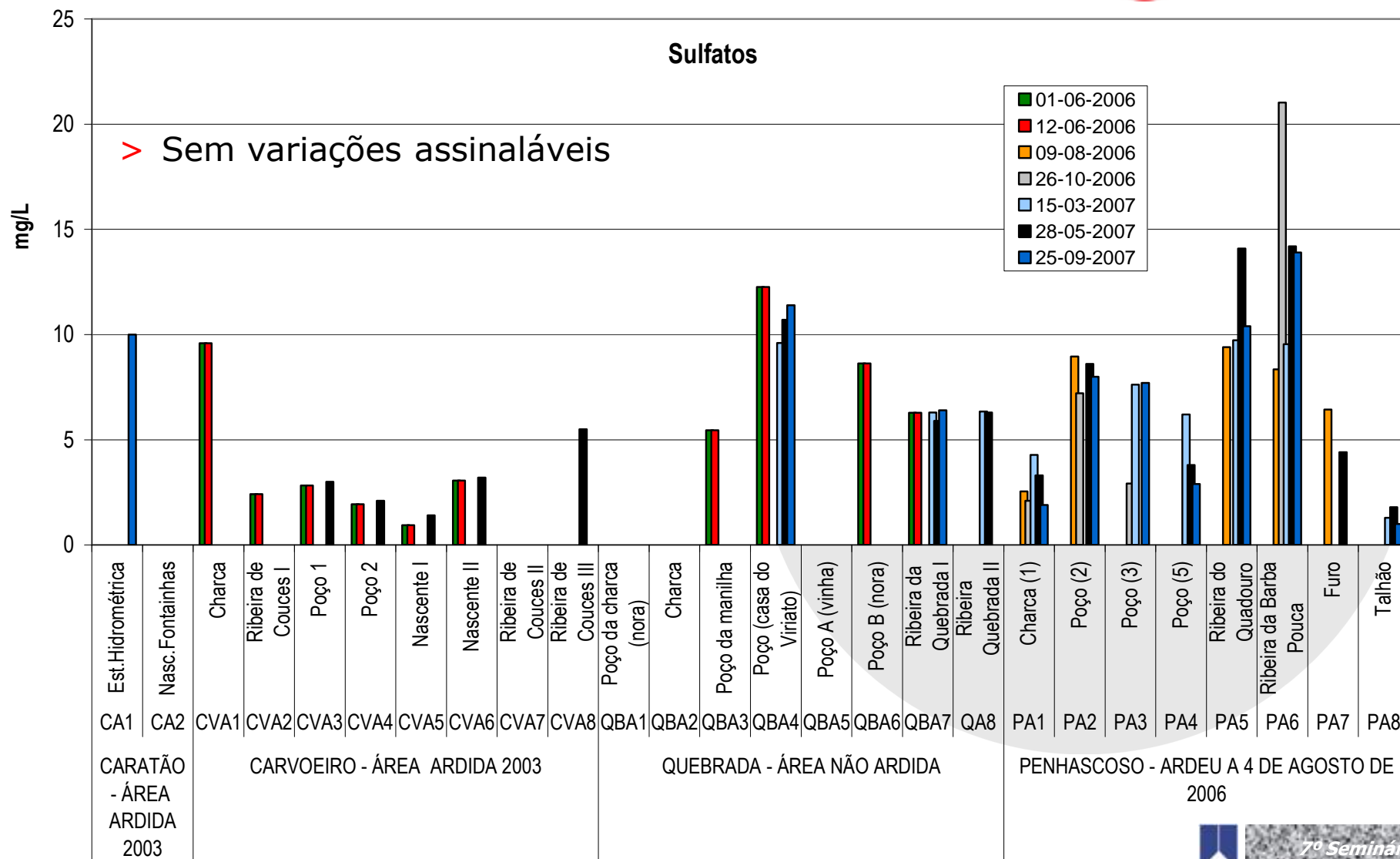
LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA



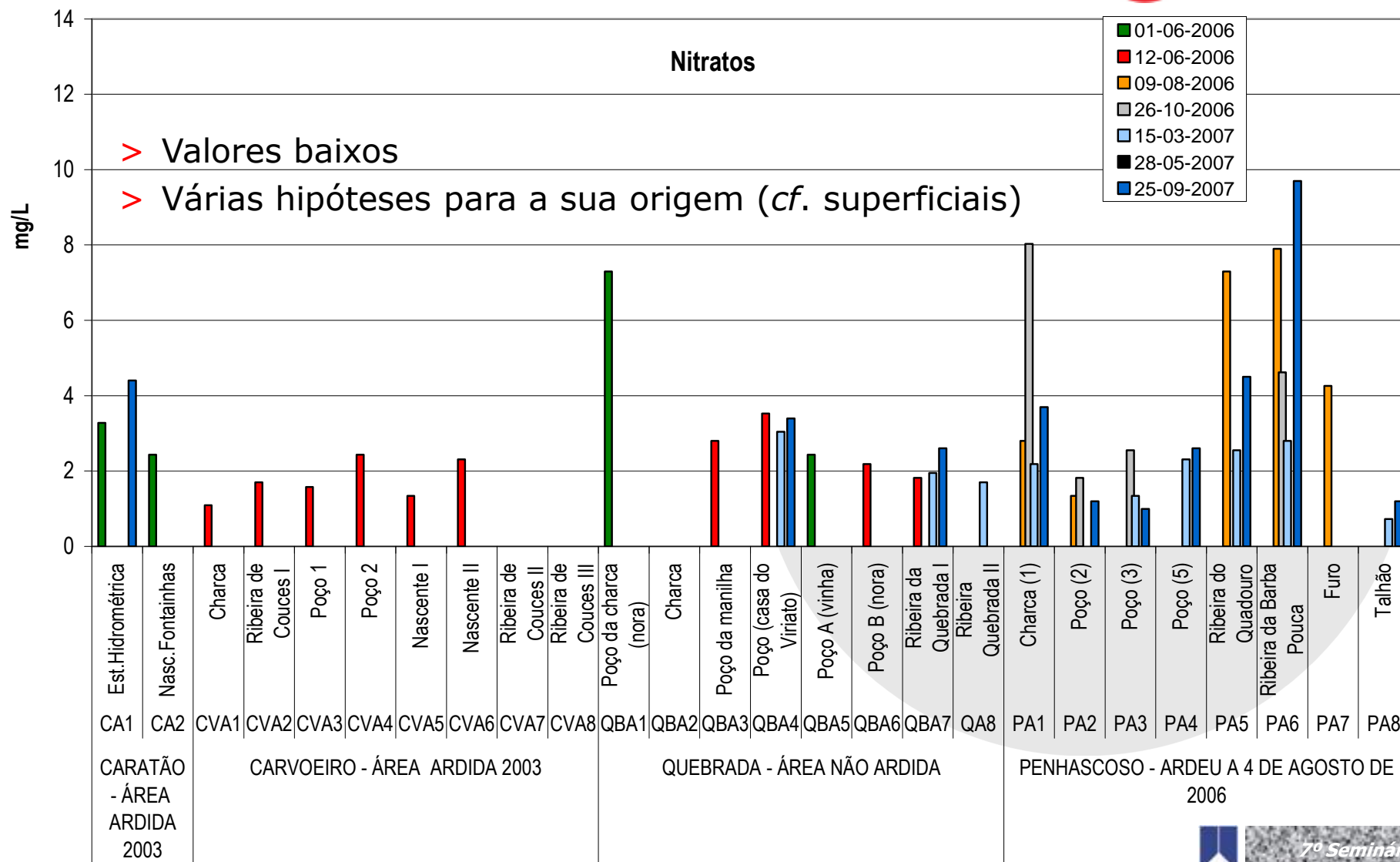
LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA



Introdução	Principais consequências	Resultados FCT Fogos	Conclusões
PARÂMETRO	ALTERAÇÃO VERIFICADA		POCI - Fogos
Carbono	Solos: 🇵🇹 e 🇵🇹; Água: 🇵🇹		MO ✓
Cálcio	Solos: 🇵🇹; Água: 🇵🇹 até 40 x no ano após fogo; rápida diluição e deposição		Ca ✗
Magnésio	Água: 🇵🇹 até 50 x no ano após fogo; rápida diluição e infiltração		Mg ✗
Azoto	Solos: 🇵🇹 (fogos baixa intensidade) e 🇵🇹 (fogos intensos devido a volatilização); Água: 🇵🇹 e 🇵🇹; > ≠ nas 2 semanas seguintes		NO3 ✗
Potássio	Solos: 🇵🇹 até 800 x; água: 🇵🇹 até 5 x; efeito de vários anos		K ✓
Sódio	Solos: 🇵🇹		Na ✗
Fósforo	Solos e água: 🇵🇹 até 3 x		PO4 ✓
Sulfato	Solos e água: 🇵🇹		SO4 ✗
Manganés	Solos e água: 🇵🇹		Mn ✓ Analisado em Manteigas
Cobre	Solos: ligeiro 🇵🇹		Não analisado
Zinco	Solos: ligeiro 🇵🇹		Não analisado
CE			CE ✓
Si			Si ✓

IMPACTE DOS FOGOS FLORESTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA

Agradecimentos:

A todos os colegas do projecto ...
Laboratório de análises químicas do INETI-DH
Câmara Municipal de Mação
Gabinete Florestal da Câmara Municipal de Mação (GFCMM)
LNEC

Obrigada pela atenção