



REABILITAÇÃO DO EDIFICADO URBANO

Uma Nova Forma de Pensar a Cidade

20 Maio-17h30 - Anfiteatro OASRS

REABILITAÇÃO DO EDIFICADO URBANO
Uma Nova Forma de Pensar a Cidade

Ordem dos Arquitectos – Secção Regional Sul

Diagnóstico e Intervenção na Reabilitação de
Edifícios

Vítor Cóias



GECORPA

Time, ms



2010-05-20

REABILITAÇÃO DO EDIFICADO URBANO
Uma Nova Forma de Pensar a Cidade

Ordem dos Arquitectos – Secção Regional Sul

Diagnóstico e Intervenção na Reabilitação de Edifícios

I - Inspeções e Ensaios
na Reabilitação de Edifícios

Inspeções e ensaios na reabilitação de edifícios
antigos usando métodos não ou reduzidamente
destrutivos

Time, ms



Inspecções e ensaios na reabilitação de edifícios antigos usando métodos não ou reduzidamente destrutivos

1. Introdução
2. Sistematização
3. Exemplos
4. Considerações finais

Time, ms



Sintomas de ruína na igreja da Mouraria

*Património
Arquitónico*

Templo da Senhora da Saúde, em avançado estado de ruína, abriga um vasto espólio de inegável valor histórico e artístico.

ANA FONSECA

A pequena igreja da Senhora da Saúde, construída há cinco séculos na Rua da Mouraria, Lisboa, está "doente". Os tectos descaídos, os azulejos dos painéis da nave central presos com fita-cola e as grandes fissuras nas paredes são sintomas que alertam para uma intervenção urgente. "Com as obras de construção do Centro Comercial da Mouraria e do parque de estacionamento do Martim Moniz a situação piorou bastante", garantiu, ao JN, Américo Relvas, membro da Real Irmandade da Senhora da Saúde de S. Sebastião.

A passagem do tempo tem deixado marcas profundas na ermida que, num cenário do imaginário, parece estar a ser devorada pelo grande monstro construído a tardoz, durante o primeiro mandato de Krus Abecasis.

O centro comercial foi, na opinião de Américo Relvas, responsável por grande parte dos danos que hoje são visíveis. "A capela chegou a estar segura com cabos de aço", explicou.



PATRIMÓNIO

Castelos do interior a ruir

*Património
Arquitónico*

Monumentos classificados pelo Ippar encontram-se em perigo iminente de desmoronamento, em Belmonte, Trancoso e Castelo Branco. Levantamento de situações de risco já está a ser realizado

LEONOR VELOSO
Castelo Branco

Os castelos e muralhas de Belmonte, Trancoso e Castelo Branco estão a correr sérios riscos de desmoronamento. As chuvas torrenciais do início do ano passado abriram fendas e provocaram problemas de estrutura nestes monumentos classificados pelo Instituto Português do Património Arquitectónico (Ippar).

O perigo iminente de podem ruir, como aconteceu com o castelo de Marialva, levou a Direcção Regional do Ippar de Castelo Branco a proceder ao levanta-

Uma torre do castelo de Trancoso, no distrito da Guarda, apresenta problemas estruturais

mento de situações de risco.

A janela manuelina do castelo de Belmonte apresenta fendas no pano da torre, «uma situação muito melindrosa» que, segundo José Afonso, director regional do Ippar, está a ser alvo de intervenção por este instituto.

Também uma torre do castelo de Trancoso, no distrito da Guarda, apresenta problemas estruturais no edifício, estando em risco de ruir.

Em Castelo Branco, são os troços da muralha manuelina que apresentam um avançado estado de degradação. Em vários locais existem buracos na muralha ou troços onde apenas persiste o



PERIGO. Os troços da muralha manuelina de Castelo Branco apresentam um avançado estado de degradação

«miolo» da fortaleza, partes de parede constituída apenas por pedra mais pequena e argamassa.

Algumas casas ainda estão a «paredes meias» com a muralha, receando o desmoronamento do que resta desta estrutura. O director regional do Ippar admitiu que é necessário «agir imediatamente», como já se fez com outro património que se encontrava na iminência de ruir, citando o caso da ponte romana da Ribeira do

Escalhão, em Figueira de Castelo Rodrigo, cujo pilar estava apenas seguro pelo ramo de uma árvore.

Técnicos do Ippar já estão no terreno a proceder ao registo do estado de conservação da muralha de Castelo Branco para avançar com um projecto de recuperação. Antes de definir o financiamento e o concurso para as obras, é necessário averiguar ainda a que entidade está afecto o troço da muralha, podendo estar sob a res-

ponsabilidade da câmara ou de um proprietário, no caso de se encontrar dentro dos limites de propriedade privada ou da autarquia.

O mau tempo que assolou o País em Janeiro de 2001 agravou o mau estado de conservação destes castelos na Beira Interior. Recorde-se que uma torre de menagem e troços da muralha em Marialva chegaram mesmo a desmoronar-se, estando o Ippar a efectuar obras de consolidação.

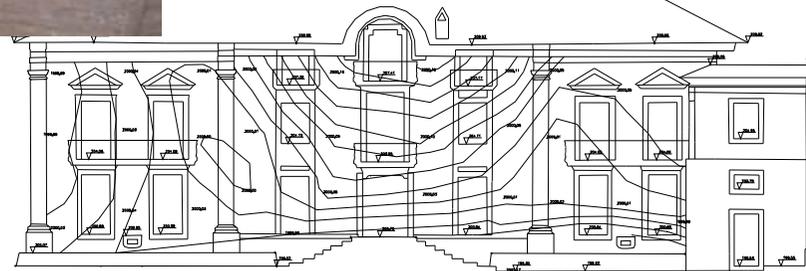
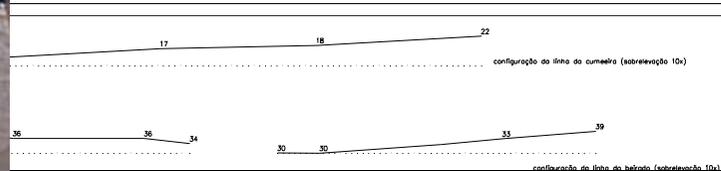
Time, ms





Time, ms





ALÇADO NASCENTE

<small>OZ - Diagnóstico, levantamento e controlo de qualidade em estruturas e fundações, lda. Rua Pedro Nunes, 25, 1.º esq. • 1050 Lisboa • tel(01) 394 33 71 • fax(01) 362 26 91</small>	
PROJ.	DGEMN - Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais
DESE.	Palácio de Matos - Levantamento dos faldados, caracterização dos faldados e identificação das patologias.
ESCALA	(Escala)
1/100	Levantamento altimétrico e planimétrico do palácio (representação das deformações)
Data	04/97
subst.	
subst. por	
	DES. Nº15

Time, ms

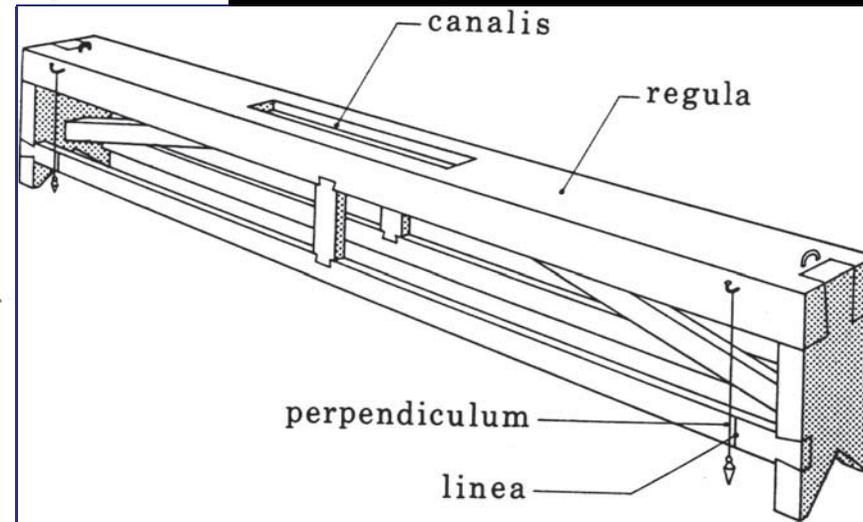
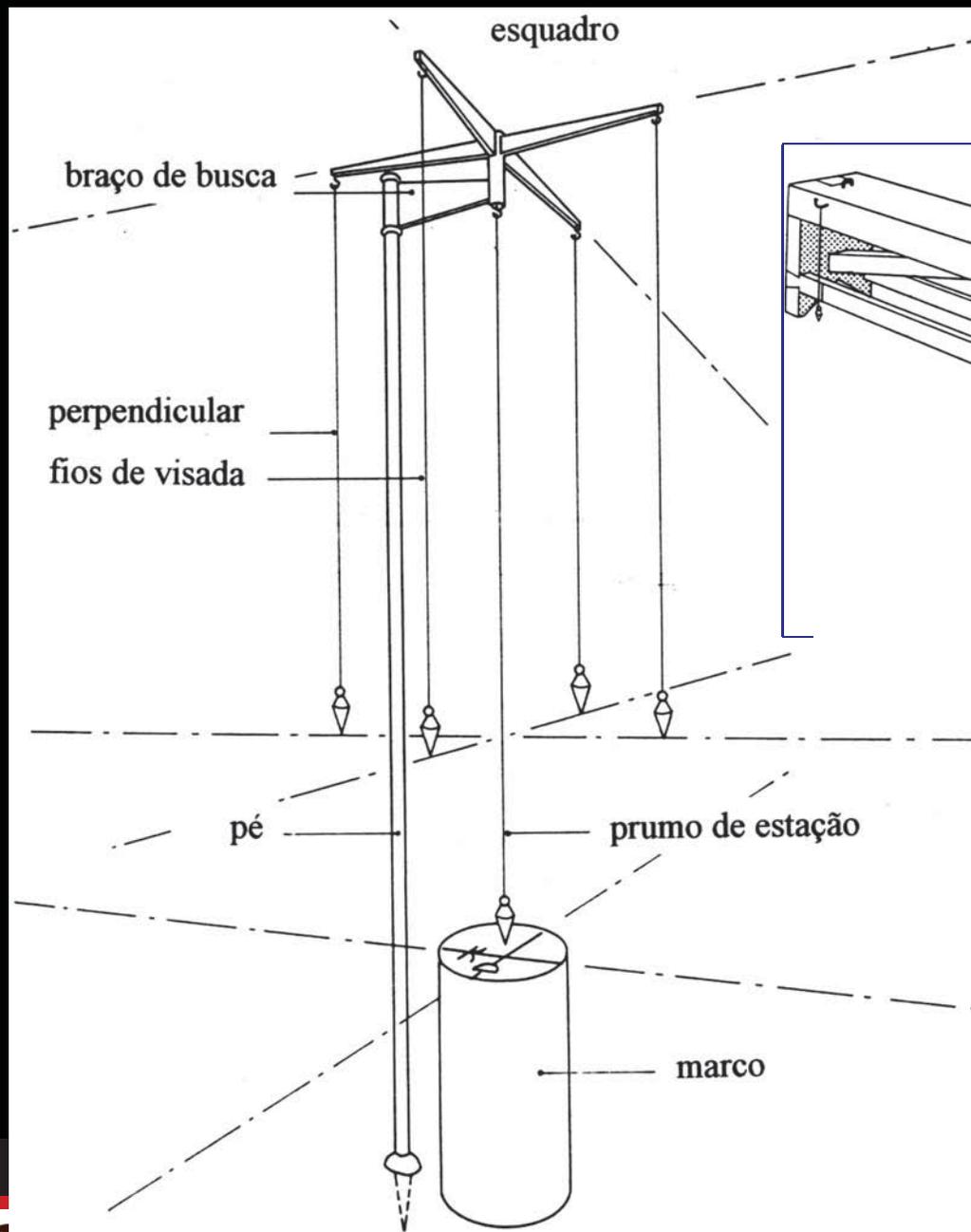


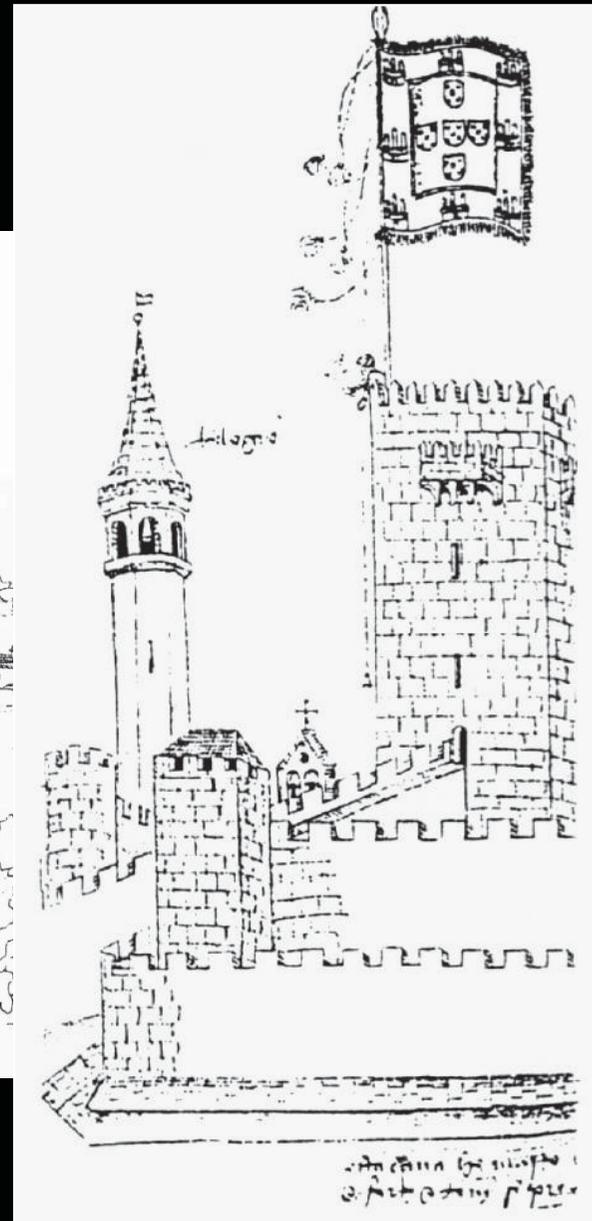
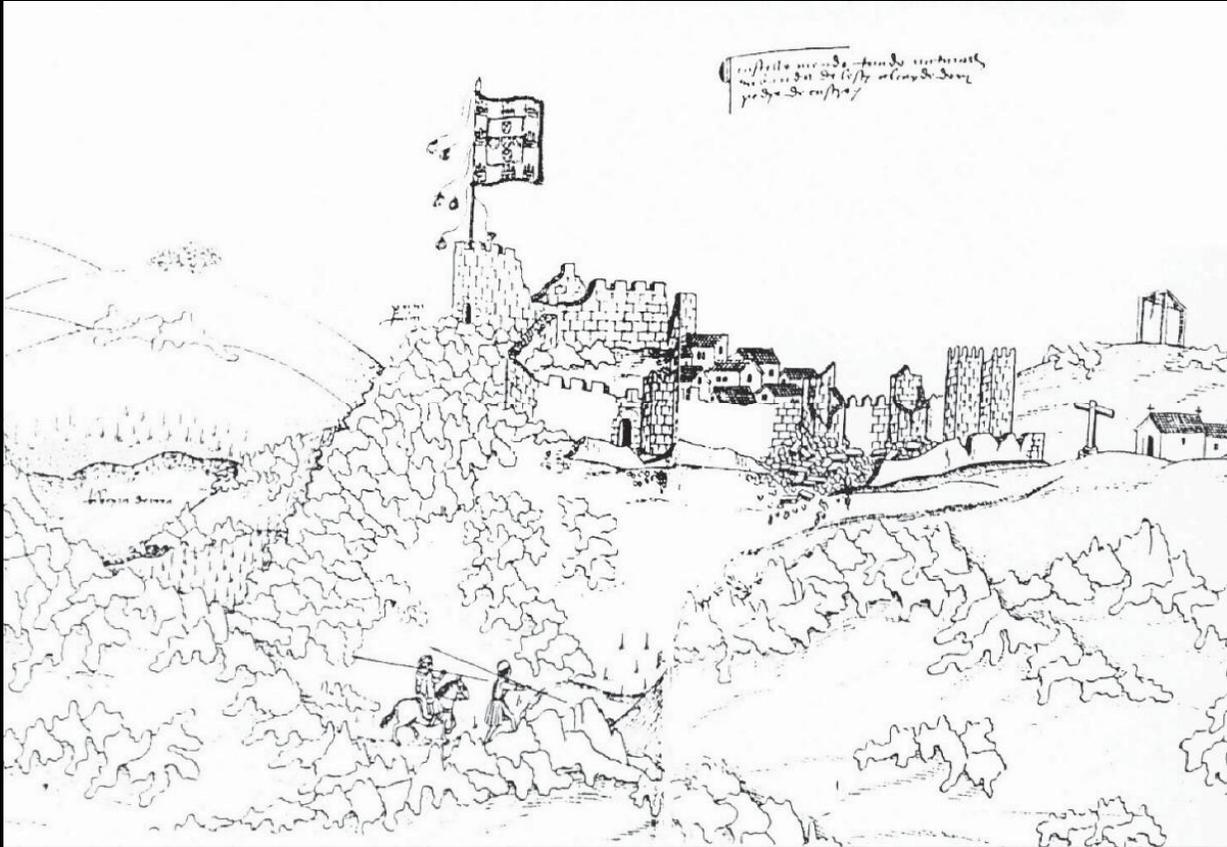


Angra do Heroísmo, 1 de Janeiro de 1980

Time, ms

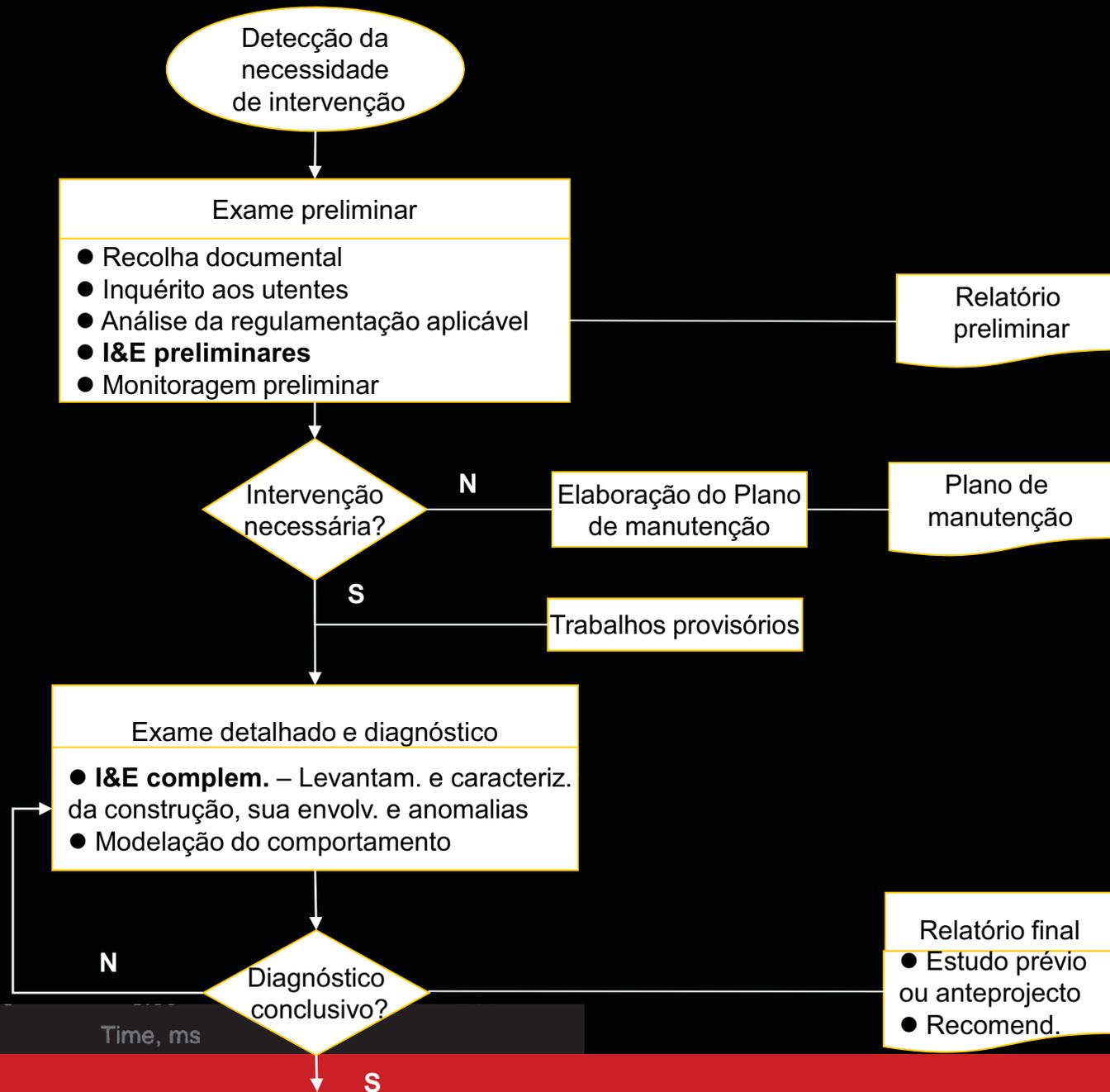






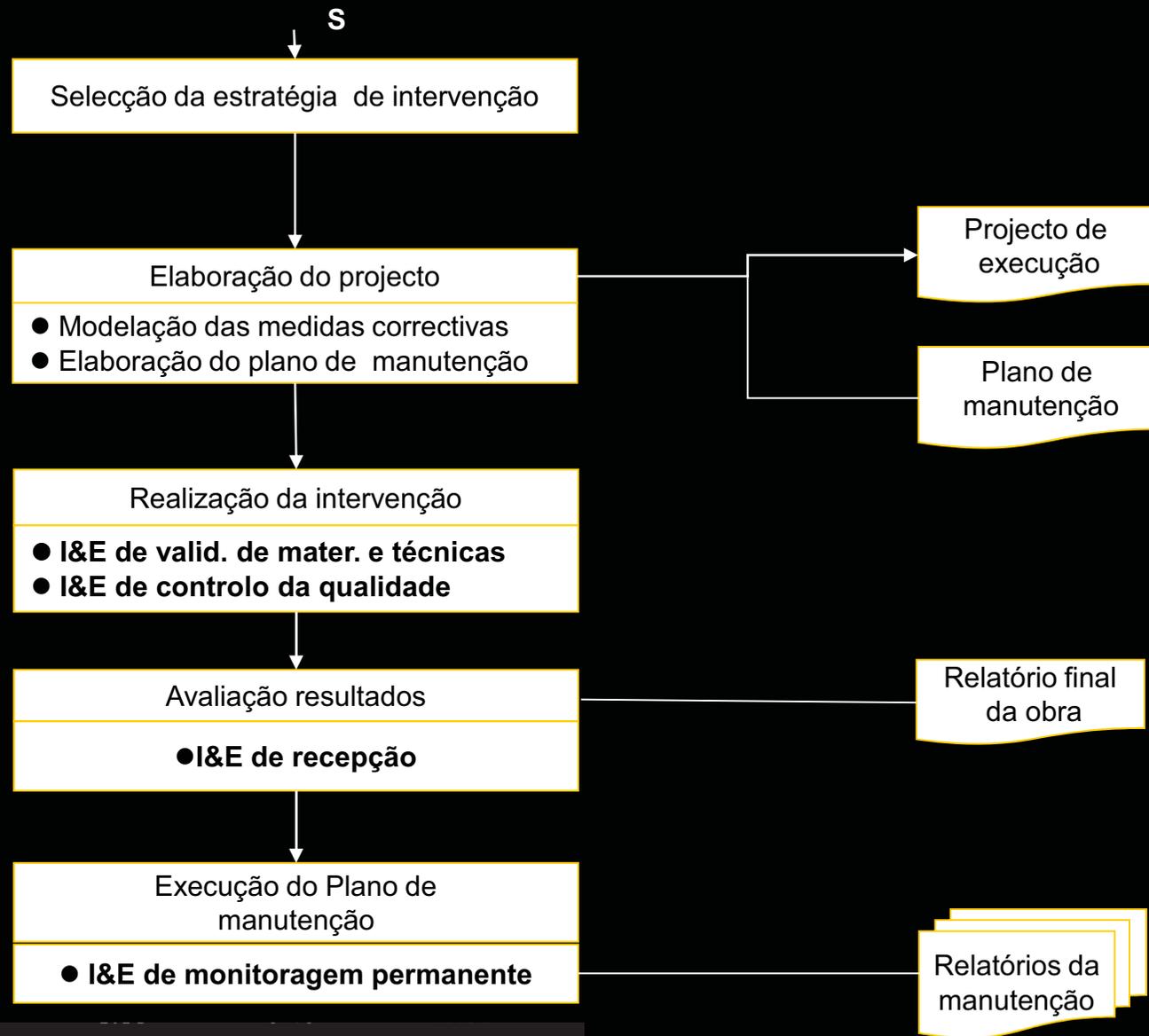
Time, ms





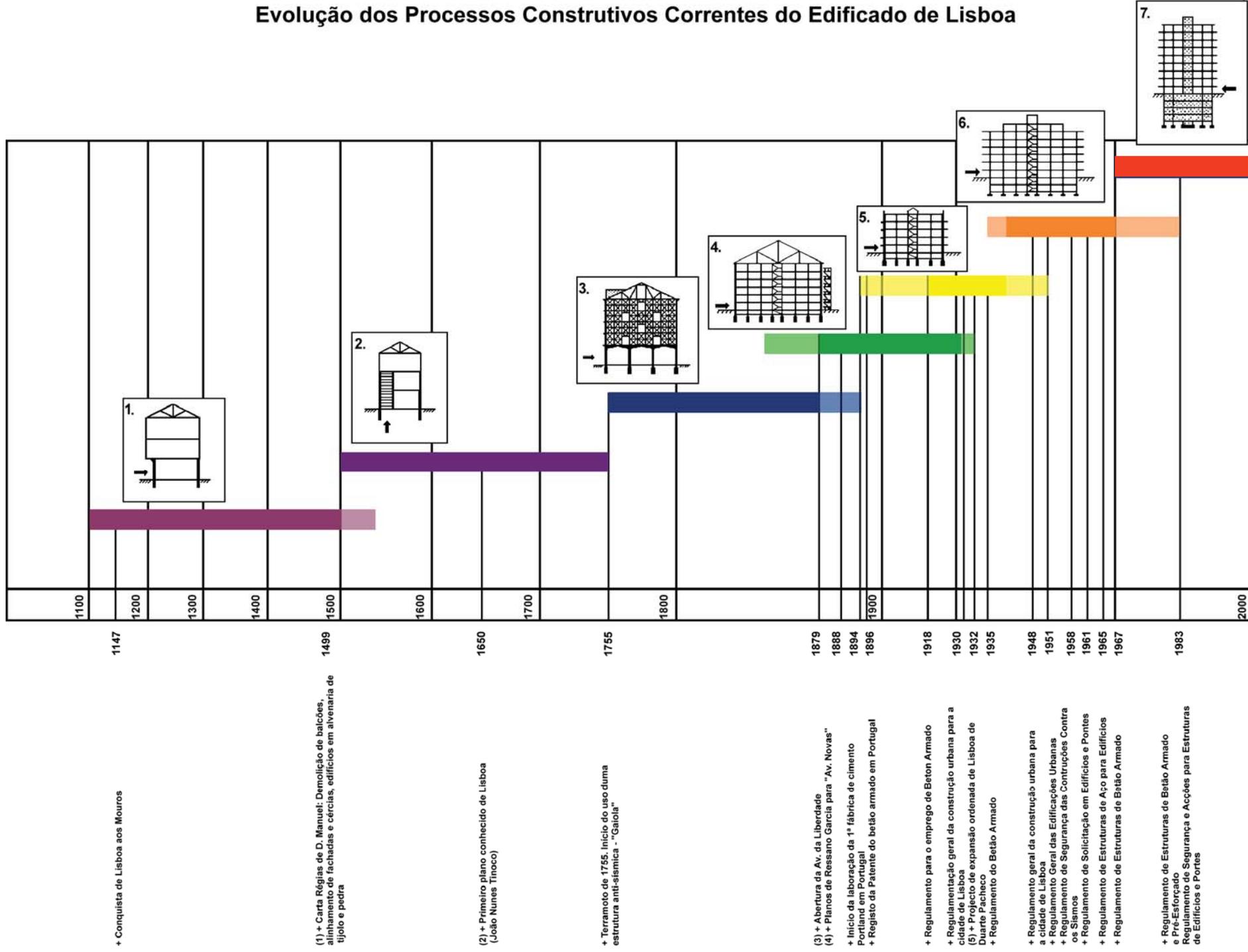
Time, ms

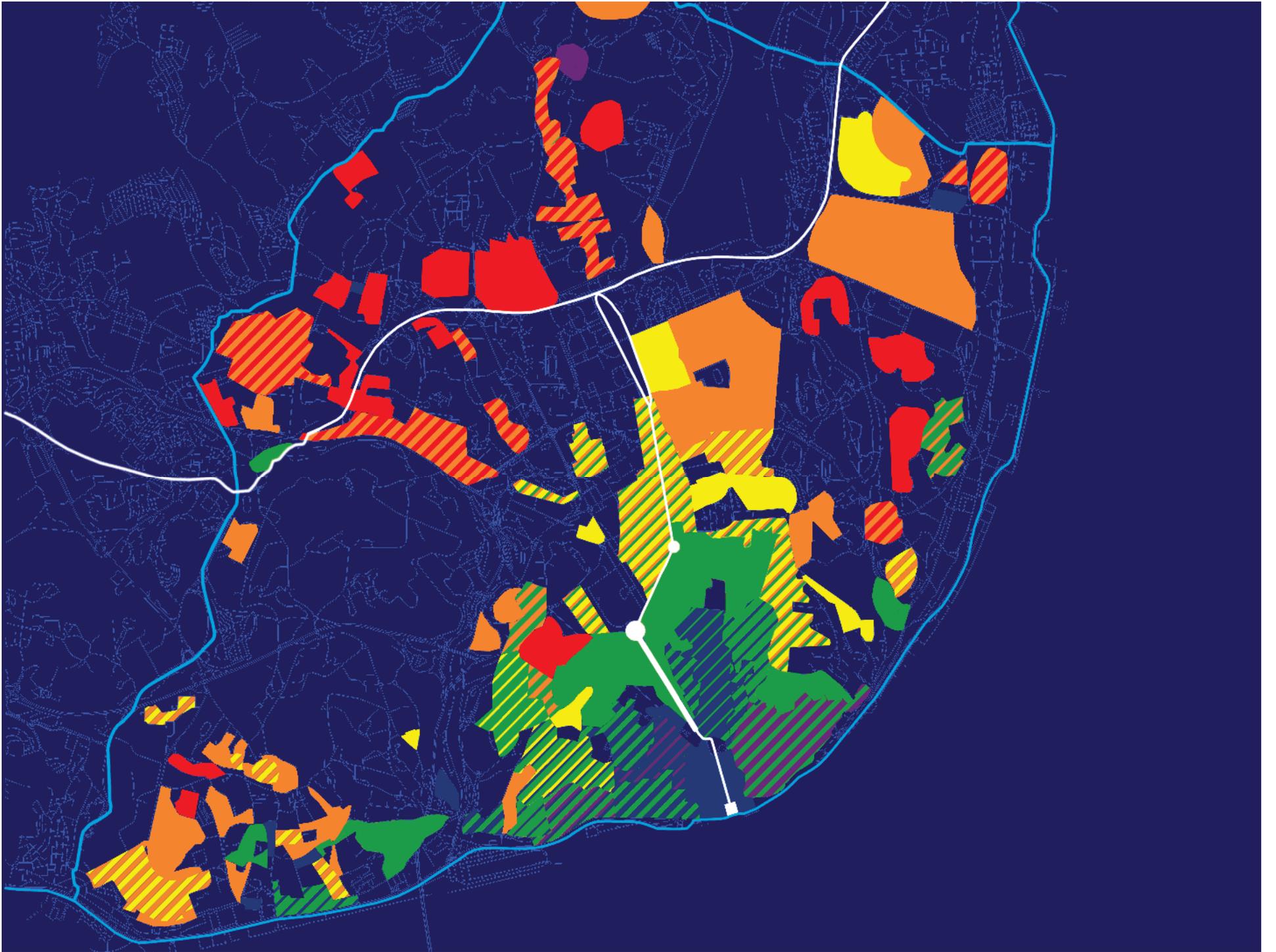


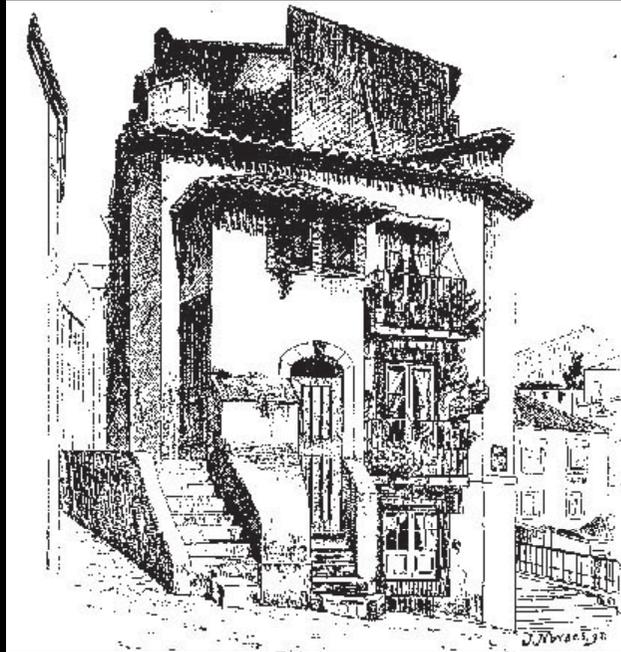


Time, ms

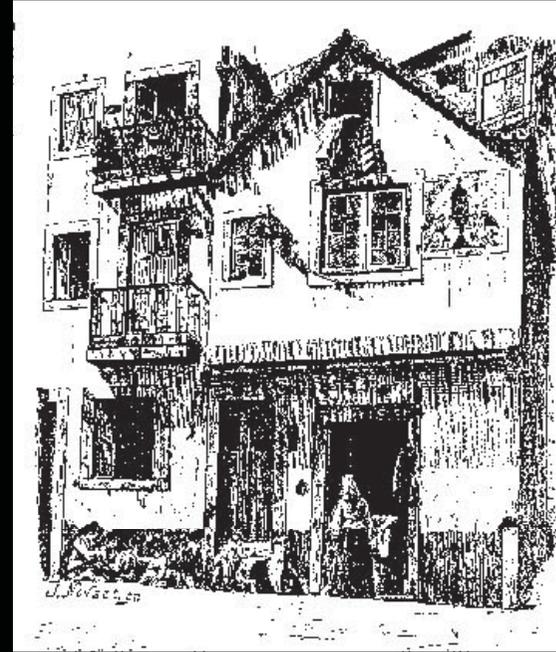
Evolução dos Processos Construtivos Correntes do Edificado de Lisboa







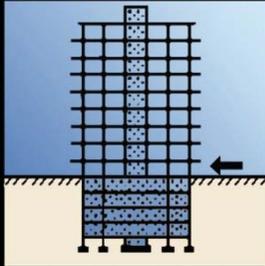
Casa quinhentista



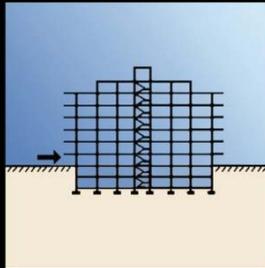
Casa seiscentista

Time, ms

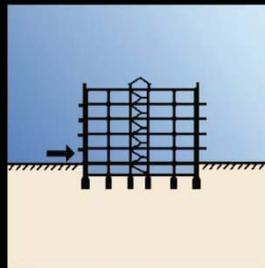




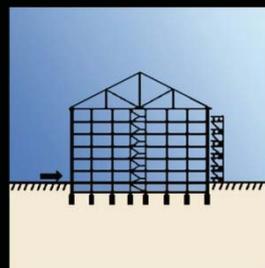
Betão armado recente



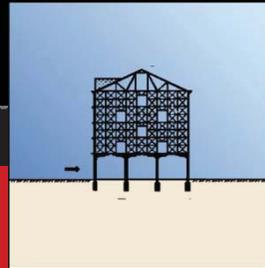
Betão armado antigo (anos 50-70)



Edifícios "de placa" (anos 30-50)

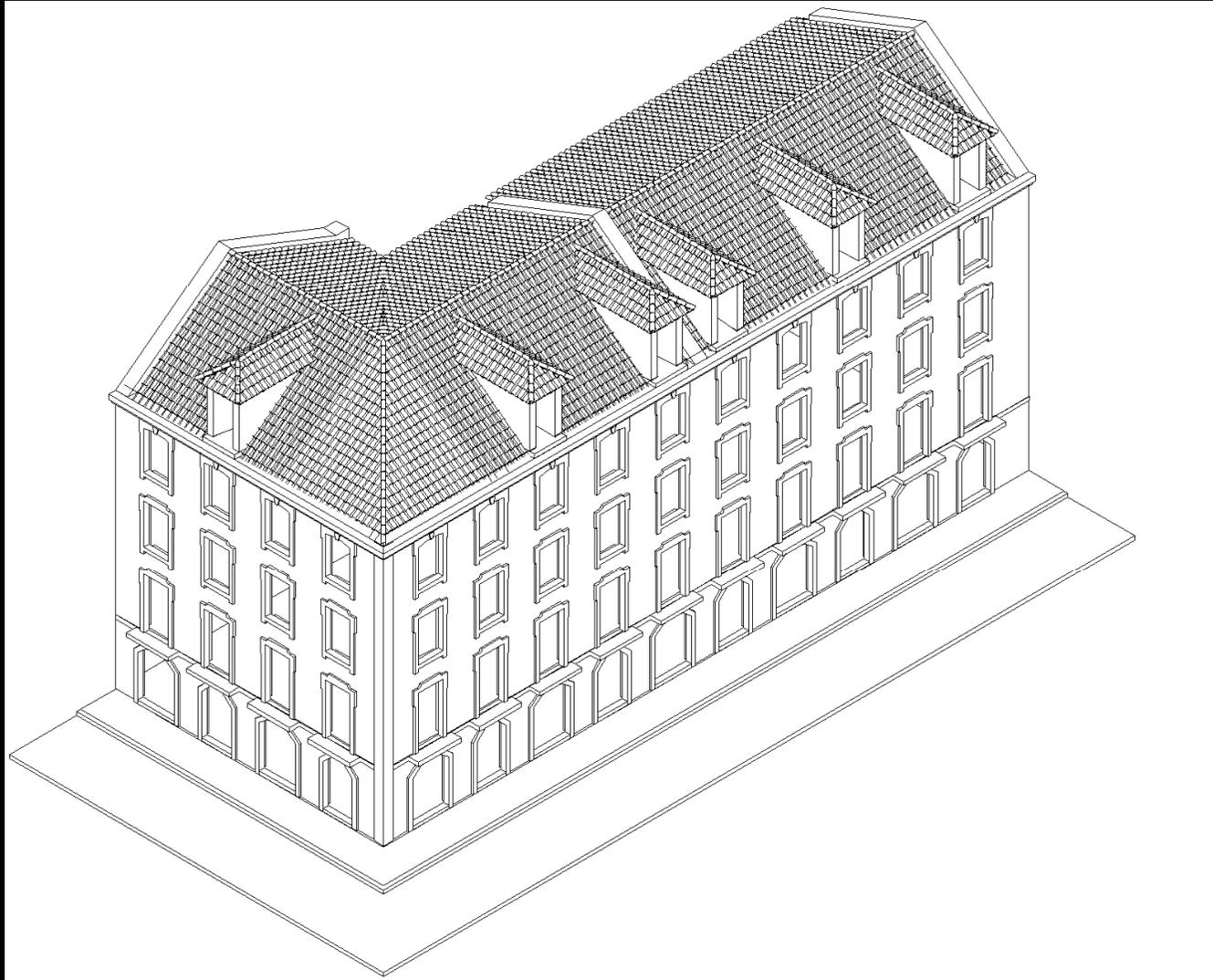


"Gaioleiros" (século XIX até anos 30-40)



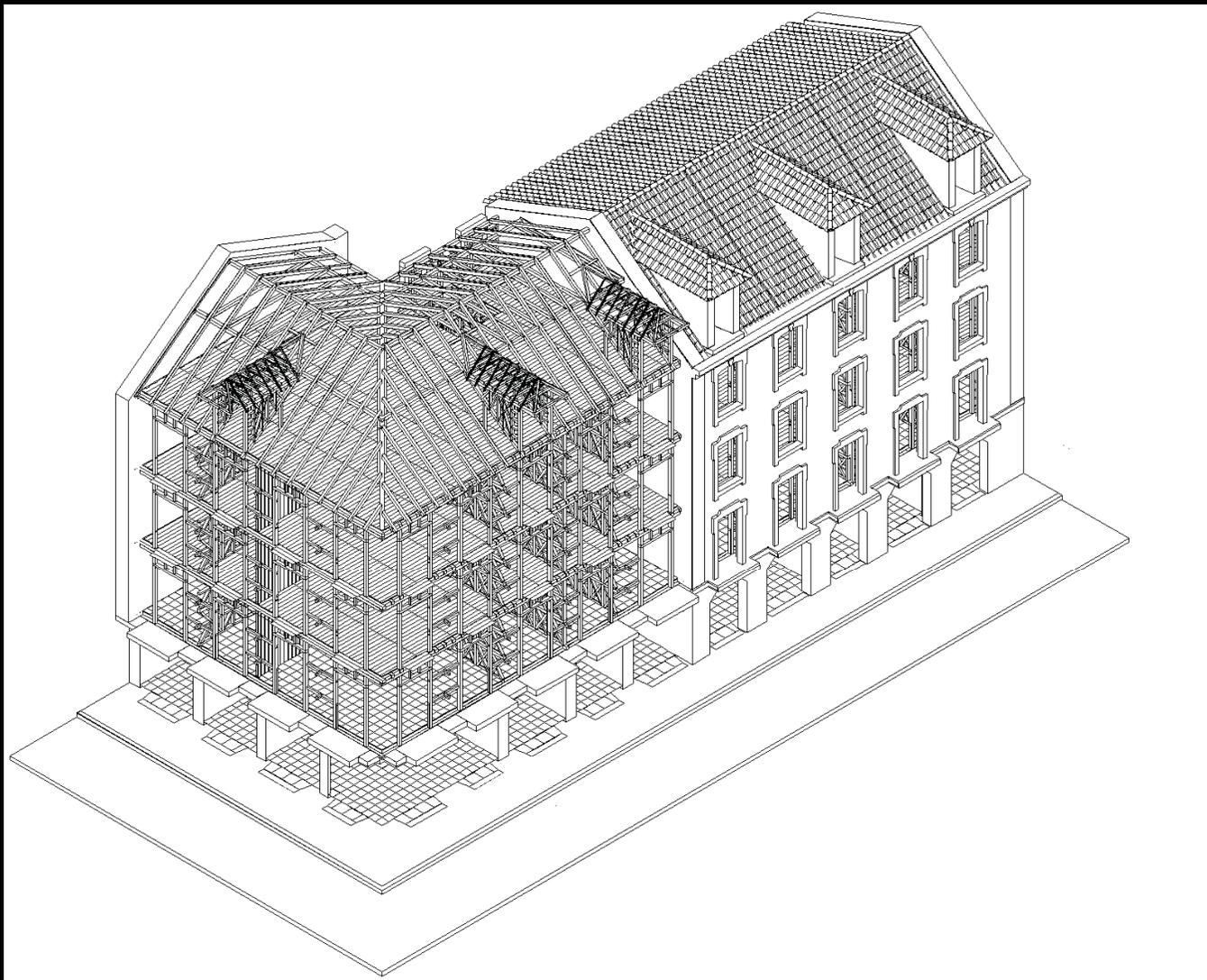
Edifícios pombalinos (séculos XVIII e XIX)





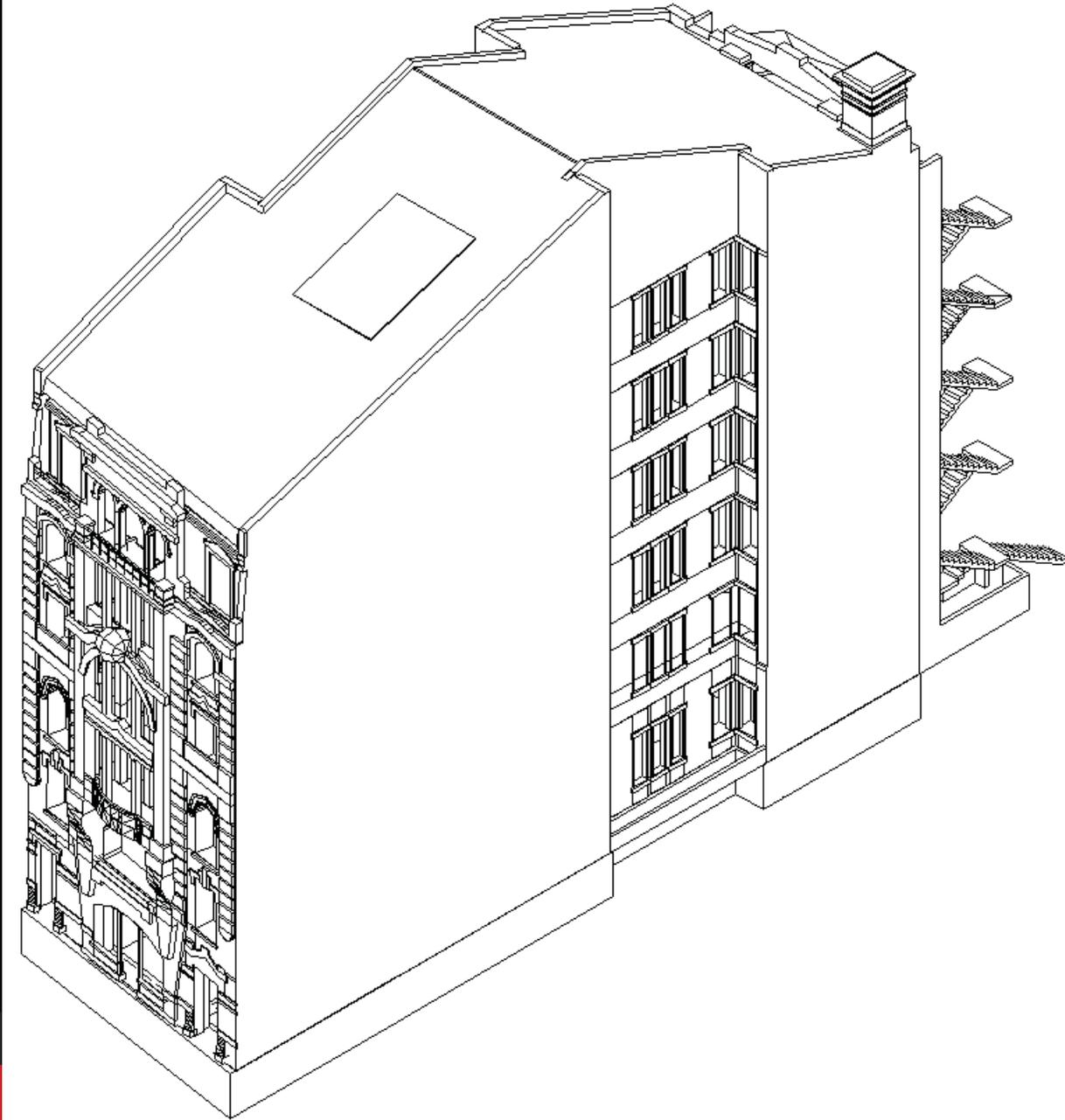
Time, ms

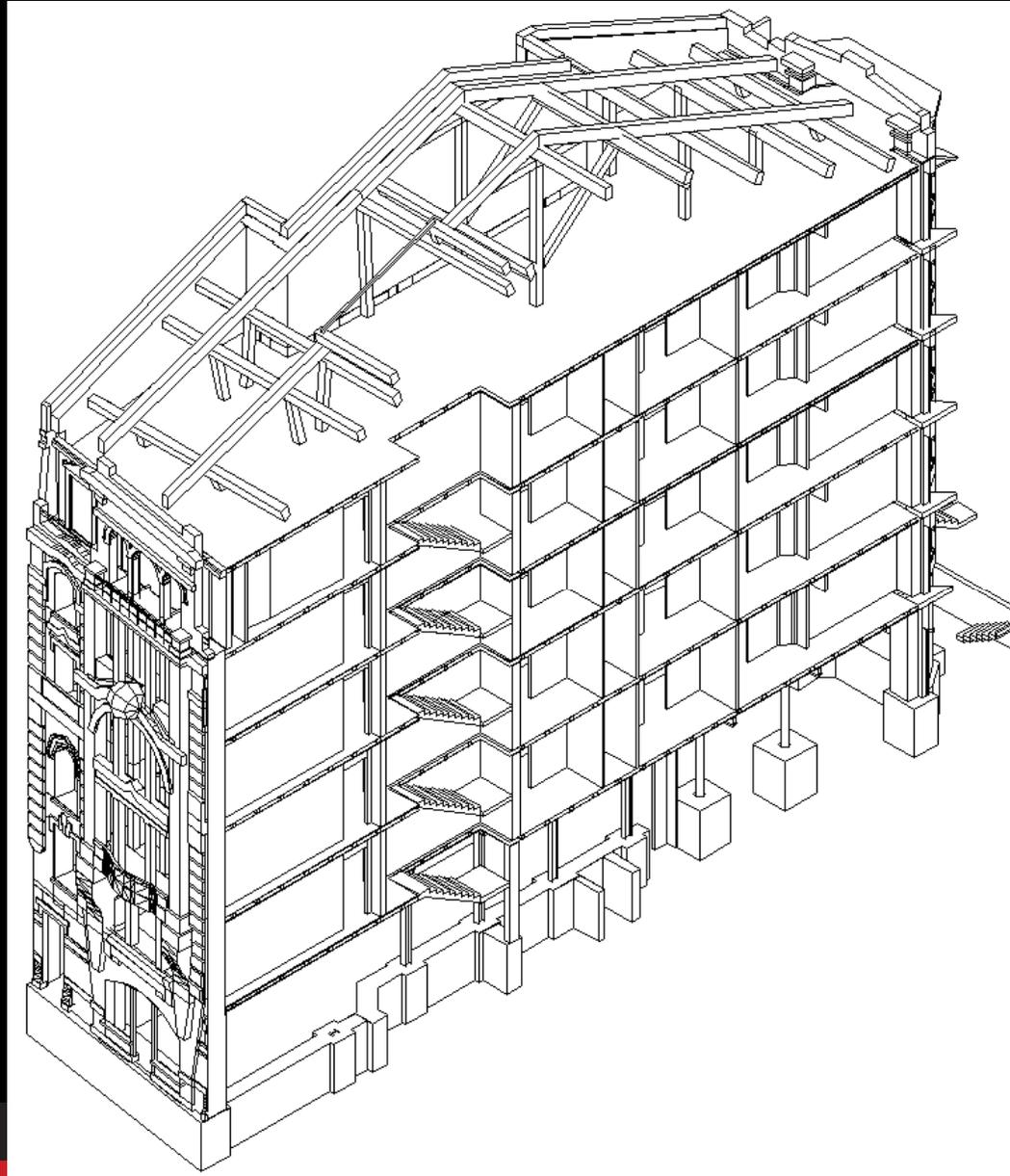


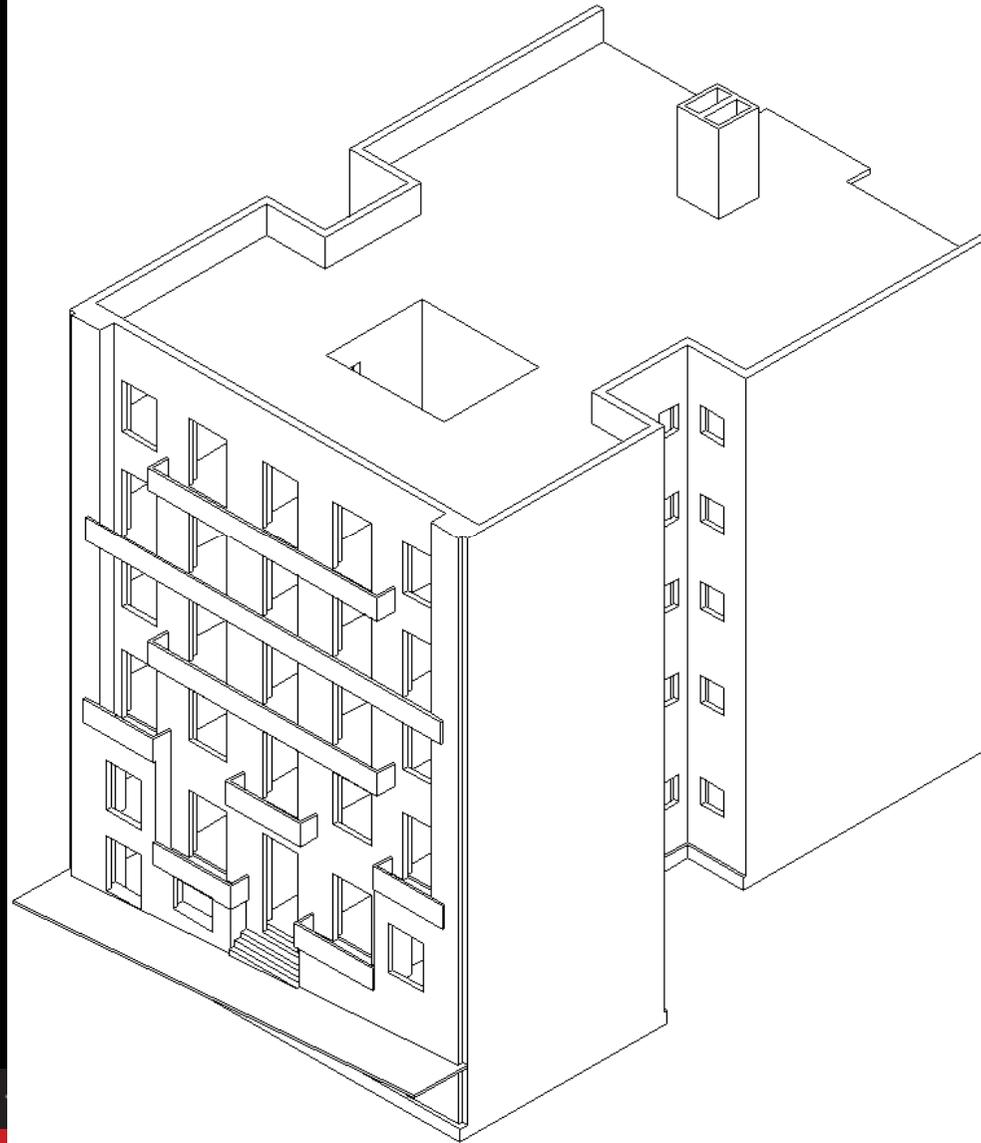


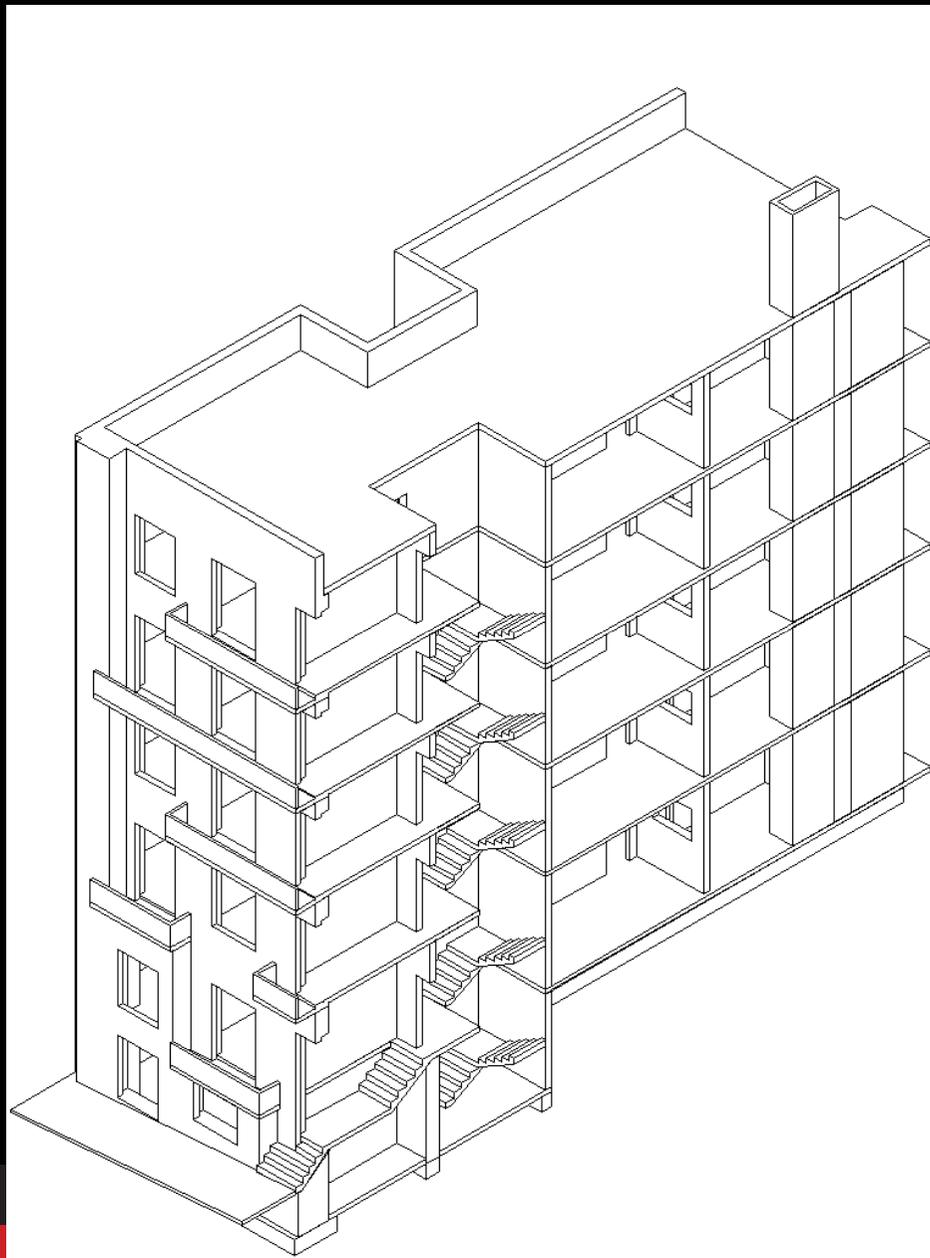
Time, ms

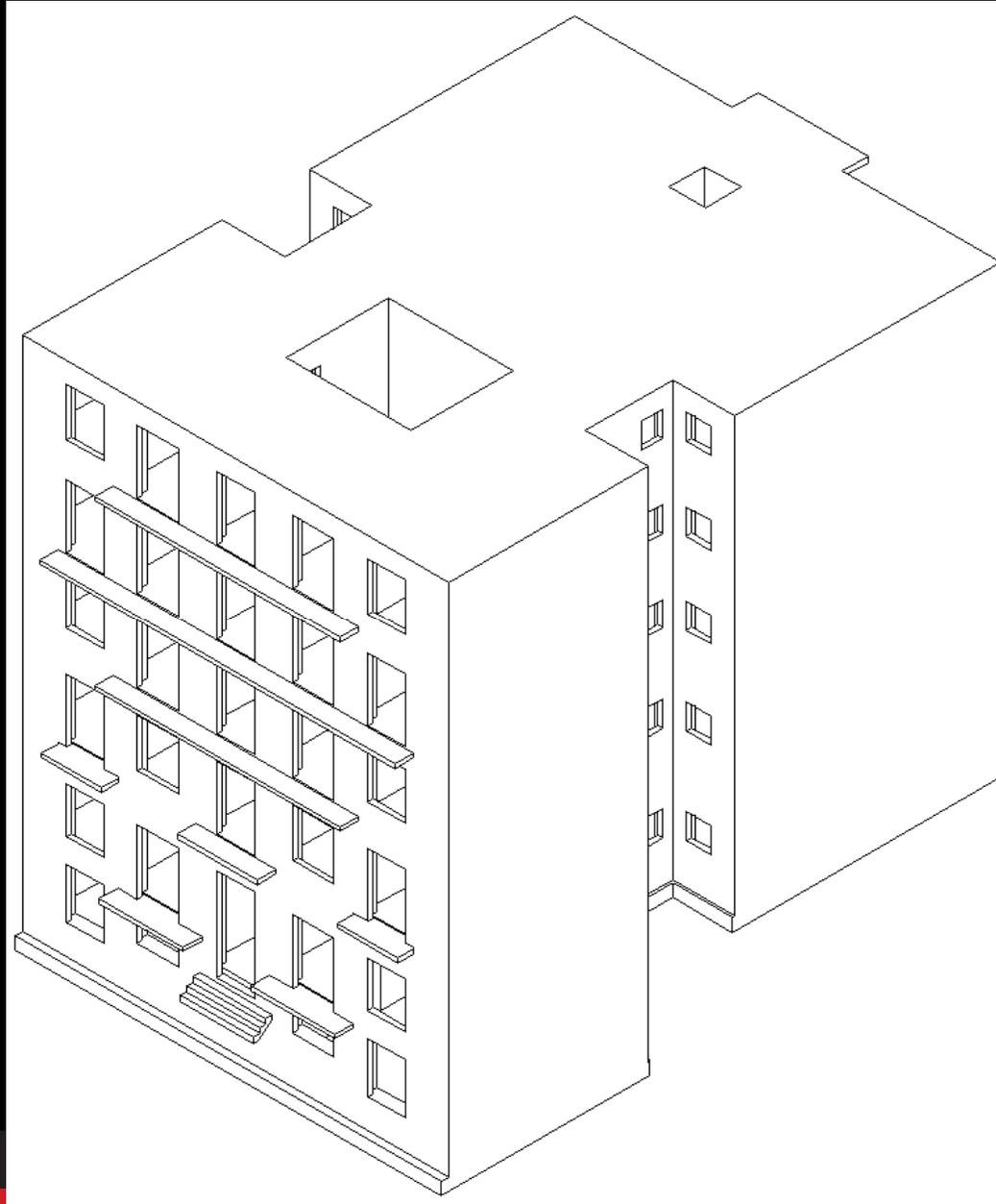


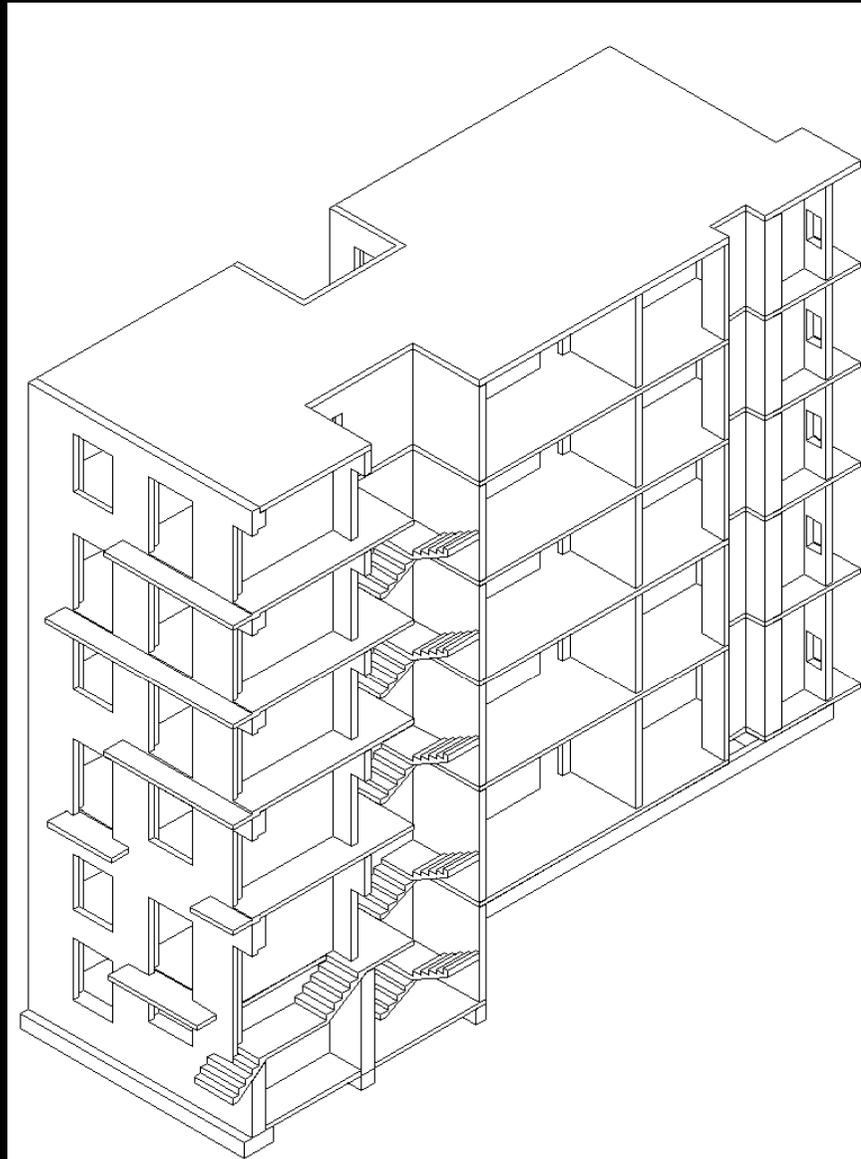






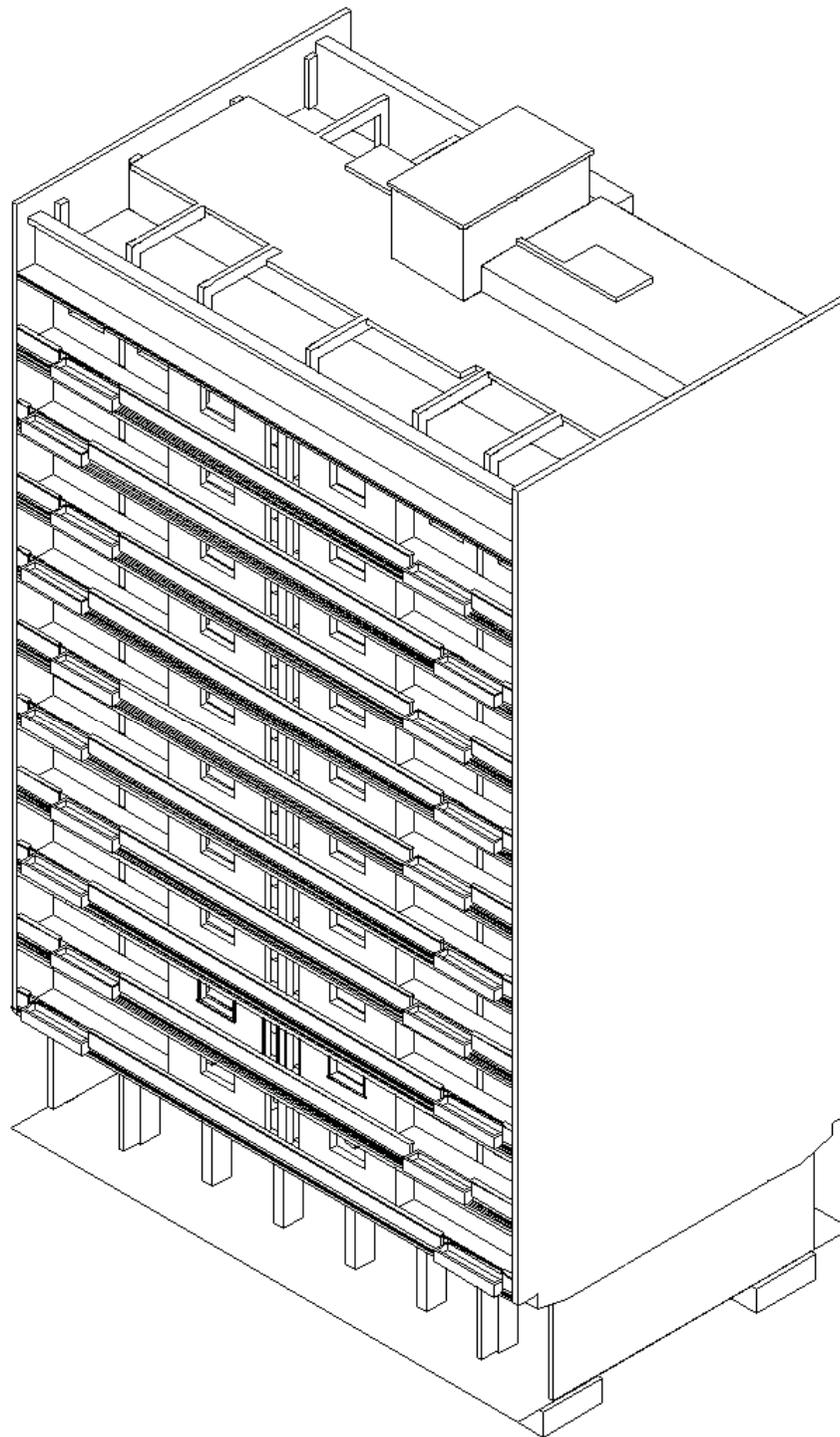






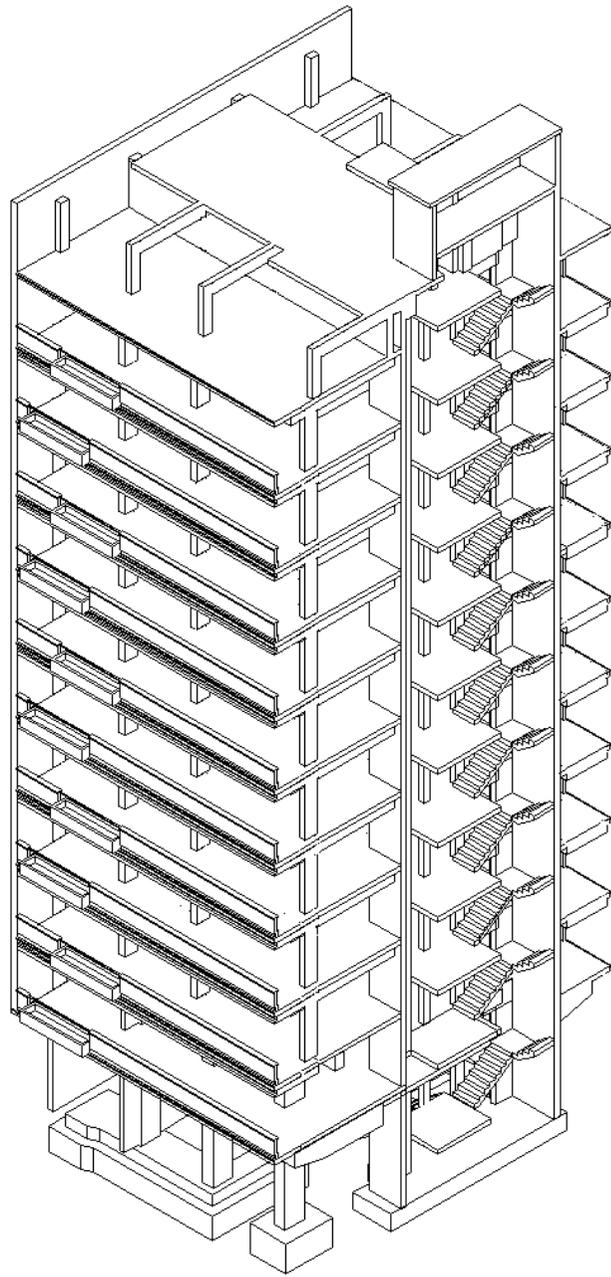
Time, ms





Time





Time



Anatomia de um edifício recente – Grande diversidade de componentes e materiais, quer no envelope, quer nos interiores e sistemas, por vezes de reduzida durabilidade e reparabilidade. Estrutura independente, de betão armado por vezes com elementos expostos. Multiplicidade de instalações e sistemas, por vezes de difícil acesso e manutenção.



Anatomia de um edifício recente



*Anatomia de um edifício antigo –
Reduzida diversidade de
componentes e materiais
relativamente fáceis de manter e
reparar. Os pavimentos e a
estrutura da cobertura são de
madeira. A estrutura são as
próprias paredes principais, de
alvenaria de pedra ou tijolo.
Instalações e sistemas bastante
simplificadas, utilizando
tecnologias e materiais por vezes
obsoletos.*



Anatomia de um edifício antigo

Materiais de construção

- Alvenaria
- Madeira

Time, ms



ANATOMIA DOS EDIFÍCIOS RECENTES E ANTIGOS



1. Envoltente (“Vizinhança”)



2. Envelope (“Pele”)



3. Interiores



4. Estrutura e fundações

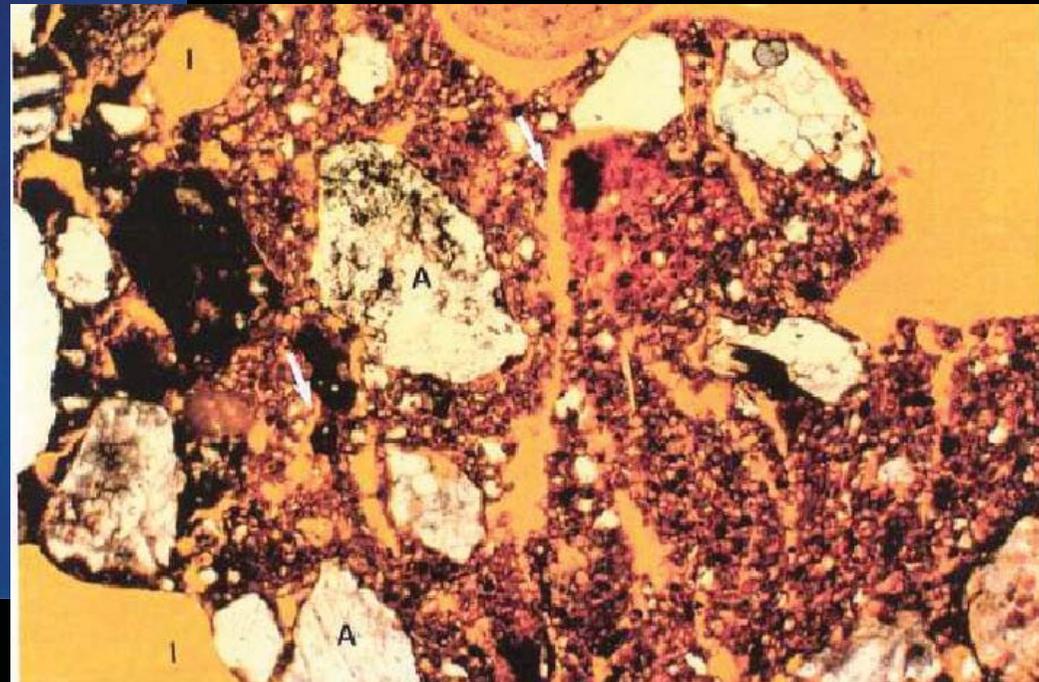
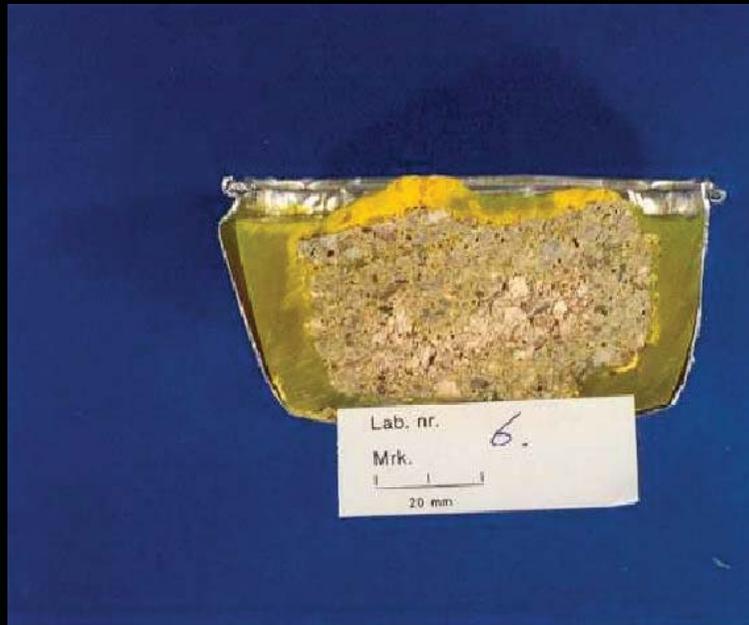
Time, ms

Extracção de amostras para ensaio laboratorial



Time, ms

Extracção de amostras para ensaio laboratorial



Análise petrográfica - "L", grumos de cal; "A", agregados; "I" vazios (ar).

Time, ms

Extracção de amostras para ensaio laboratorial

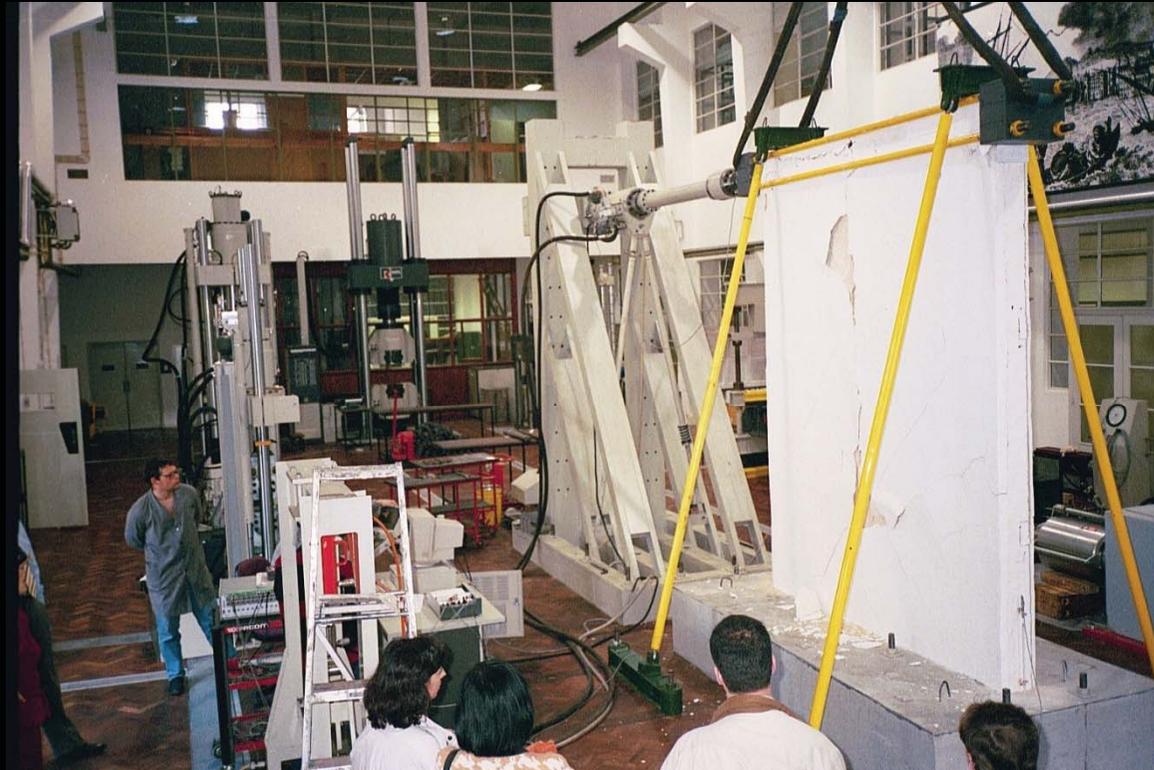


Levantamento de edifícios antigos e caracterização das propriedades dos materiais

Time, ms



Extracção de amostras para ensaio laboratorial



Time, ms



Classificação segundo os princípios utilizados

1. Percepção sensorial
2. Topografia e fotogrametria
3. Acção mecânica simples
4. Acção mecânica por dispositivos electro ou óleo-mecânicos
5. Propagação de ondas elásticas
6. Detecção e análise de vibrações
7. Reacção química
8. Reacção electro-química
9. Mecanismos de ingresso transporte
10. Efeitos eléctricos e magnéticos
11. Propagação de radiação electromagnética

Time, ms

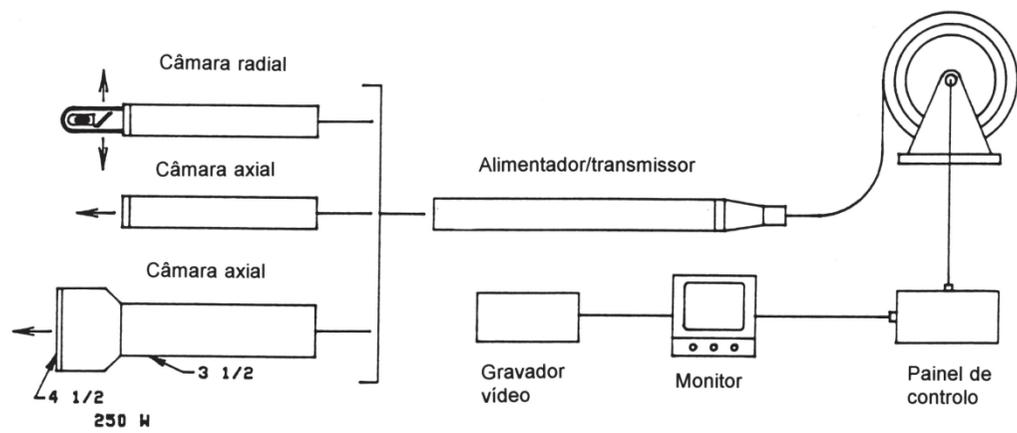


Percepção sensorial

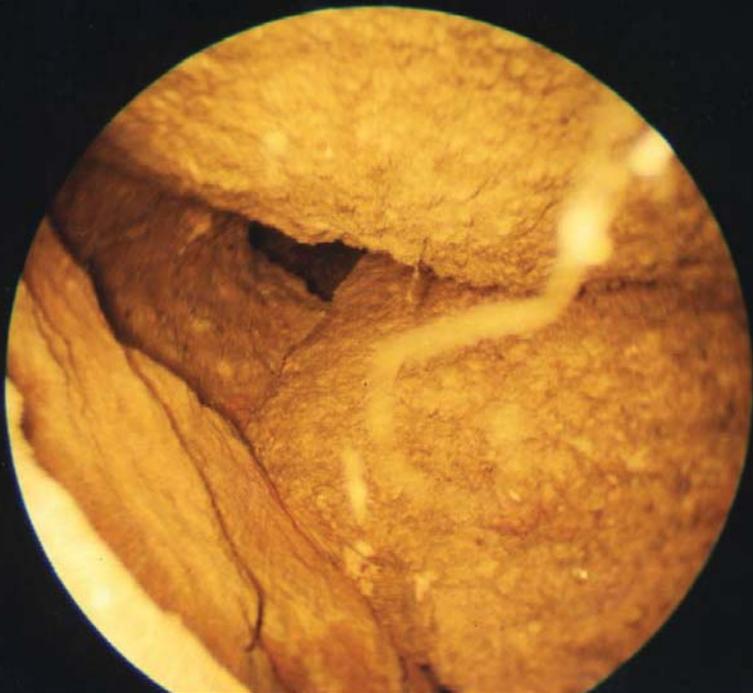
O operador utiliza os seus próprios sentidos, quer directamente, como na inspecção visual, ou na detecção auditiva de "ôcos", quer mediante o recurso a aparelhos que potenciam os seus sentidos (lupa, estetoscópio). As observações deste grupo são inerentemente não-destrutivas, a menos que envolvam a execução de aberturas para acesso ao interior de componentes da construção ou dos elementos em estudo (boroscópio).

Time, ms





Observação Boroscópica e Videoscópica



Time, ms

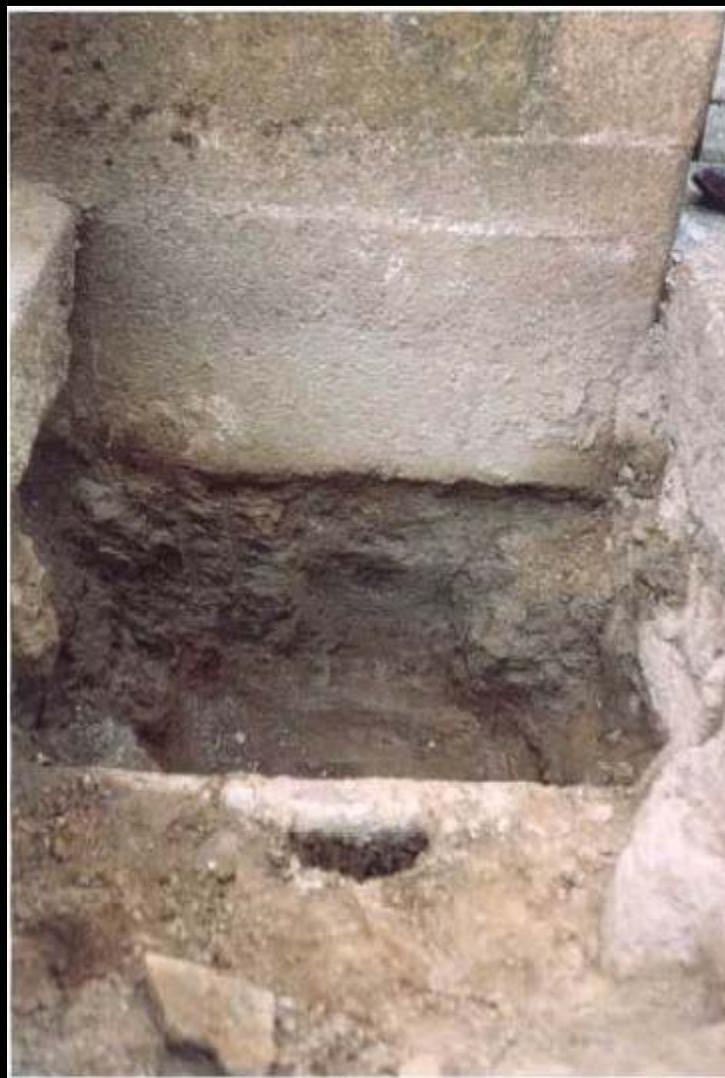
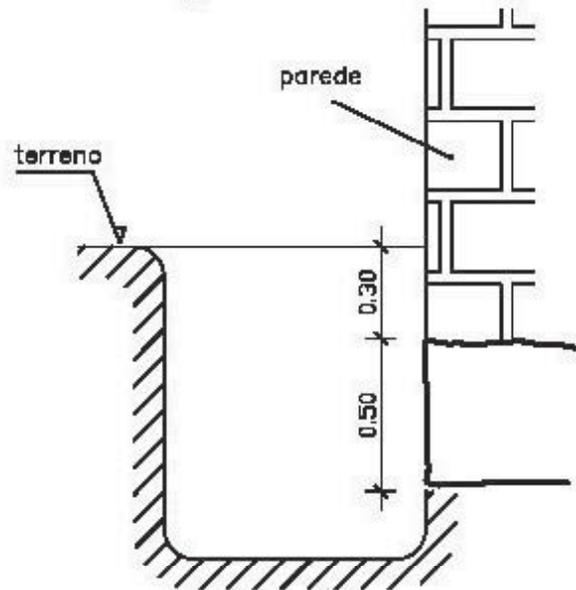




Time, ms



Poço 10A



Time, ms



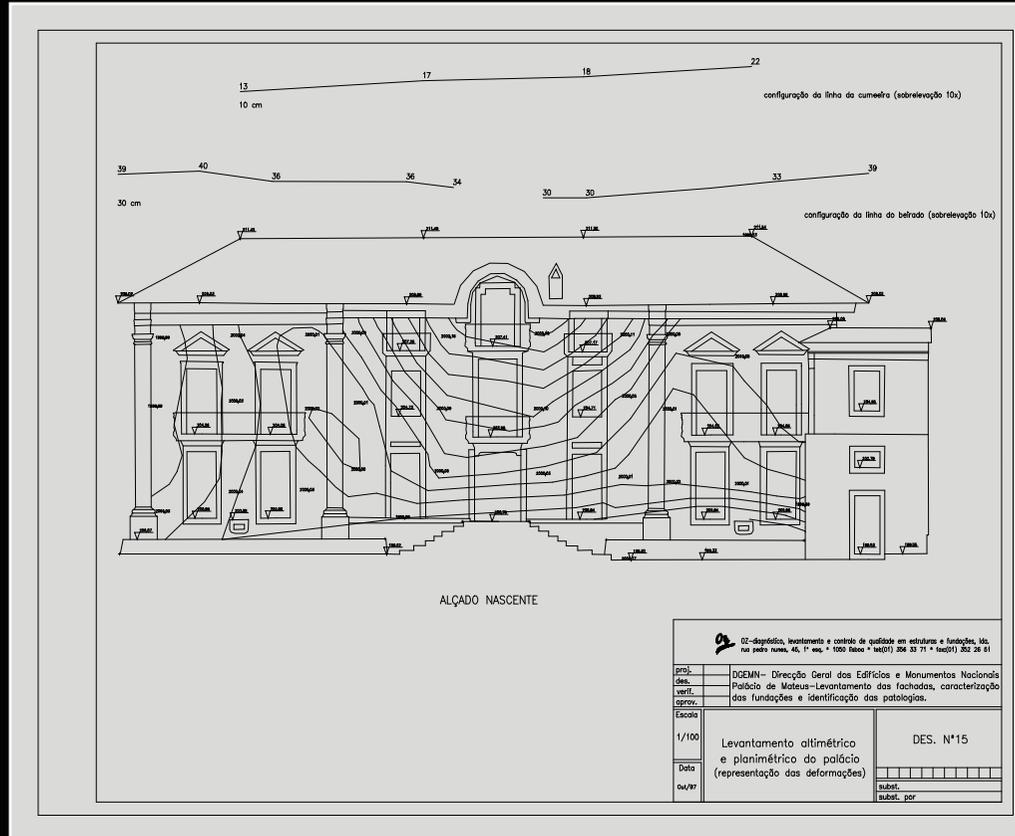
Topografia e fotogrametria

Métodos de observação geométrica das superfícies da construção ou dos seus elementos, envolvendo a execução de medições, por diversos processos: tradicionais, como o levantamento geométrico da arquitectura ou da estrutura da construção, ou avançados, como a fotogrametria.

Time, ms



Topografia e fotogrametria



Levantamento de deformações de fachadas

Time, ms



Topografia e fotogrametria



a)



b)



c)

Fig. 2b – Fases de um levantamento fotogramétrico: a) levantamento fotográfico; b) levantamento topográfico; c) restituição em gabinete.

Time, ms



Modelação foto-realista

- Cobertura fotográfica do objecto com câmara digital
- Apoio taqueométrico
- Software para manipular as imagens e construir um modelo virtual com base na textura das próprias imagens



Time, ms



Varrimento laser

- Tecnologia recente
- Software em desenvolvimento
- Investimento inicial oneroso
- Extremamente rápido
- Ausência de luz

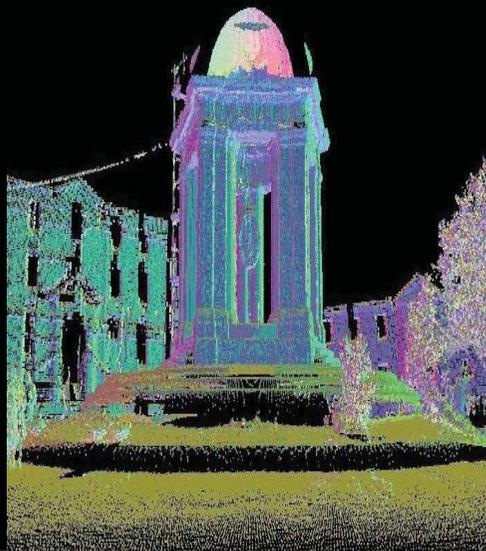


Time, ms

Laser - exemplo

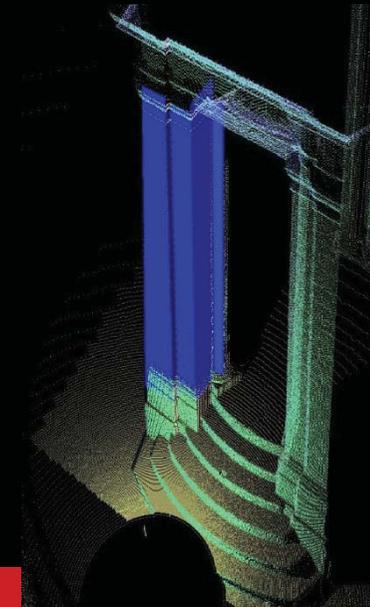
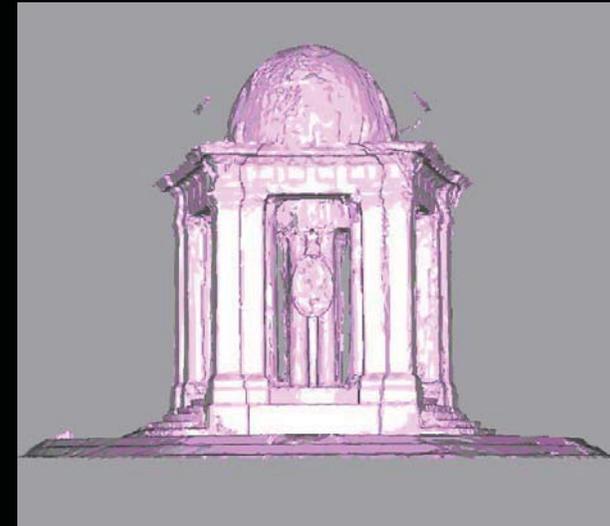
DADOS:

Nuvem densa de pontos coordenados XYZ
(e mapa de intensidades do retorno)

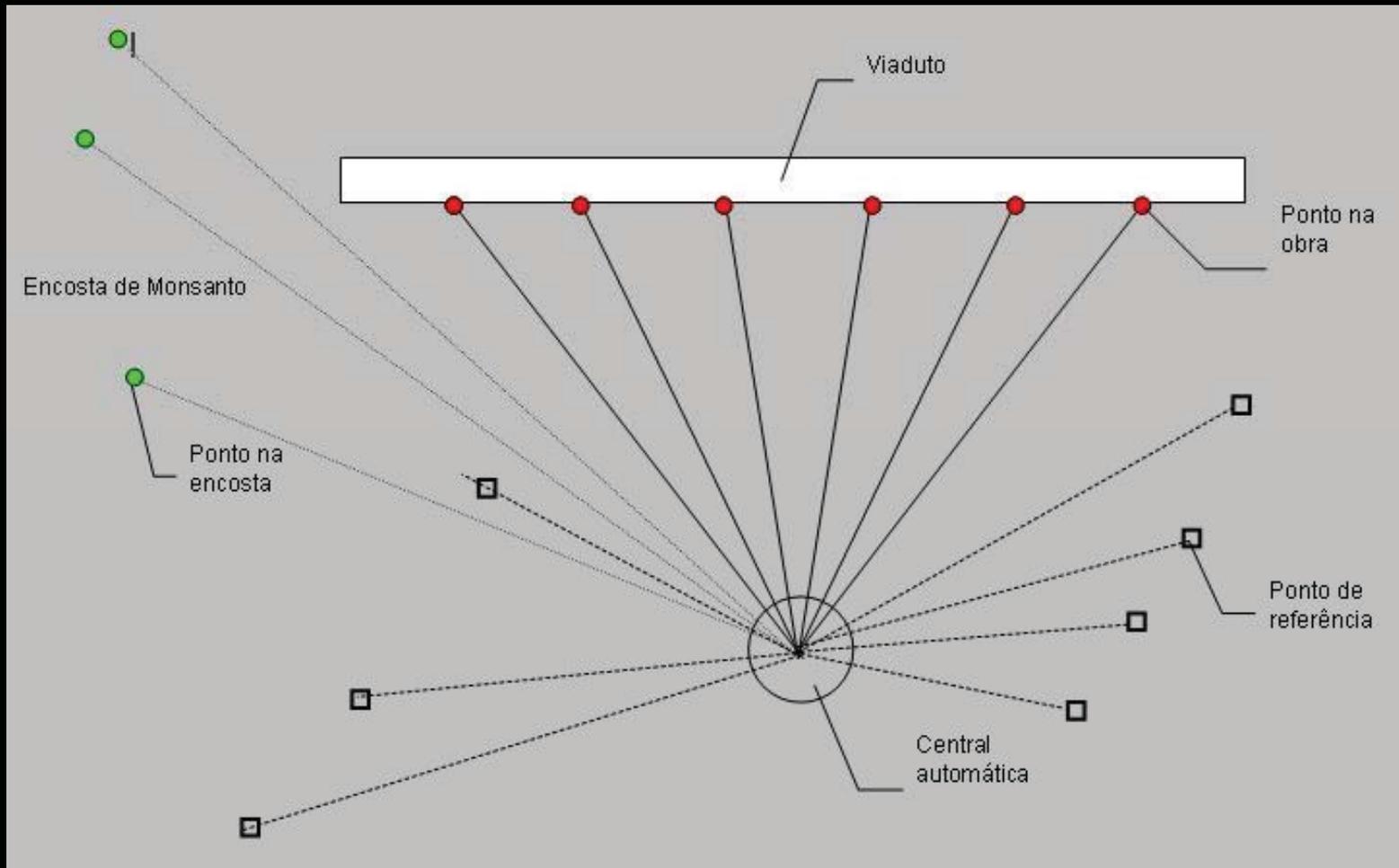


Time, ms

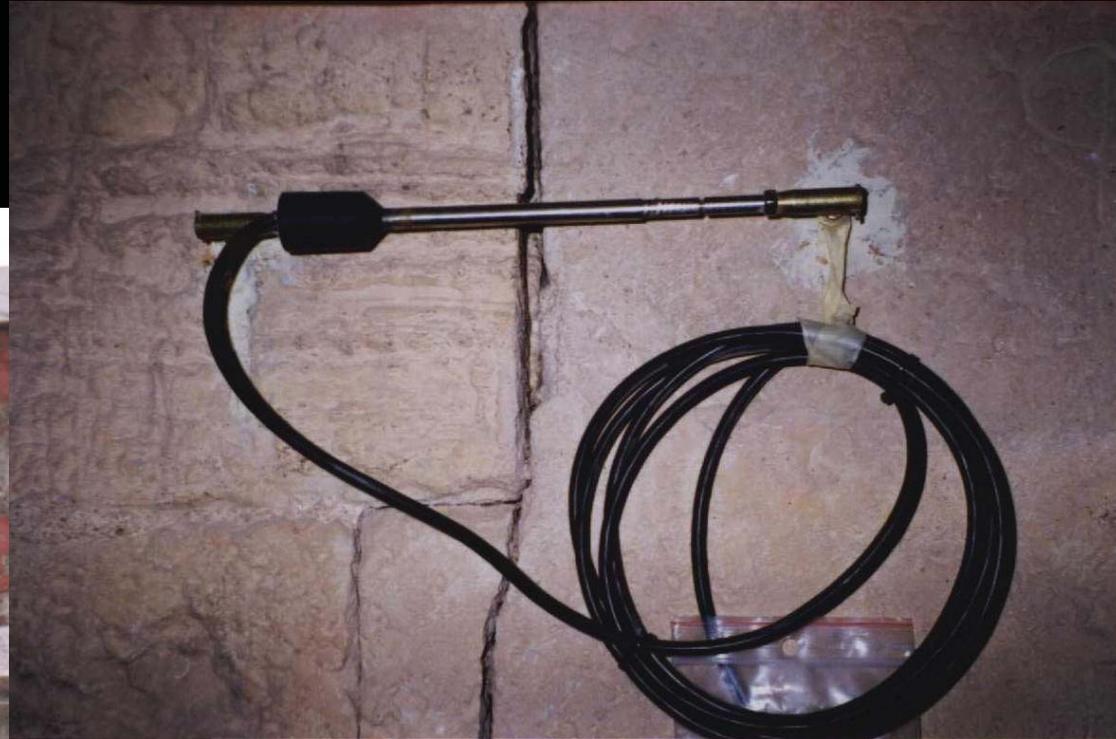
RESULTADOS:



Topografia e fotogrametria



Time, ms



Monitorização de fissuras

Time, ms



*Monitorização de
fissuras e inclinações*

Time, ms



Acção mecânica simples

A aplicação ao elemento da construção em estudo de uma acção mecânica, poderá ser feita por intermédio de um dispositivo mecânico específico ou, ainda, com a remoção de partes do elemento.

Os ensaios deste grupo podem ser não destrutivos se a grandeza medida for de natureza elástica, sem envolver a rotura local do material (esclerómetro) reduzidamente destrutivo, se envolver uma pequena agressão localizada que constitui, ela própria, o parâmetro a medir (penetração de um pino, arrancamento de uma hélice) ou moderadamente destrutivos, se obrigar a levar à rotura "in situ" de uma amostra parcialmente destacada do elemento em estudo (corte localizado).

Time, ms



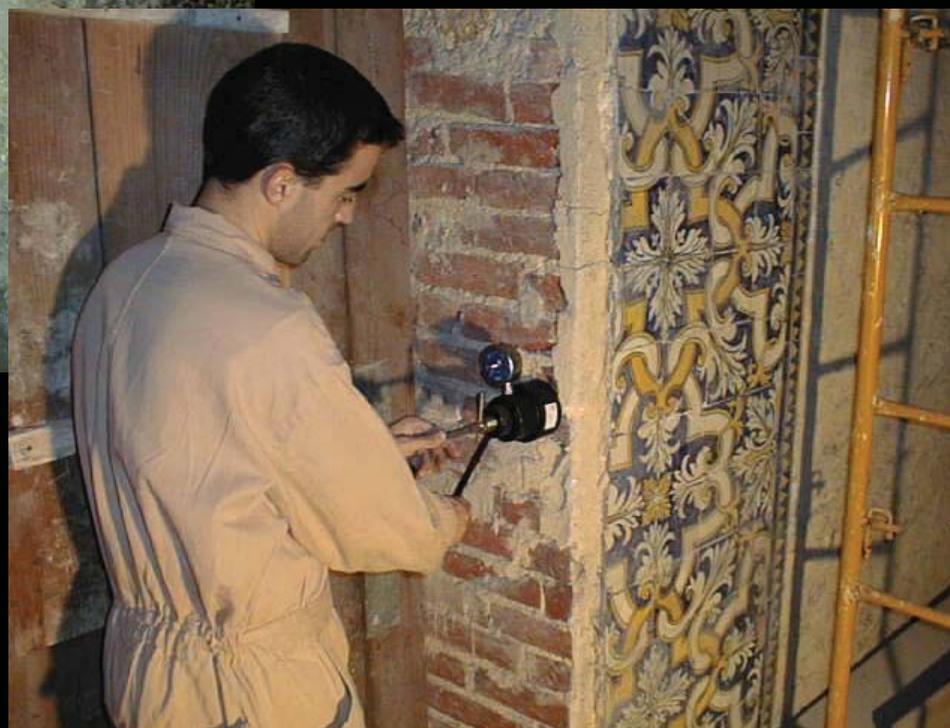
Acção mecânica simples



Time, ms



Arrancamento de uma hélice



Time, ms





Time, ms

Penetração estática

Acção mecânica simples (ensaio destrutivo)



Time, ms

Acção mecânica simples (ensaio de comportamento)

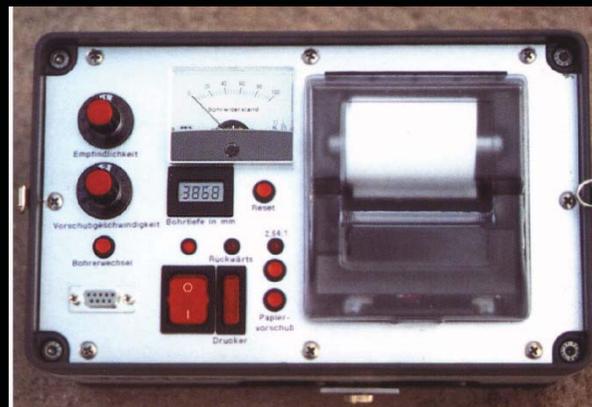
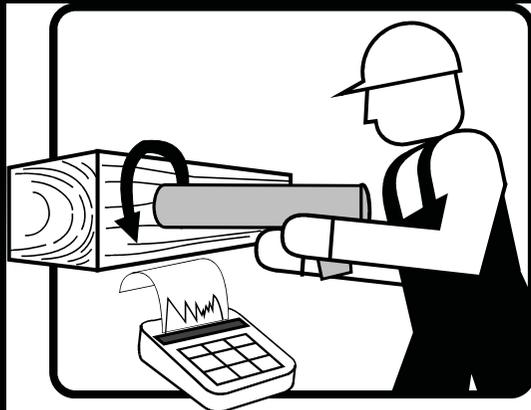
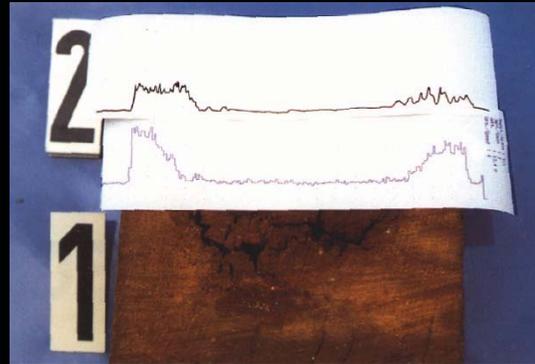


Execução de ensaio de carga

Time, ms



Acção mecânica por dispositivos electro ou óleo-mecânicos



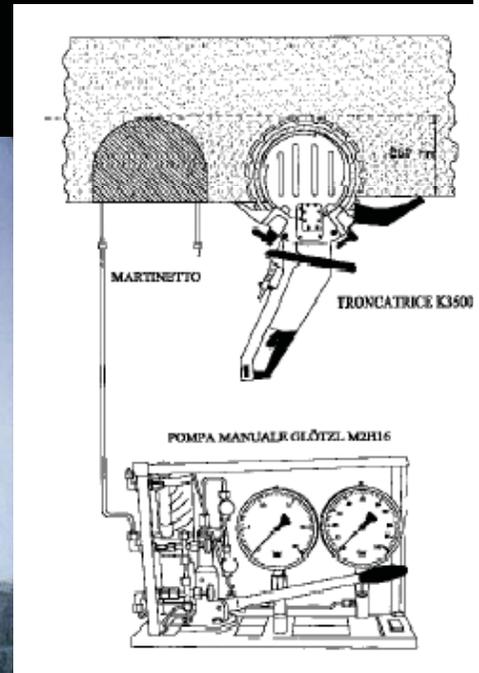
*Avaliação da
integridade de
elementos de
madeira
(Resistografia)*

Time, ms



Acção mecânica por dispositivos electro ou óleo-mecânicos

- Ensaio de macacos planos – Simples

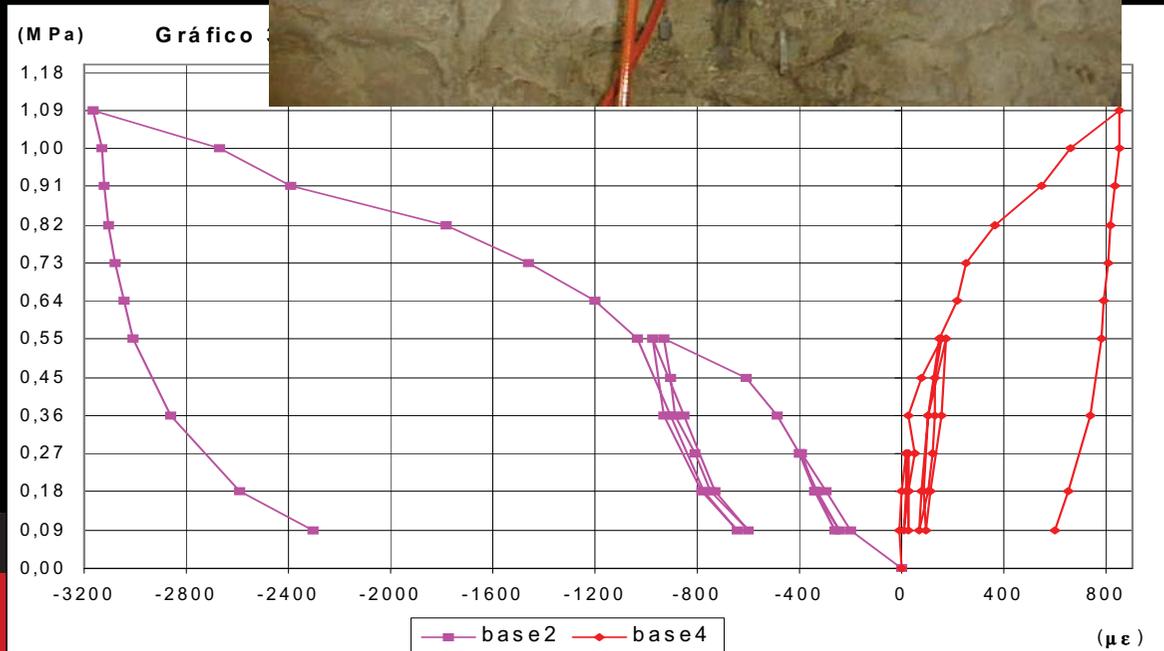
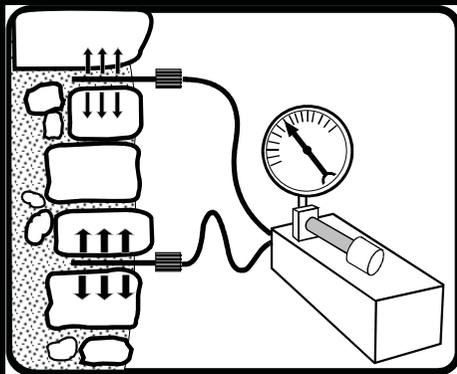


←Figura "Boviar"

Time, ms

Acção mecânica por dispositivos electro ou óleo-mecânicos

- Ensaio de macacos planos – Duplo



Time, ms



Acção mecânica por dispositivos electro ou óleo-mecânicos (ensaios destrutivos)

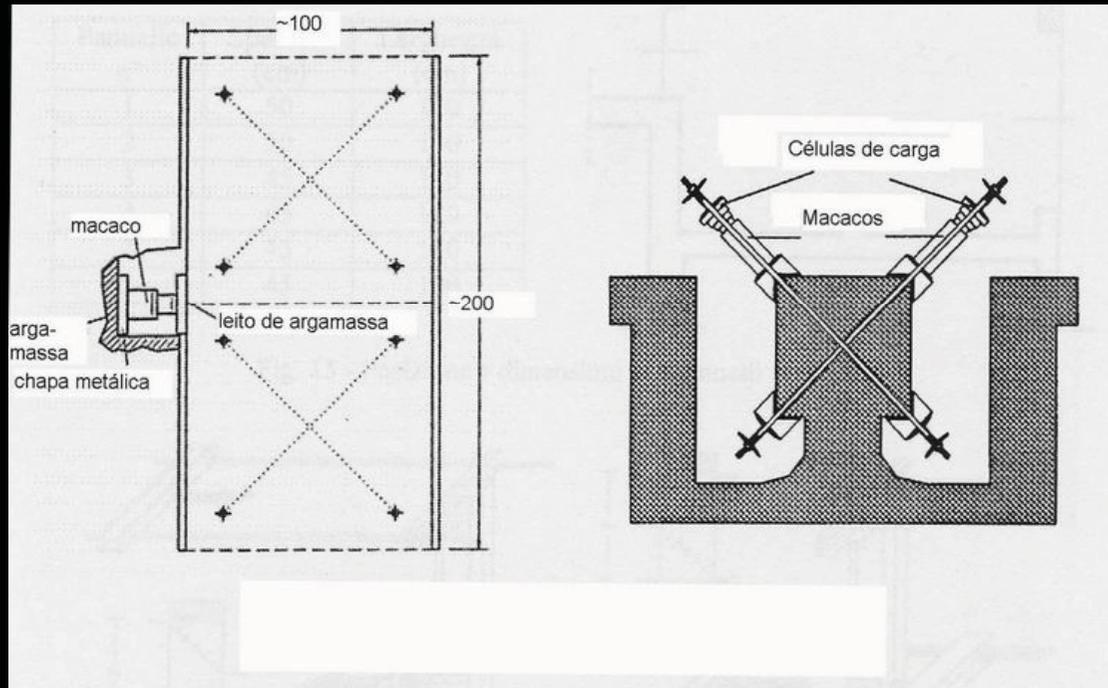


Time, ms



Acção mecânica por dispositivos electro ou óleo-mecânicos (ensaios destrutivos)

Ensaio de corte diagonal (Borri)



Ensaio de corte directo (Modena)



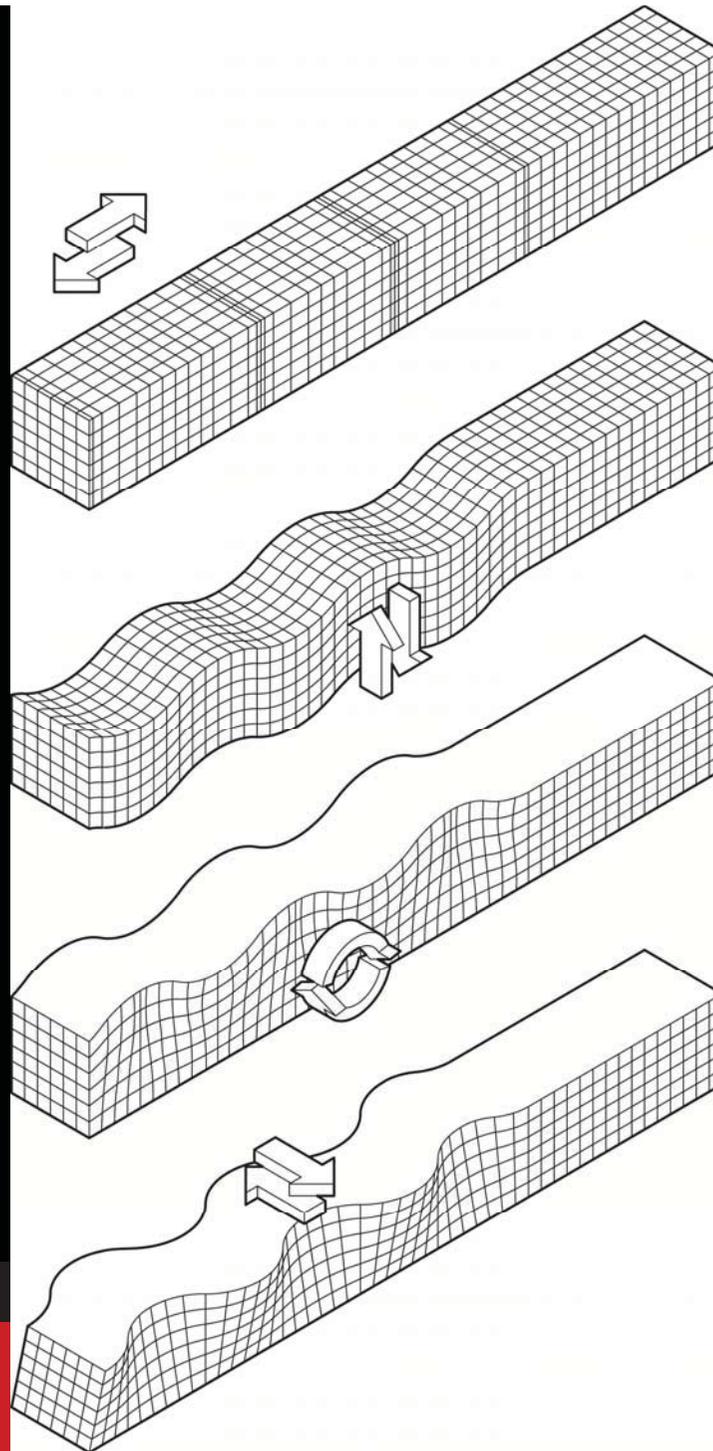
Time, ms

Propagação de ondas elásticas

Uma perturbação aplicada subitamente na superfície de um semi-espaco sólido propaga-se através do sólido sob a forma de quatro ondas diferentes. As ondas "p" e "s" propagam-se no interior do sólido ao longo de frentes de onda semi-esféricas. A onda "p", de compressão, está associada à tensão normal, e o movimento das partículas é paralelo à direcção de propagação. A onda "s", de corte, está associada à tensão de corte e o movimento das partículas é perpendicular à direcção de propagação. A onda de Rayleigh e a onda de Love propagam-se à da superfície.

Time, ms





Ondas p

Ondas s

Ondas de
Rayleigh

Ondas de
Love

Propagação de ondas elásticas

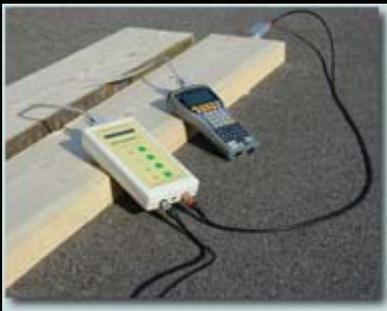
Num sólido isótropo e elástico, a velocidade da onda "p", C_p , está relacionada com o módulo de elasticidade E ; com o coeficiente de Poisson, ν , e com a densidade ρ :

$$C_p = \sqrt{\frac{E(1-\nu)}{\rho(1+\nu)(1-2\nu)}}$$

Time, ms



Propagação de ondas elásticas



Medição longitudinal

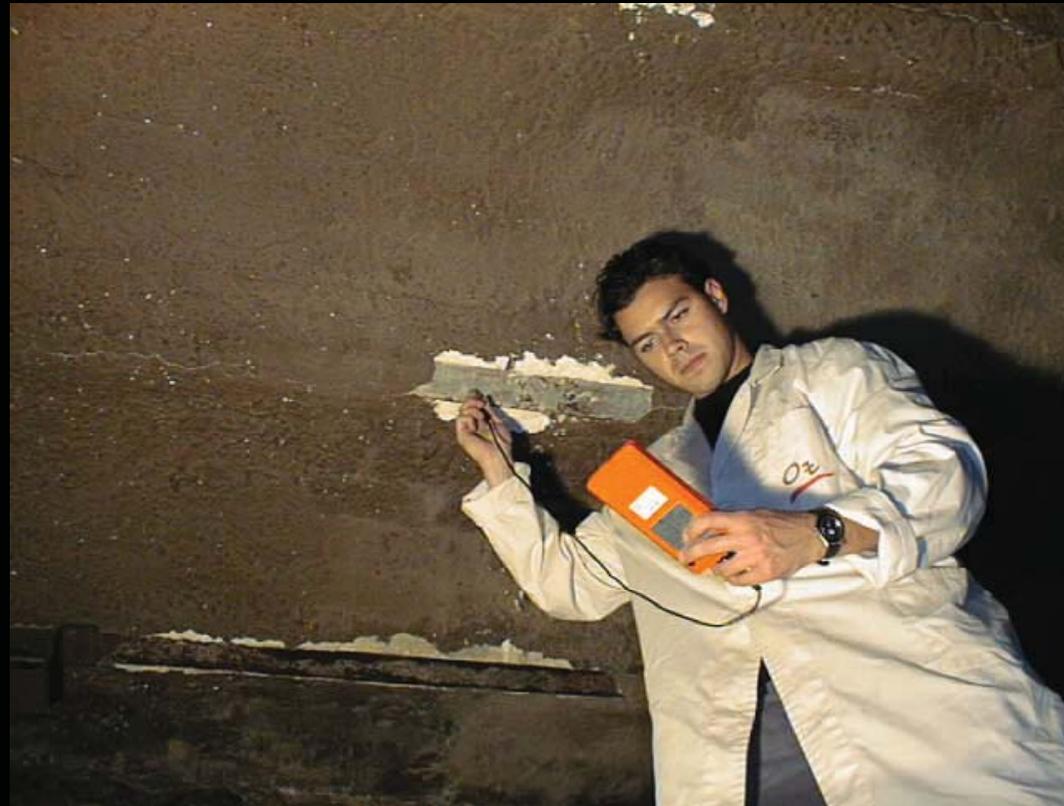


Medição radial

- **Ultra-sons**

*Avaliação das propriedades da madeira por meio de ultra-sons.
(Fotos "Sylvatest")*

Time, ms



- Ultra-sons

Determinação da espessura de elementos metálicos

Time, ms



- Ensaio sísmico paralelo

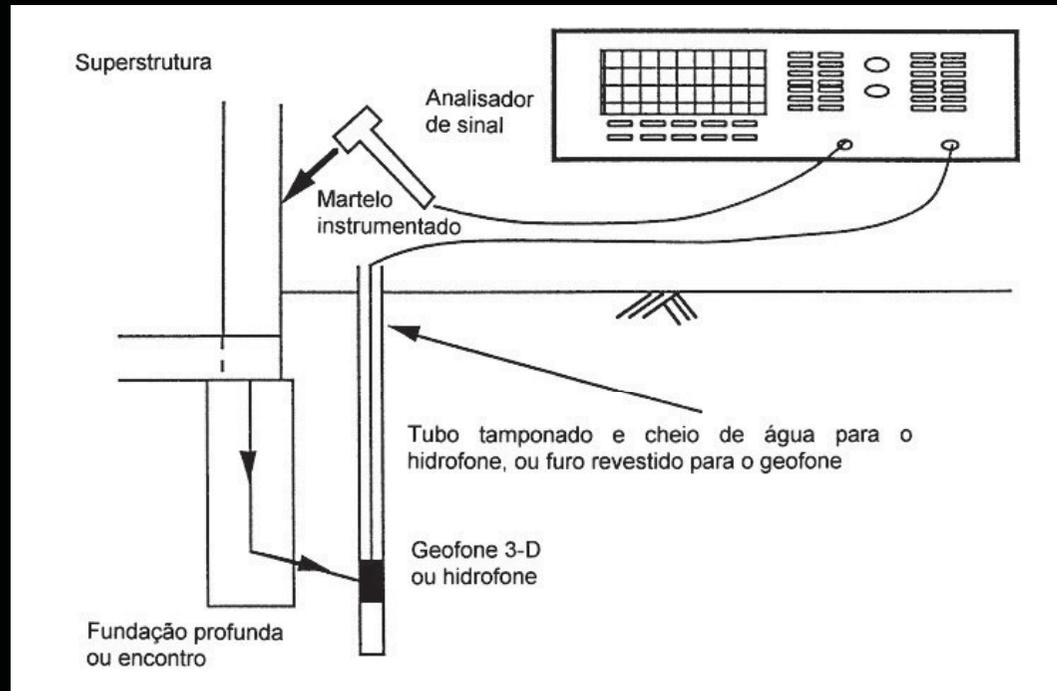
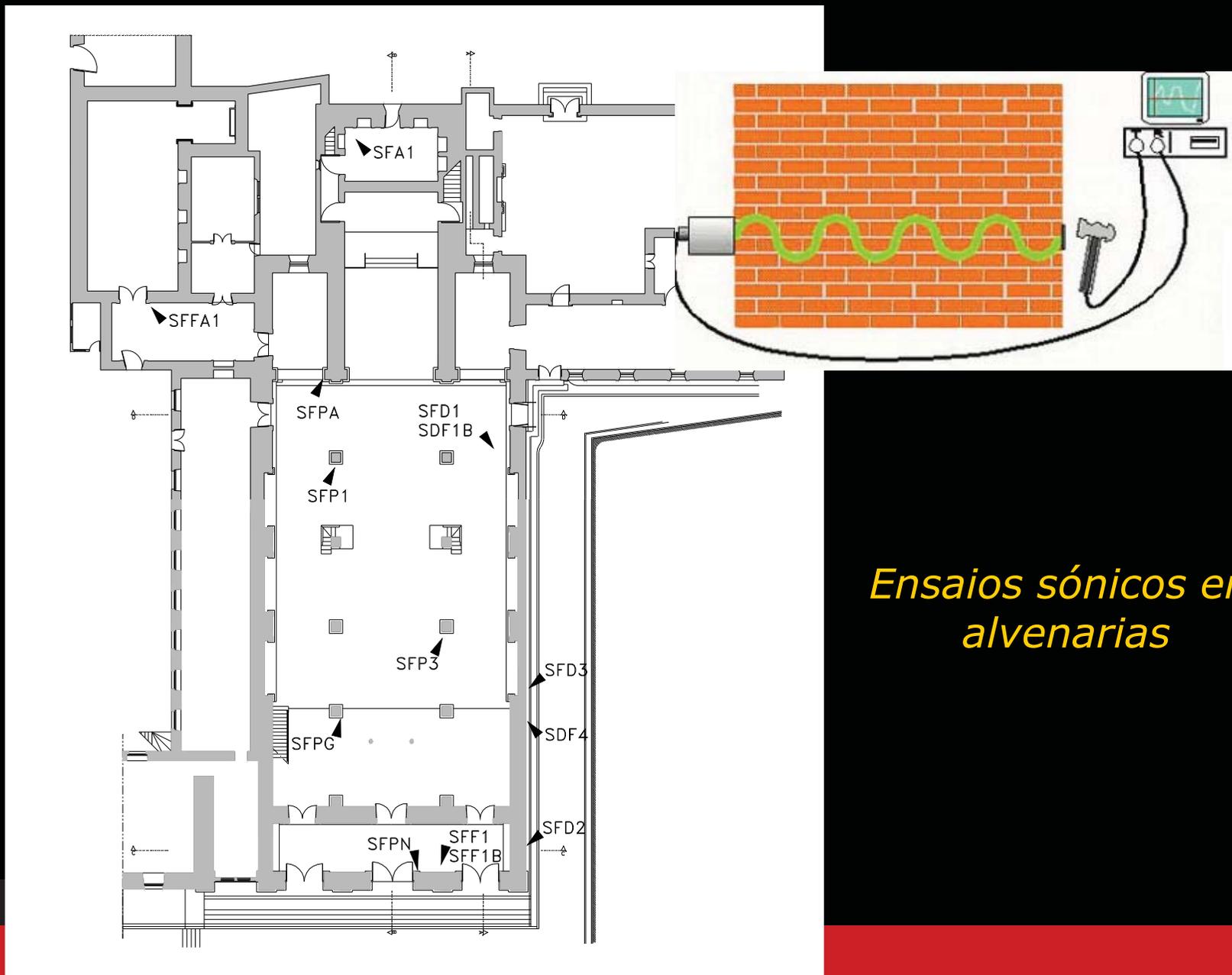


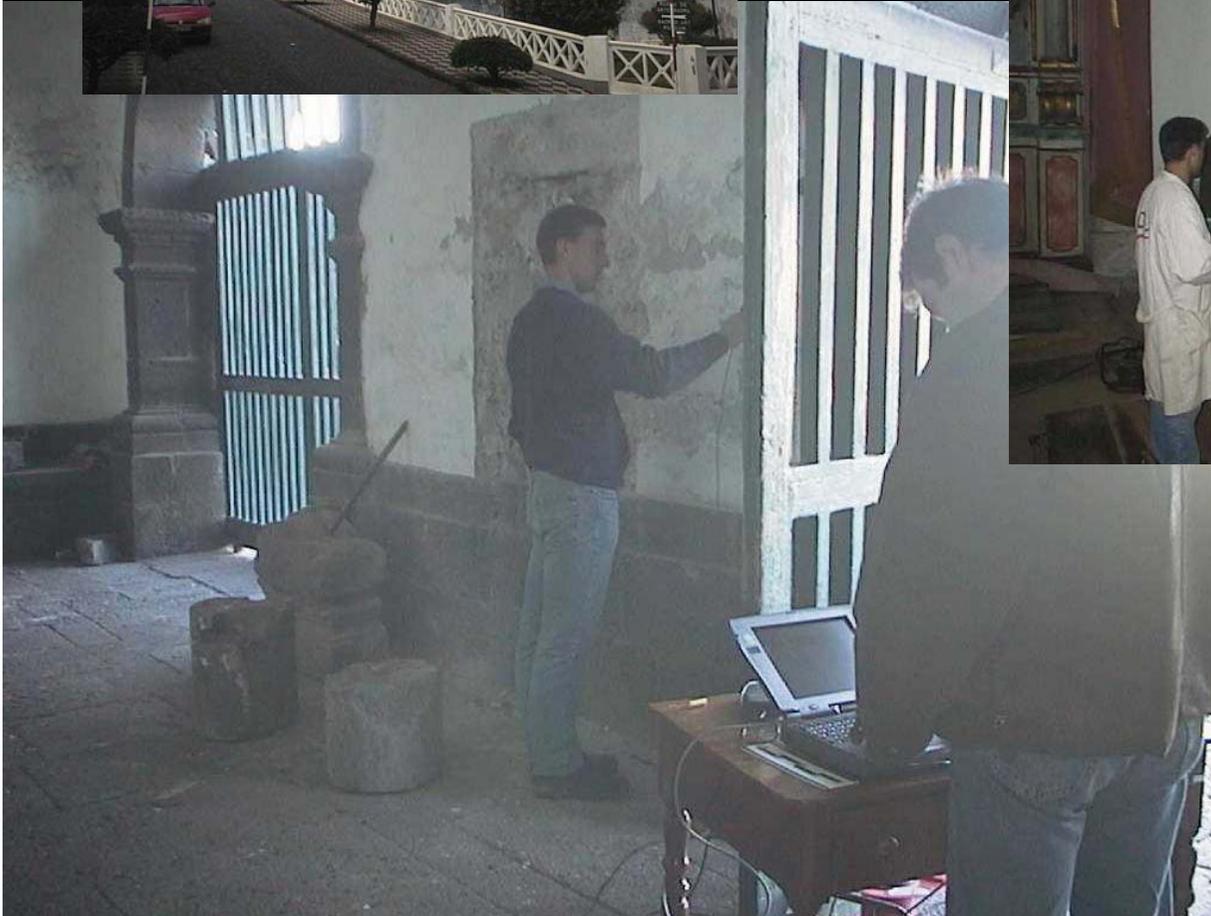
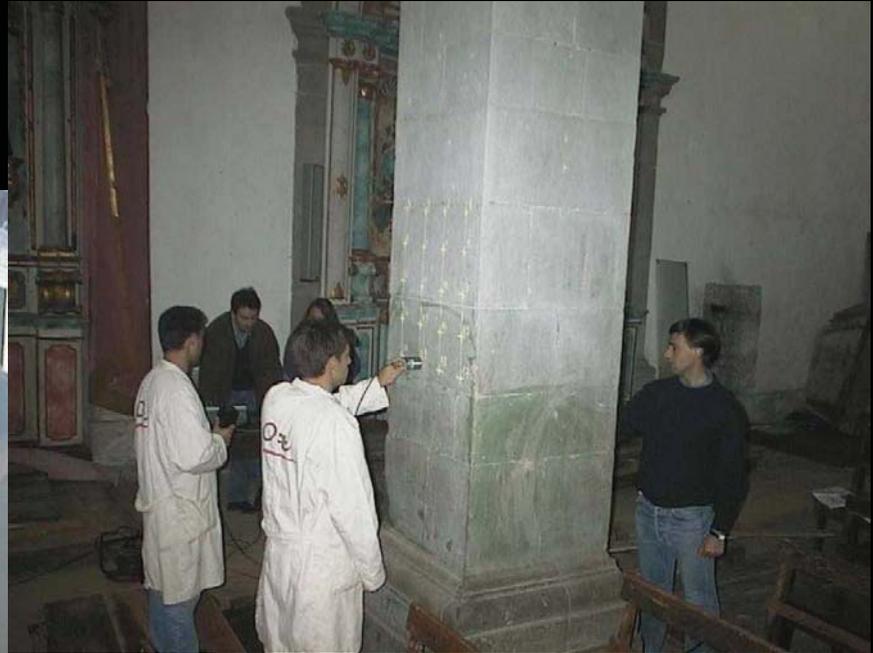
Figura Olson

Time, ms

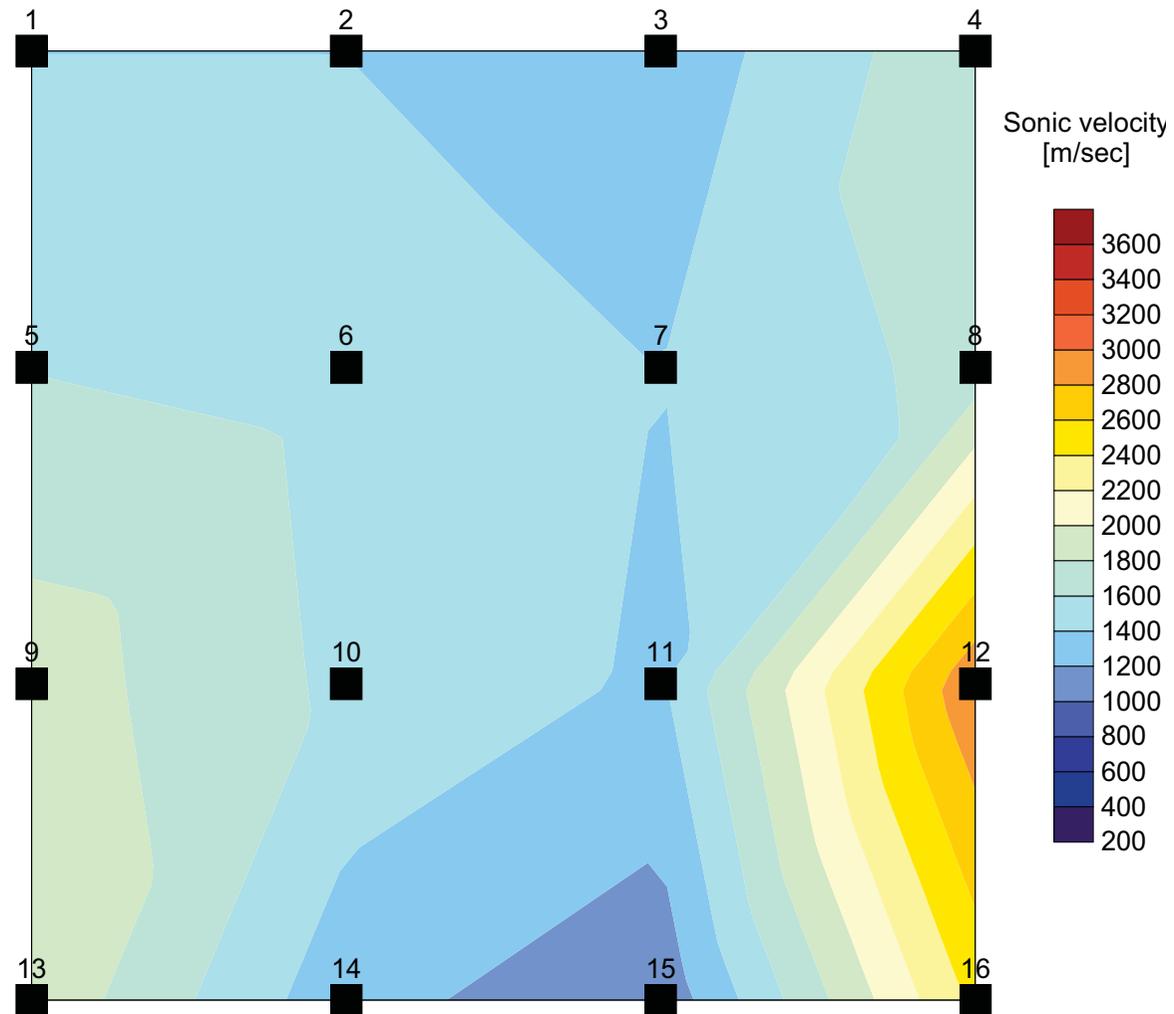




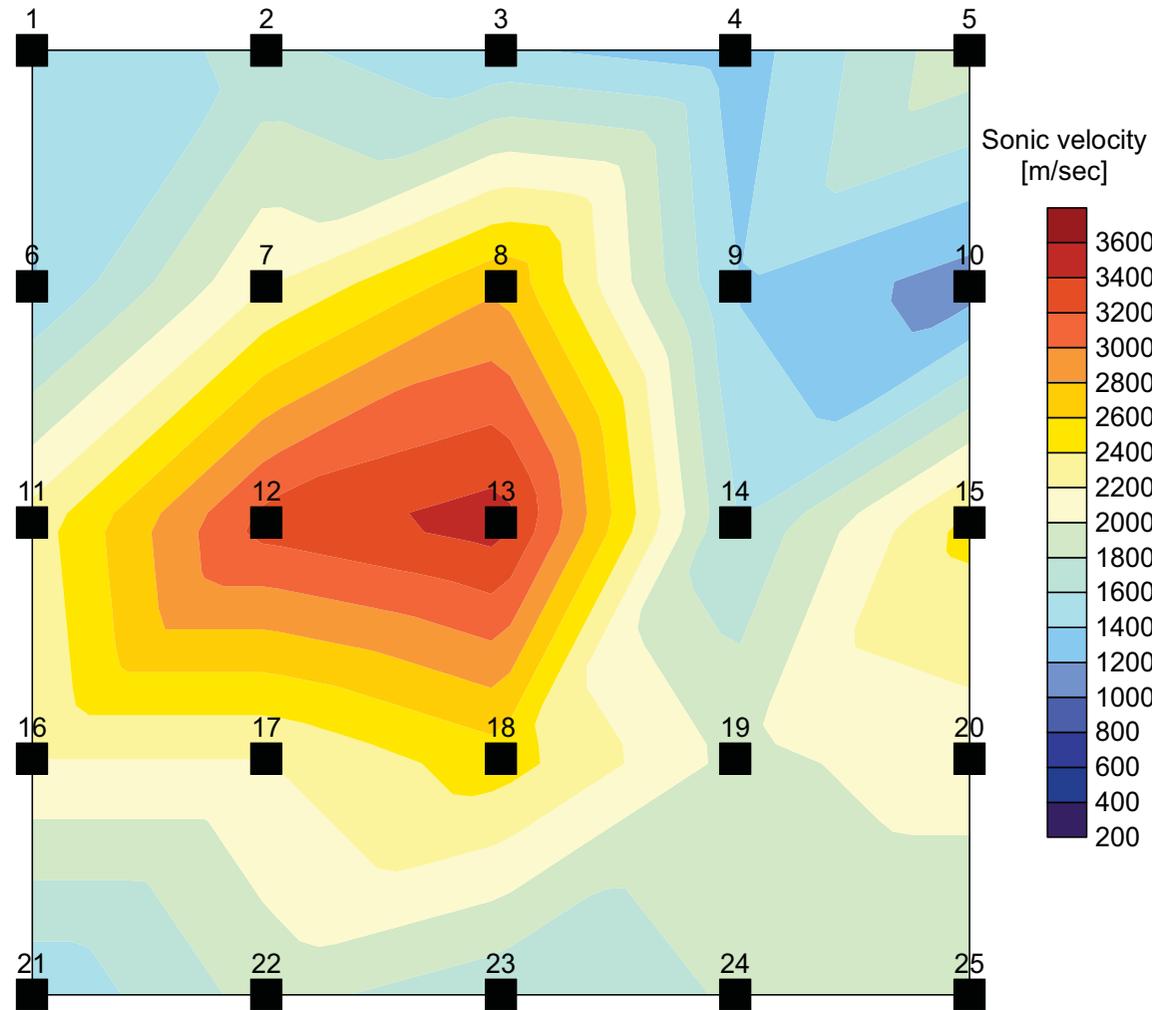
Ensaio sónico em alvenarias

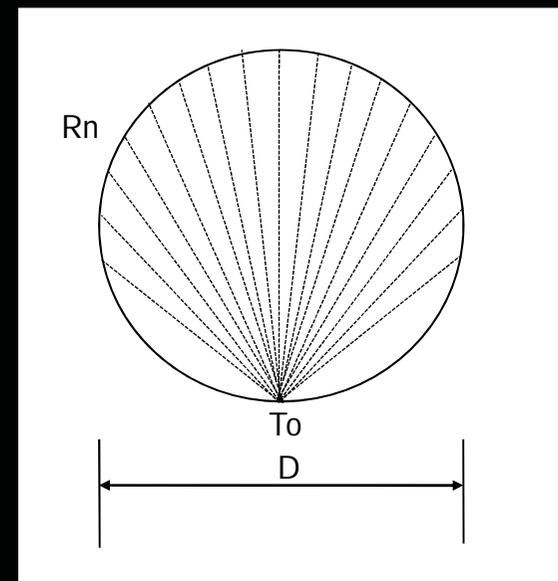
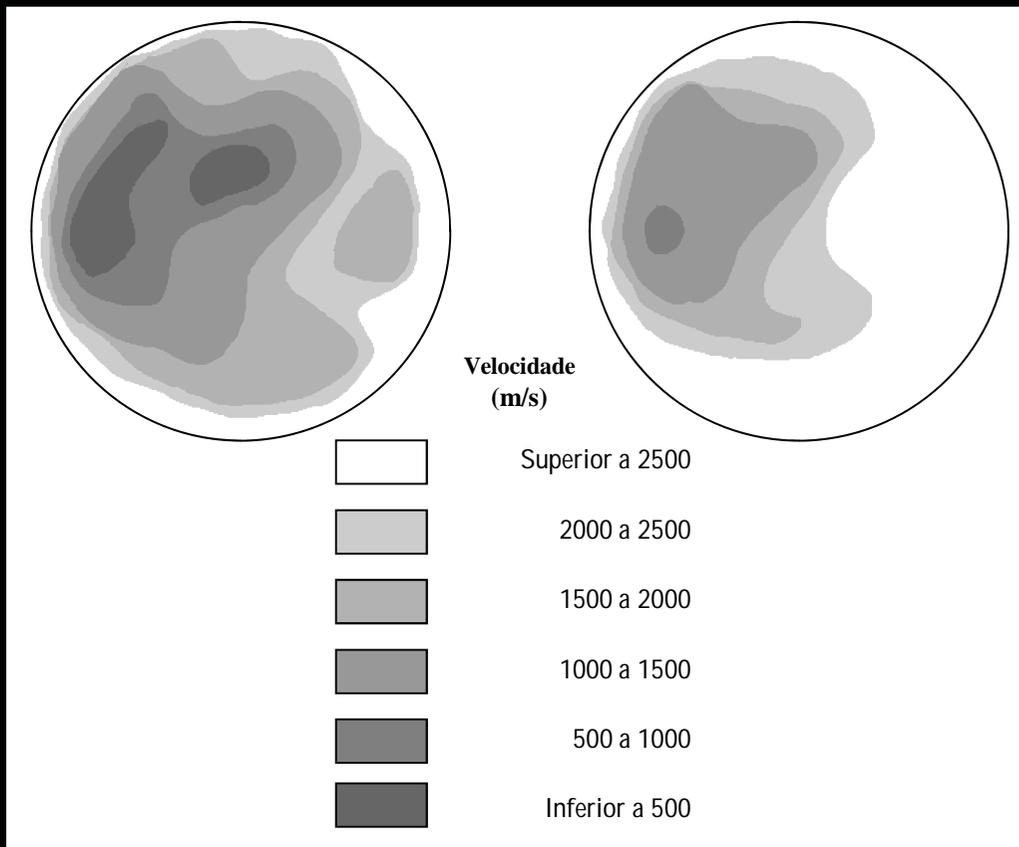


Zona SFP1 (pilar A)



Zona SFF1B (parede da fachada)





Tomografia sónica de alvenaria

Time, ms

Detecção e análise de vibrações

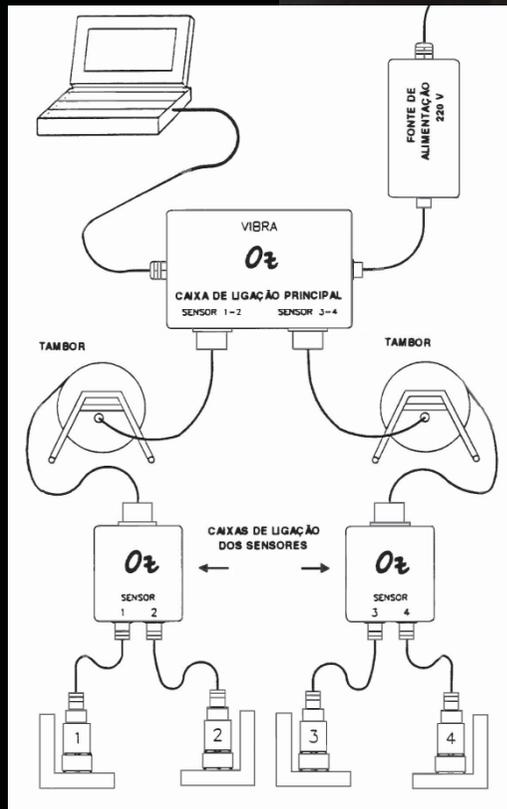
O estudo da resposta das construções a acções dinâmicas permite obter informações importantes sobre as suas características, o seu desempenho e a presença de eventuais anomalias. Tal estudo pode, genericamente, ser feito segundo duas vias:

- a) Análise de dados quanto à resposta dinâmica da construção às solicitações dinâmicas que constantemente lhe são impostas pela envolvente: passagem de viaturas, comboios, etc.;
- b) Aplicação de vibrações forçadas à construção (produzindo níveis de vibração que não afectem a sua integridade) e registo da resposta.

Time, ms



Detecção e análise de vibrações



Time, ms



Reacção química

O contacto dos materiais que constituem os elementos construtivos ou que neles se encontram depositados com determinados indicadores ou reagentes constitui uma forma de identificar ou de caracterizar esses materiais ou o seu estado de equilíbrio químico, com vista ao diagnóstico de anomalias por eles apresentados.

Um dos indicadores mais correntes em construção é o da fenolfatleína, que permite avaliar o grau de carbonatação da cal presente no betão. As reacções químicas a que se recorre "in situ" constituem formas expeditas de análise química sendo, as mais frequentes a análise titrimétrica e a análise colorimétrica.

Time, ms



Reacção química



Análise química expedita

Time, ms



Reacção electro-química

Nas armaduras do betão armado, devido a diferenças de concentração salina na água intersticial presente no betão que envolve as armaduras (electrólito), formam-se zonas anódicas e catódicas. Nas zonas anódicas dá-se uma reacção de oxidação, e o ferro liberta electrões, originando iões ferrosos que se dissolvem no electrólito; Esses iões vão-e depositar nas zonas catódicas, sob a forma de óxidos de ferro hidratados, ou ferrugem. Os electrões libertados nas zonas anódicas ficam na armadura, deslocando-se continuamente para as zonas catódicas.

Time, ms



Mecanismos de ingresso e transporte

O modo como os fluidos, em particular a água e o ar, ou os íons penetram e se movimentam no interior dos sólidos obedece a três processos principais:

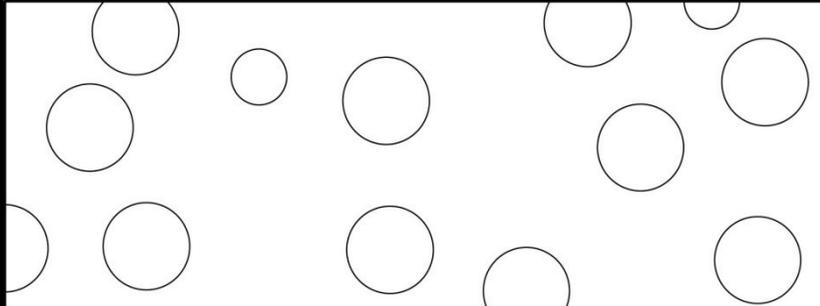
- Absorção e efeitos capilares;
- Permeabilidade associada a diferenças de pressão;
- Difusão iônica e gasosa.

A observação e a medição de efeitos associados a estes processos permite recolher informação sobre características do sólido em presença (pedra, betão simples ou armado), relevantes, sobretudo, para a sua durabilidade.

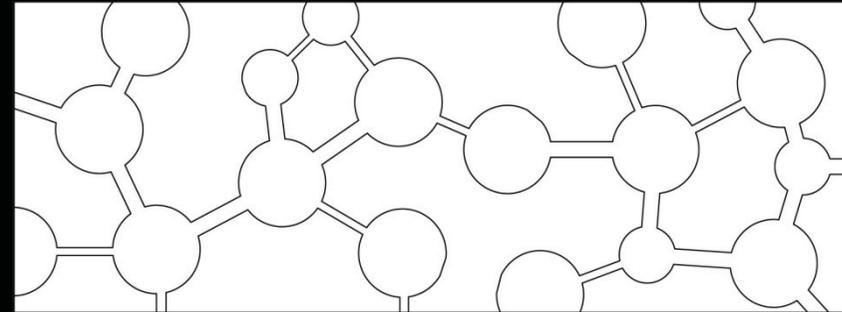
Time, ms



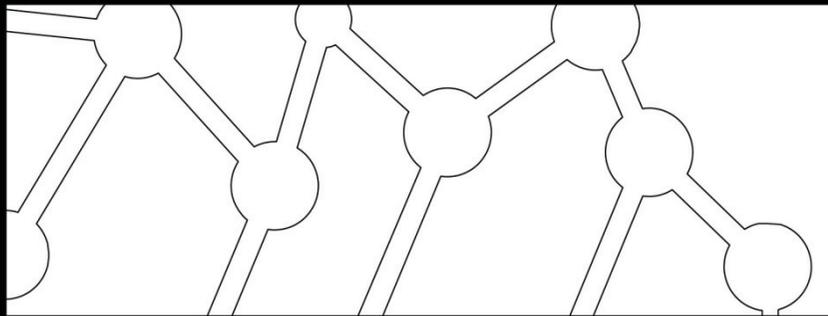
Mecanismos de ingresso e transporte



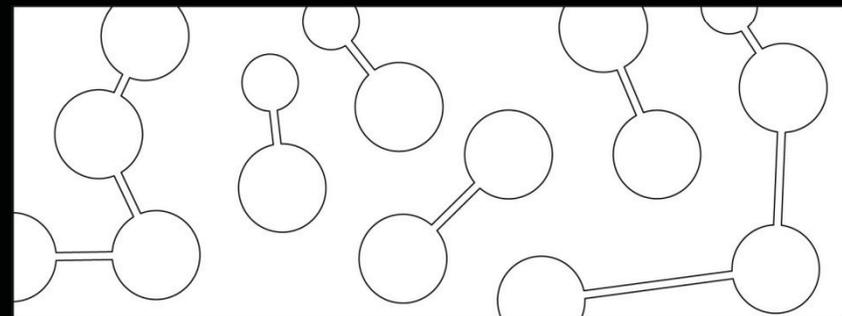
Material poroso, impermeável



Material poroso, permeável



Baixa porosidade, alta permeabilidade



Alta porosidade, baixa permeabilidade

Porosidade e permeabilidade (Bakker, citado pela Concrete Society)

Time, ms

Mecanismos de ingresso e transporte



Time, ms

Efeitos eléctricos e magnéticos

Os fenómenos electromagnéticos, associados à relação entre electricidade e magnetismo, são utilizados no domínio dos métodos não destrutivos de inspecção e ensaio, sobretudo, para detectar as armaduras, e estimar o seu diâmetro e recobrimento. São basicamente dois os efeitos aproveitados para este fim: a relutância magnética e as correntes induzidas.

Time, ms



Propagação de radiação electromagnética

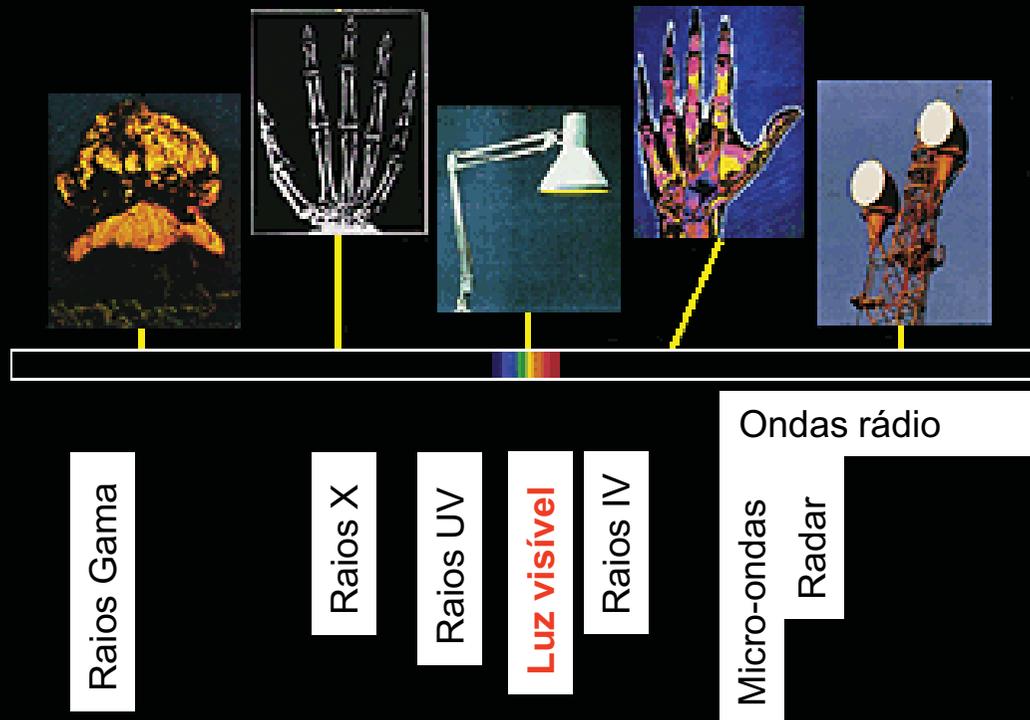


Imagem Nasa

Alta frequência
Ondas curtas
Alta energia

Baixa frequência
Ondas longas
Baixa energia

Time, ms



Propagação de radiação electromagnética

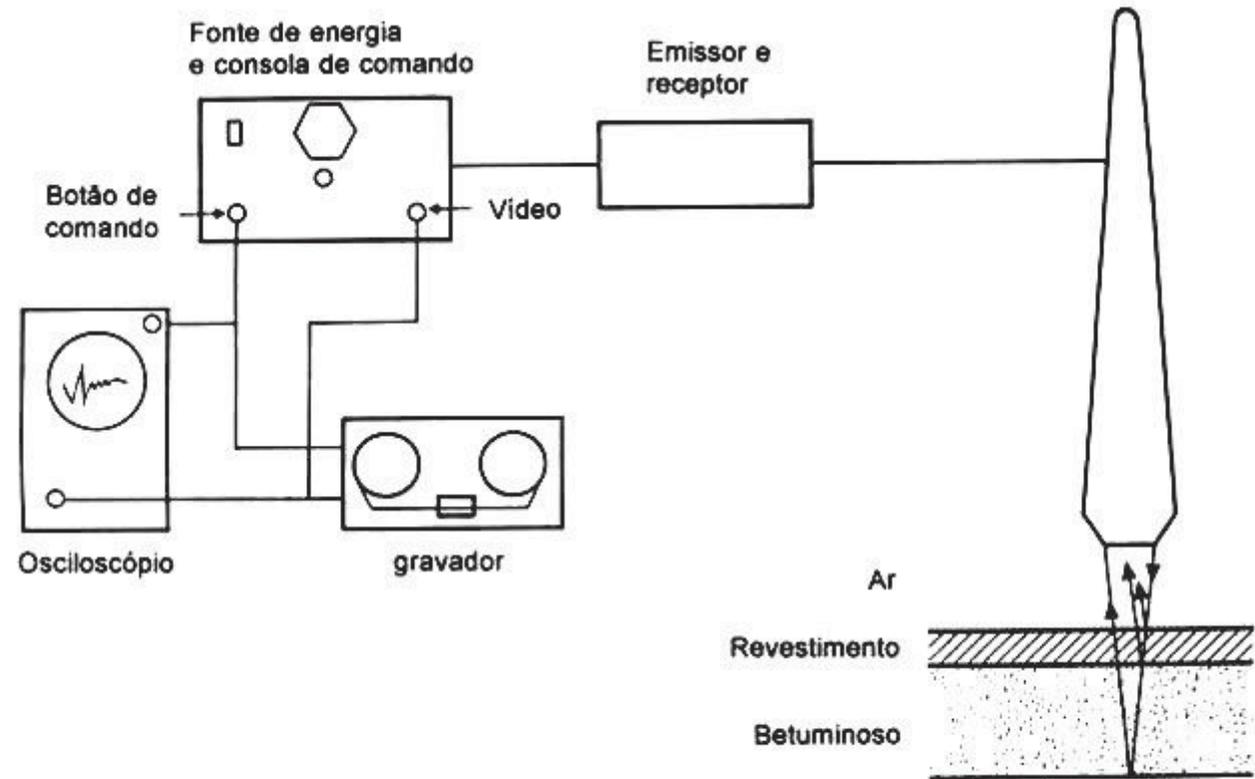
A radiação que incide sobre um corpo sólido pode, em parte, atravessá-lo e, em parte, ser por ele reflectida. Num e noutro caso as características da radiação incidente são alteradas, em função das propriedades do sólido. A energia transportada pela radiação incidente pode, também, acumular-se no sólido, sendo re-emitida sobre a forma de uma radiação de características diferentes. As várias formas como a radiação é aplicada e interage com o sólido dão lugar a outras tantas modalidades de recolha não destrutiva de informação sobre esse sólido.

Time, ms



Propagação de radiação electromagnética

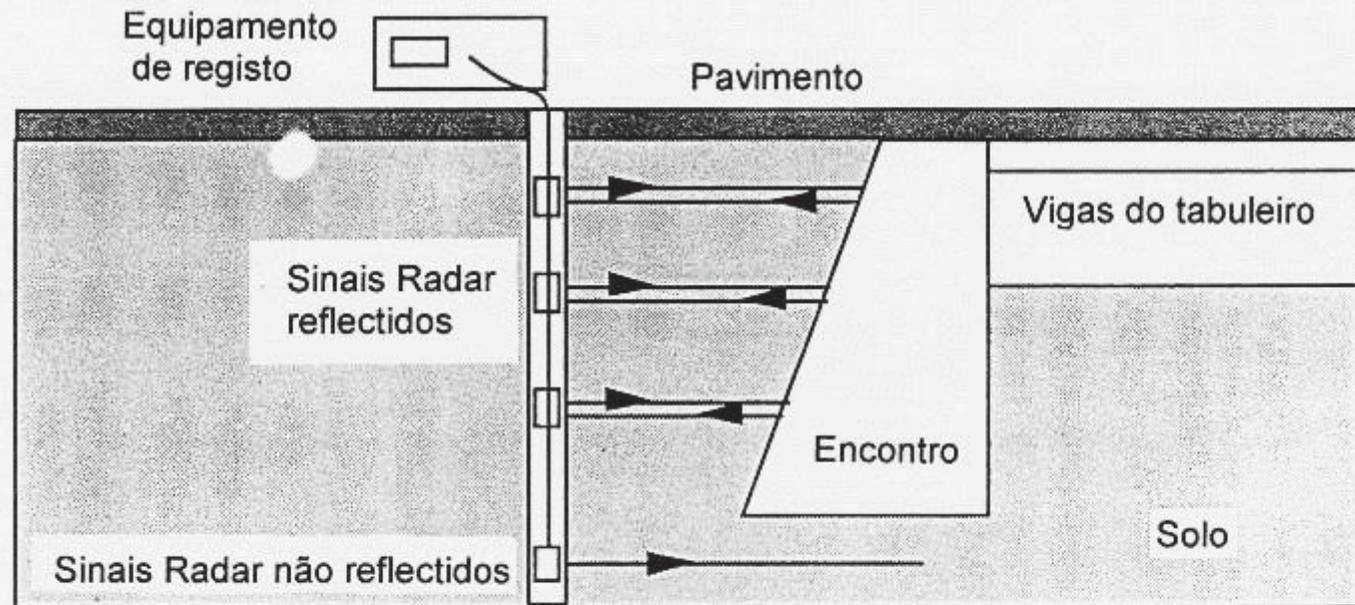
- Radar



Time, ms

Propagação de radiação electromagnética

- Radar

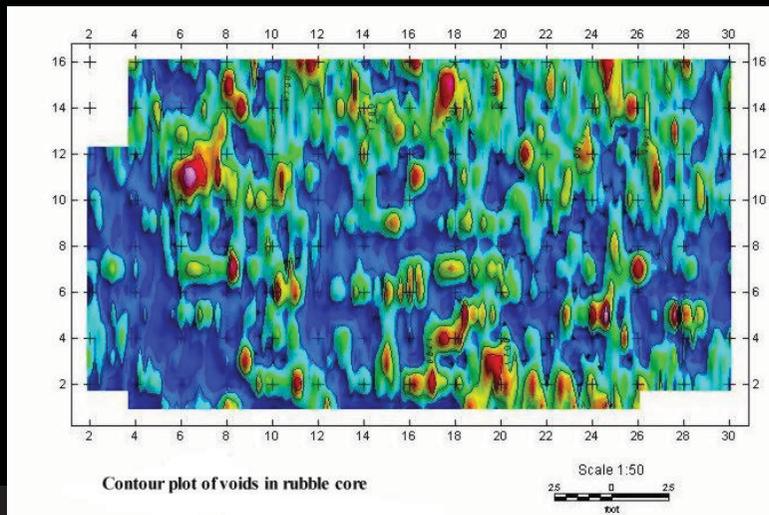


Determinação da profundidade e possivelmente da forma
duma fundação (Olson)

Time, ms

Propagação de radiação electromagnética

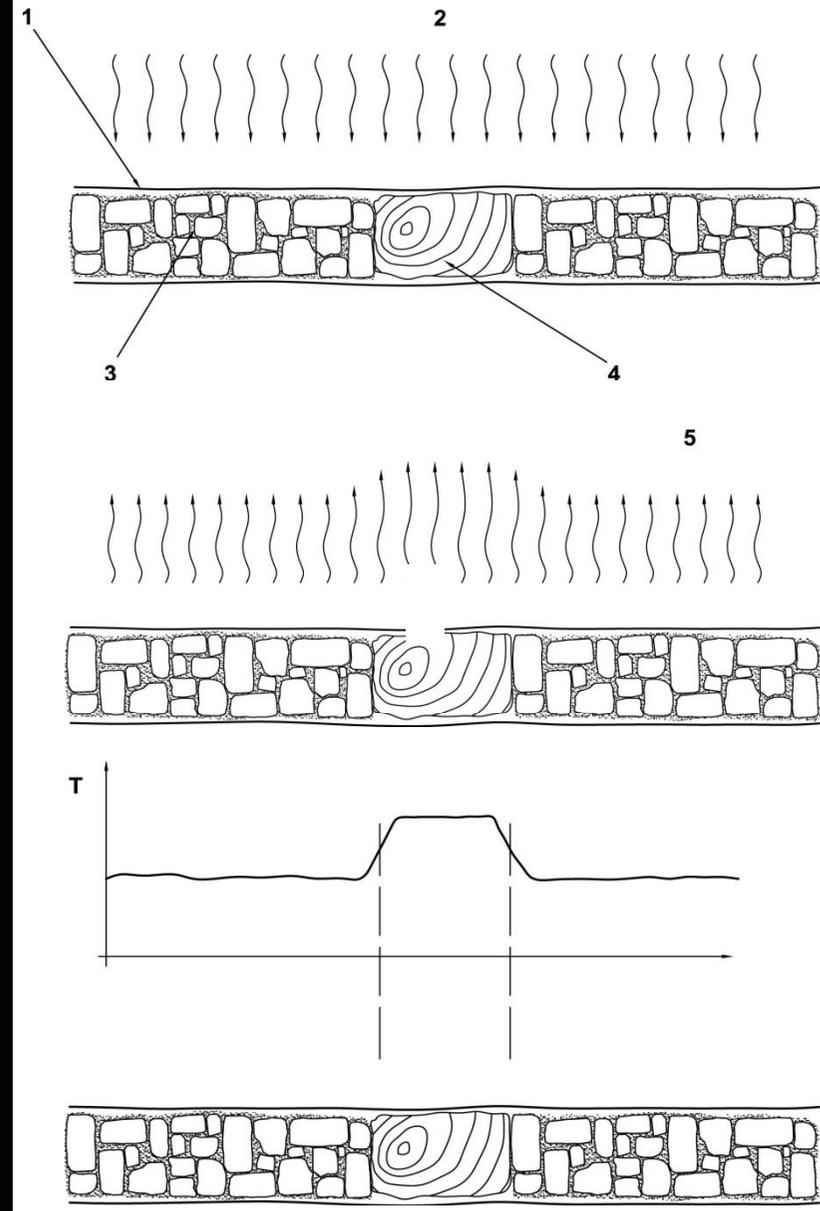
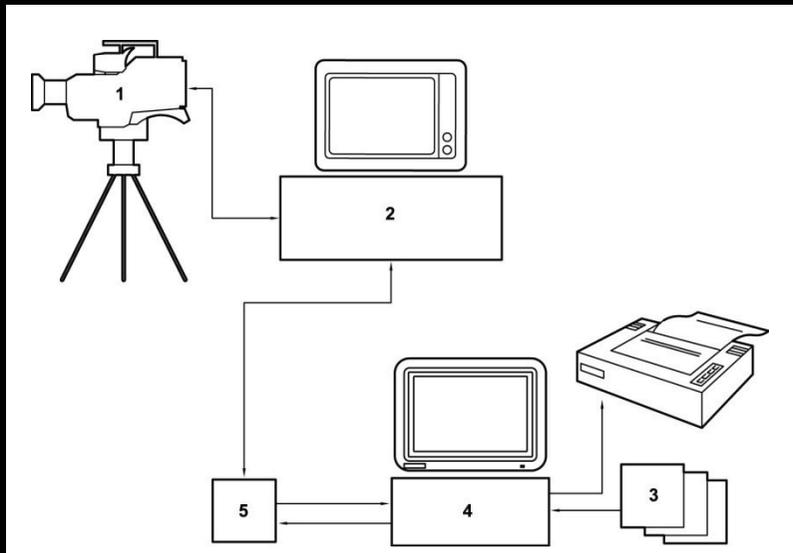
- Radar



Detecção de defeitos por meio do Radar - Injecção de vazios num muro de alvenaria e controlo do trabalho por meio do radar (Fotos "Roof Tile")

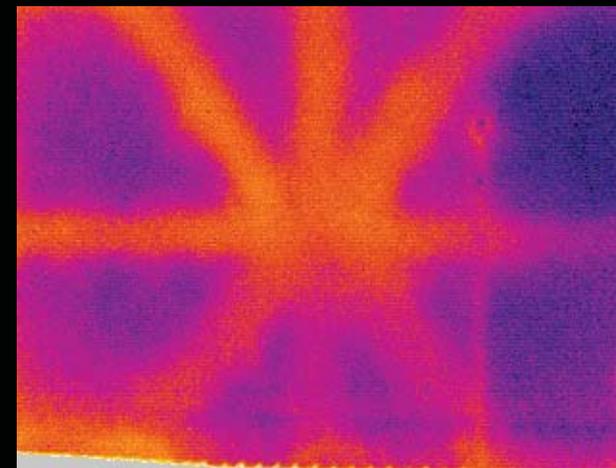
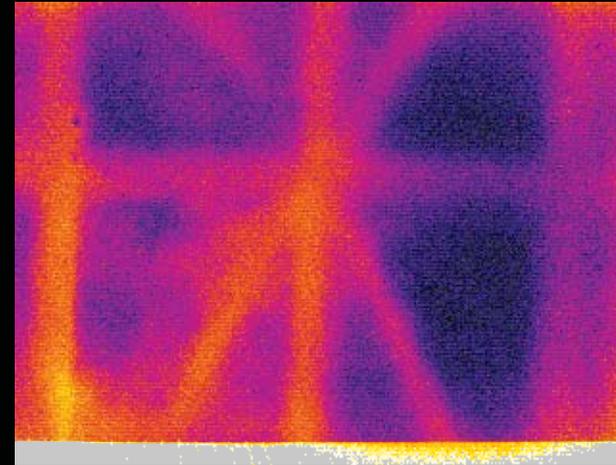
Propagação de radiação electro-magnética

- Termografia



Propagação de radiação electromagnética

- Termografia



Time, ms

Inspeções e ensaios na reabilitação de edifícios

Benéficos:

- Na recolha de informação, antes da intervenção;
- No controlo da qualidade, durante a intervenção;
- Na monitorização, após a intervenção.

Time, ms



Inspeções e ensaios na reabilitação de edifícios

- Gestão da qualidade;
- Qualificação da empresa.

Time, ms



Qualidade nos serviços de levantamento, inspecção e ensaio:

- Qualificação dos operadores;
- Controlo e manutenção dos equipamentos.

Time, ms



Requisitos da qualidade do Dono da Obra:

- Suficiente conhecimento das questões estratégicas e tecnológicas;
- Clara definição dos objectivos;
- Adequada ponderação dos factores de longo prazo;
- Escolha dos fornecedores com base em critérios de fiabilidade e competência.

Time, ms



Obrigado.

www.oz-diagnostico.pt

Time, ms

