

Metodologia para conservação de estruturas históricas

As recomendações do ISCARSAH / ICOMOS

Paulo B. Lourenço

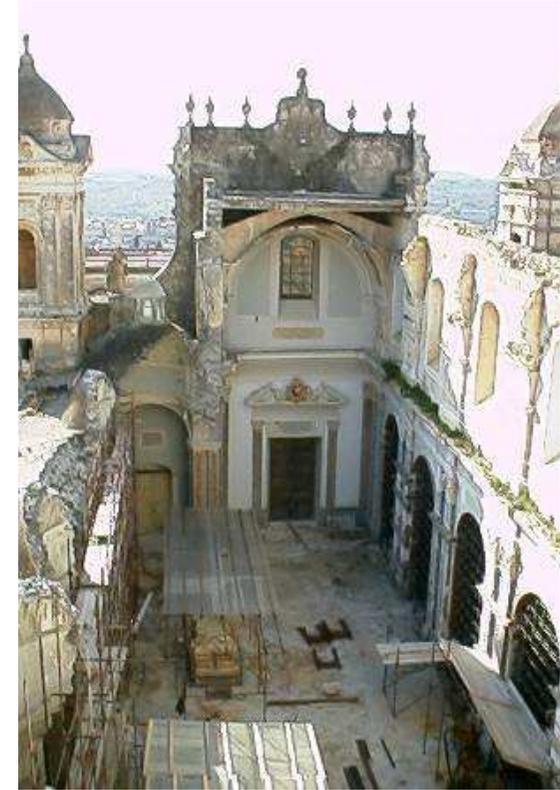
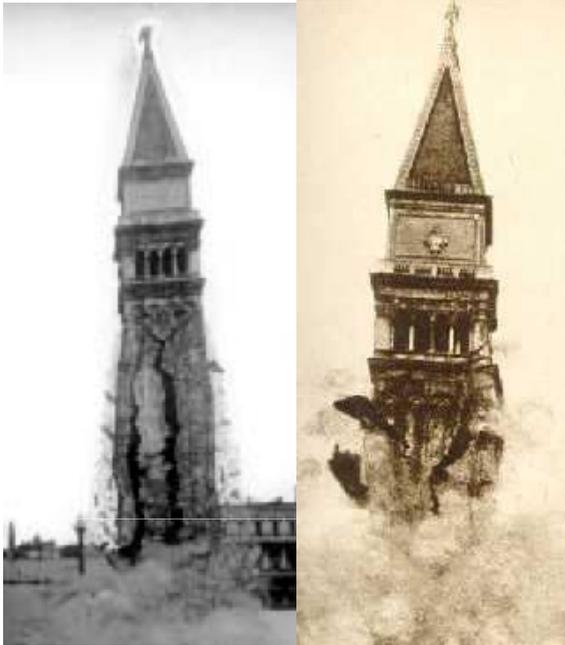
Membro da Direcção do ISCARSAH

ISISE

Universidade do Minho

www.isise.net – www.civil.uminho.pt/masonry – pbl@civil.uminho.pt

As estruturas não duram eternamente (I) ...

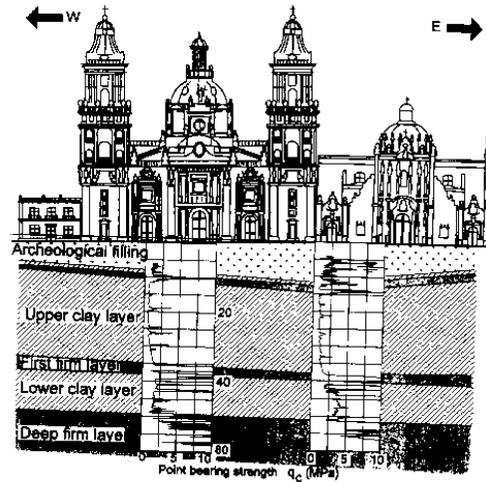


Veneza, 1902

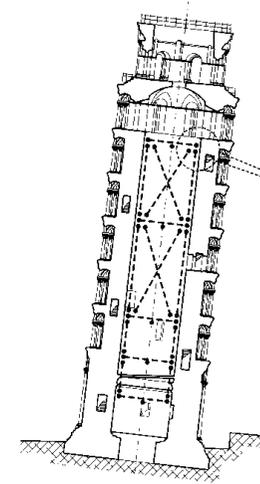
Pavia, 1989

Noto, 1996

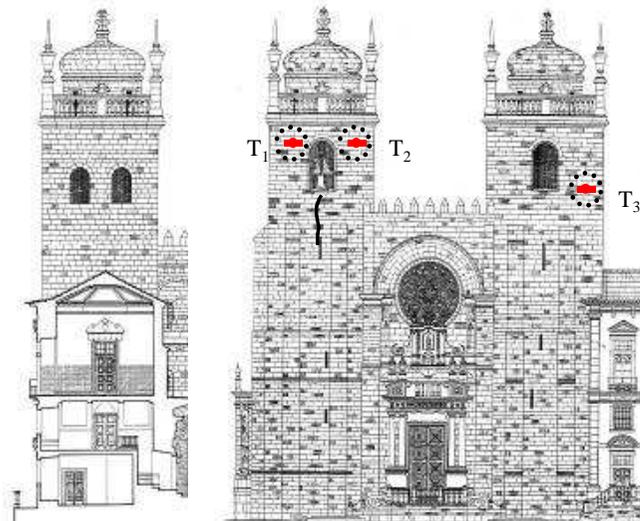
As estruturas não duram eternamente (II) ...



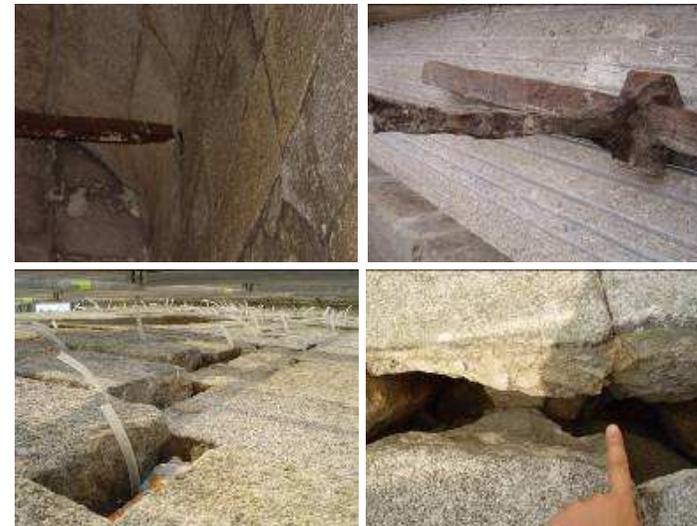
Catedral da Cidade do México



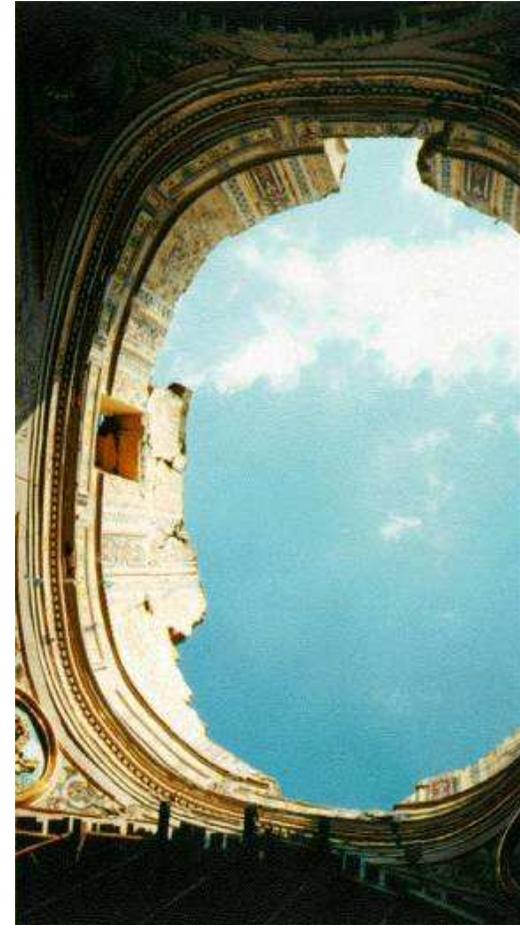
Torre de Pisa



Sé do Porto

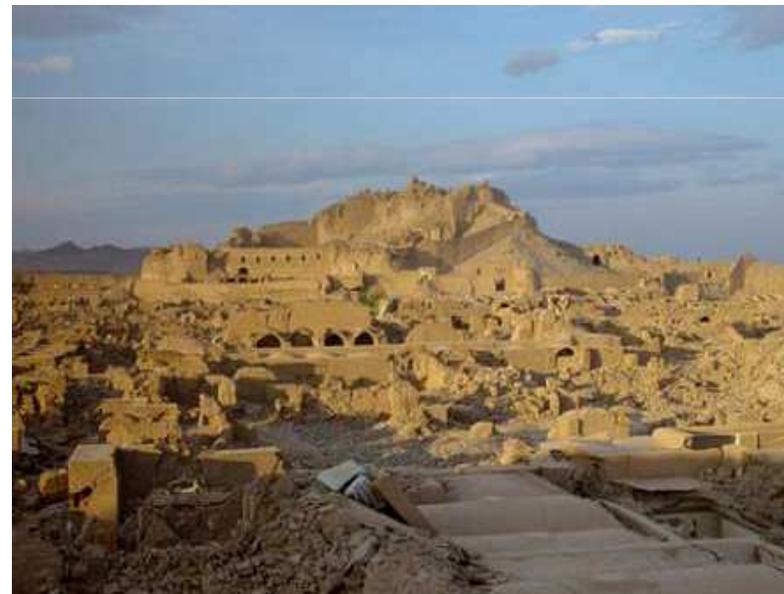


As estruturas não duram eternamente (III) ... Sismos... a força mais devastadora



Puebla, Mexico, 1999

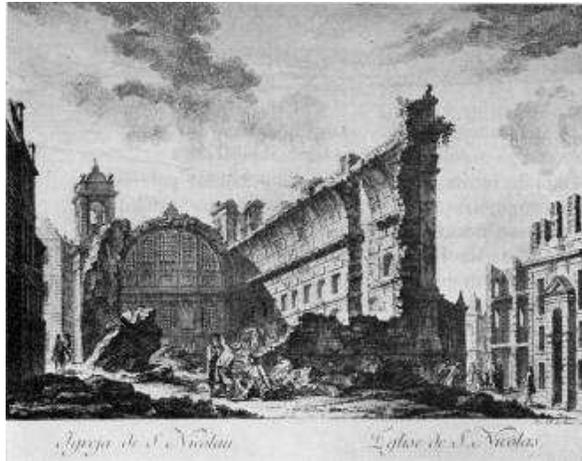
As estruturas não duram eternamente (IV) ... Sismos... a força mais devastadora



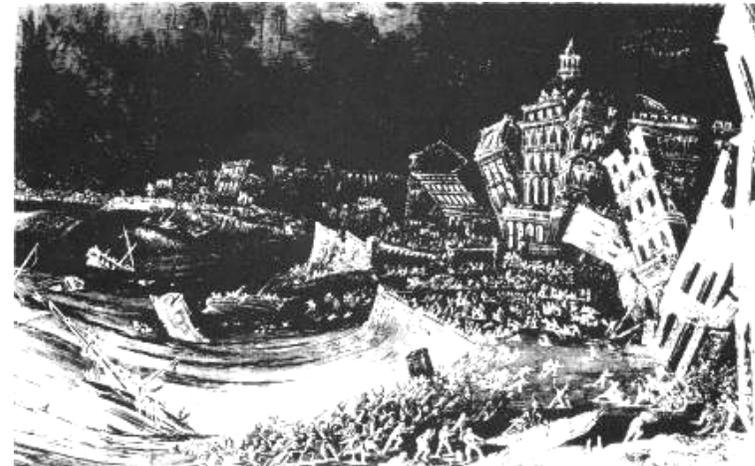
Bam, Irão, 2003

As estruturas não duram eternamente (V) ... Sismos... a força mais devastadora

- ❑ 1755: Um dos maiores terremotos do mundo atingiu Lisboa (magnitude estimada de 9.0). >10% da população morreu, incêndios durante dias
- ❑ Para além da perda dos edifícios, entre as perdas de valor cultural referem-se:
 - No convento da Trindade, vários artefactos de culto preciosos, órgãos e uma grande biblioteca
 - No convento e igreja do Carmo “tudo aquilo que tinha valor perdeu-se”
 - No convento de S. Domingos, várias mobílias preciosas, artefactos de prata e ouro, e várias bibliotecas com 15000 volumes em encadernação dourada
 - No mosteiro de S. Francisco, toda a prata fundida e uma biblioteca com 9000 volumes perdida
 - No mosteiro do Espírito Santo, uma preciosa custódia de diamante e uma grande biblioteca transformaram-se em cinzas.



Igreja de São Nicolau, Lisboa



Maremoto, Lisboa

As estruturas não duram eternamente (VI) ... Sismos... a força mais devastadora



Ruínas da Igreja do Carmo, Lisboa



Igreja de Santa Maria, Beja

Contexto

- ❑ **A alvenaria e madeira são os materiais estruturais mais antigos**
Pouco abordados nas licenciaturas em Arquitectura e em Engenharia Civil, onde o aço e o betão parecem ser os únicos materiais estruturais

- ❑ **Conhecimento pouco aprofundado dos materiais e das técnicas “tradicionais”, resultando em intervenções ineficientes...**
 - Forte preconceito em relação à reabilitação de construções existentes
 - Incorrecta avaliação de segurança

- ❑ **Recentes códigos Europeus para madeira e alvenaria estão disponíveis, juntos com recomendações**

BSSC, Pré-norma e medidas para a reabilitação sísmica de edifícios, FEMA 356, 2000.

ICOMOS, Recomendações para a análise, conservação e restauro estrutural do património arquitectónico , 2001.

ISO, Bases para o projecto de estruturas – Avaliação de estruturas existentes, ISO 13822, 2003.

CEN, Eurocódigo 8: Disposições para Projecto de estruturas Sismo-resistentes. Parte 3: Reforço e reparação de edifícios, EN 1998-3:2005, 2005.

O Papel do Engenheiro (I)

As recomendações ICOMOS destinam-se a ser úteis para todos os envolvidos nos problemas de conservação e restauro, e não exclusivamente à vasta comunidade de engenheiros.

Os envolvidos na preservação histórica devem reconhecer a contribuição do engenheiro. Em geral, a opinião do engenheiro tende a ser entendida como algo que vem no final do projecto, após as decisões já estarem tomadas, quando se torna evidente que é usualmente possível chegar a uma melhor solução através de uma contribuição inicial do engenheiro.

A engenharia “de conservação” deve ter uma abordagem e capacidade diferentes das usadas no dimensionamento de estruturas novas. Frequentemente, os materiais tradicionais são mutilados ou destruídos por engenheiros que não reconhecem este facto, com o consentimento das autoridades e outros peritos envolvidos. Também se verifica que existe a tendência das entidades reguladoras e dos engenheiros requererem que as estruturas estejam em conformidade com os regulamentos actuais. Isto é muitas vezes inaceitável.

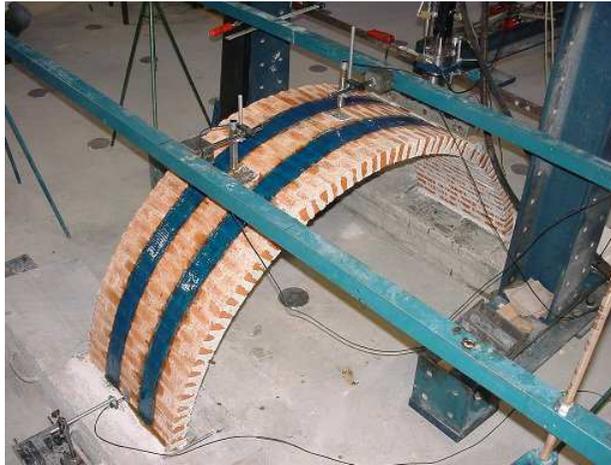
O Papel do Engenheiro (II)

A necessidade de reconhecer a diferença entre o projecto moderno e a conservação também é relevante no contexto dos custos associados à contribuição da engenharia. O procedimento habitual de cálculo de honorários como uma percentagem do trabalho realizado está claramente em oposição com a melhor prática de conservação, visto que idealmente se deveria evitar qualquer intervenção estrutural.

Os procedimentos das intervenções modernas exigem um levantamento cuidado da estrutura, bem como a compreensão da sua história. Qualquer estrutura tradicional é o resultado da concepção e construção originais, das diversas alterações deliberadamente realizadas e da deterioração devida ao tempo e eventos excepcionais. O trabalho do engenheiro em edifícios antigos deve ter em conta que muito do esforço despendido na compreensão do estado actual necessita da compreensão do processo histórico. O engenheiro, envolvido desde o início do processo que conduzirá à intervenção, pode não só ter questões que podem ser facilmente respondidas por arqueólogos ou historiadores de arte, mas pode também ser capaz de fornecer explicações para a informação que está a ser revelada pelo estudo histórico.

Conhecimento Experimental

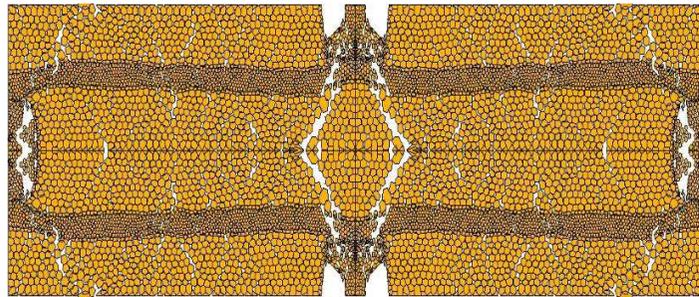
Alvenaria



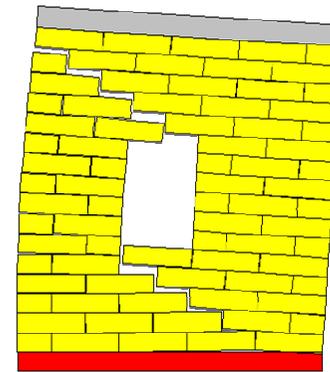
Madeira



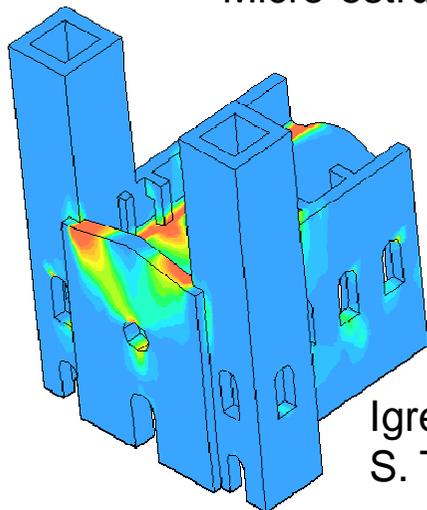
Simulação Computacional



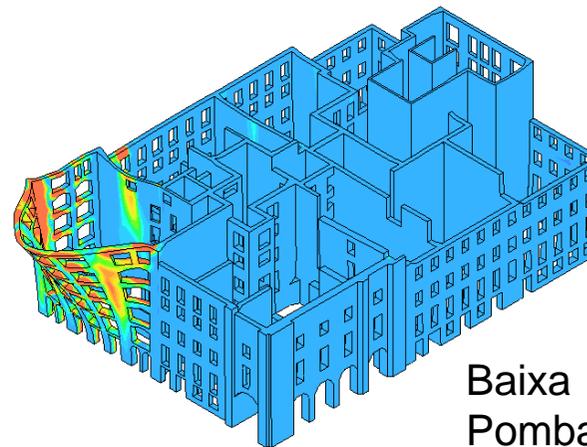
Micro-estrutura



Corte em Parede

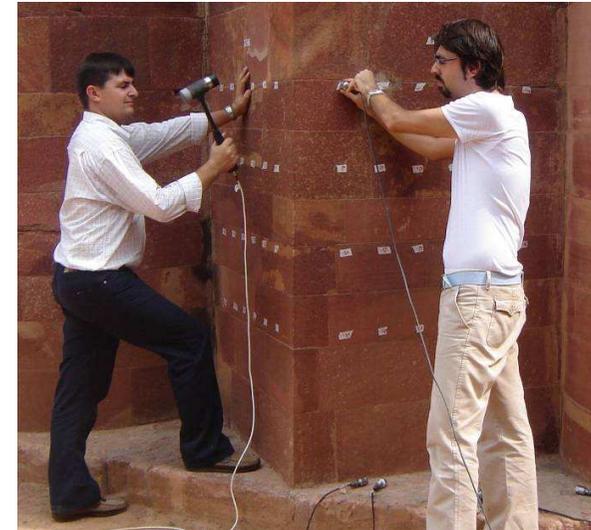
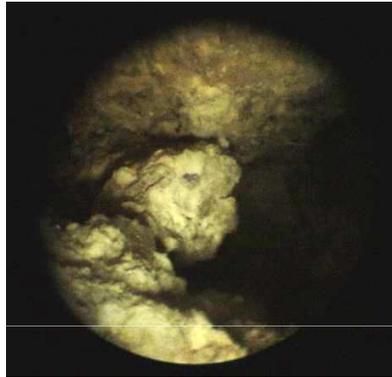


Igreja de
S. Torcato



Baixa
Pombalina

Ensaios Não-Destrutivos no local



Boroscopia
Macacos-planos
Ensaios sónicos
Radar
Resistógrafo



Aplicações (I)



Mosteiro dos Jerónimos



Mosteiro de Salzedas



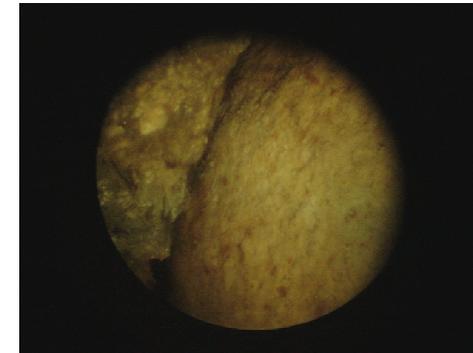
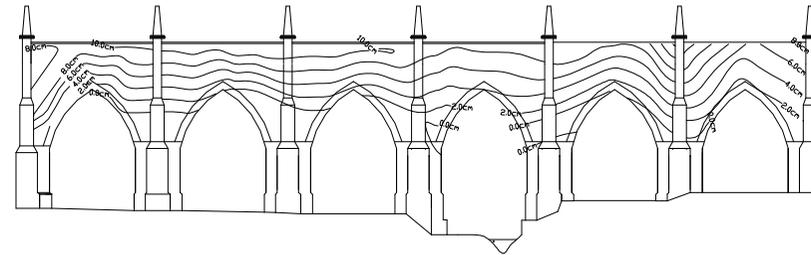
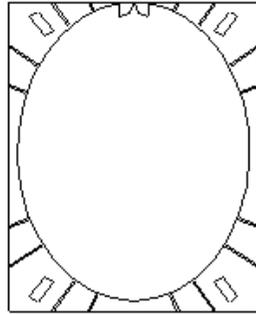
Sé do Porto



Convento Tomar



Aplicações (II)



Santa Cruz

Boutaca





**International Council on
Monuments and Sites**

**Conseil International
des Monuments et des Sites**

www.icomos.org



ICOMOS é uma organização internacional não governamental dedicada a promover a aplicação de princípios, metodologia e técnicas científicas para conservação do património arquitectónico e arqueológico.

O seu trabalho é baseado nos princípios de salvaguarda da Carta Internacional da Conservação e Restauro de Monumentos e Locais de 1964 (Carta de Veneza).

Fundado em 1965 como o resultado da adopção internacional da Carta de Veneza em 1964

Actualmente o ICOMOS abrange comités nacionais de 107 países e mais de 20 comités científicos



ISCARSAH

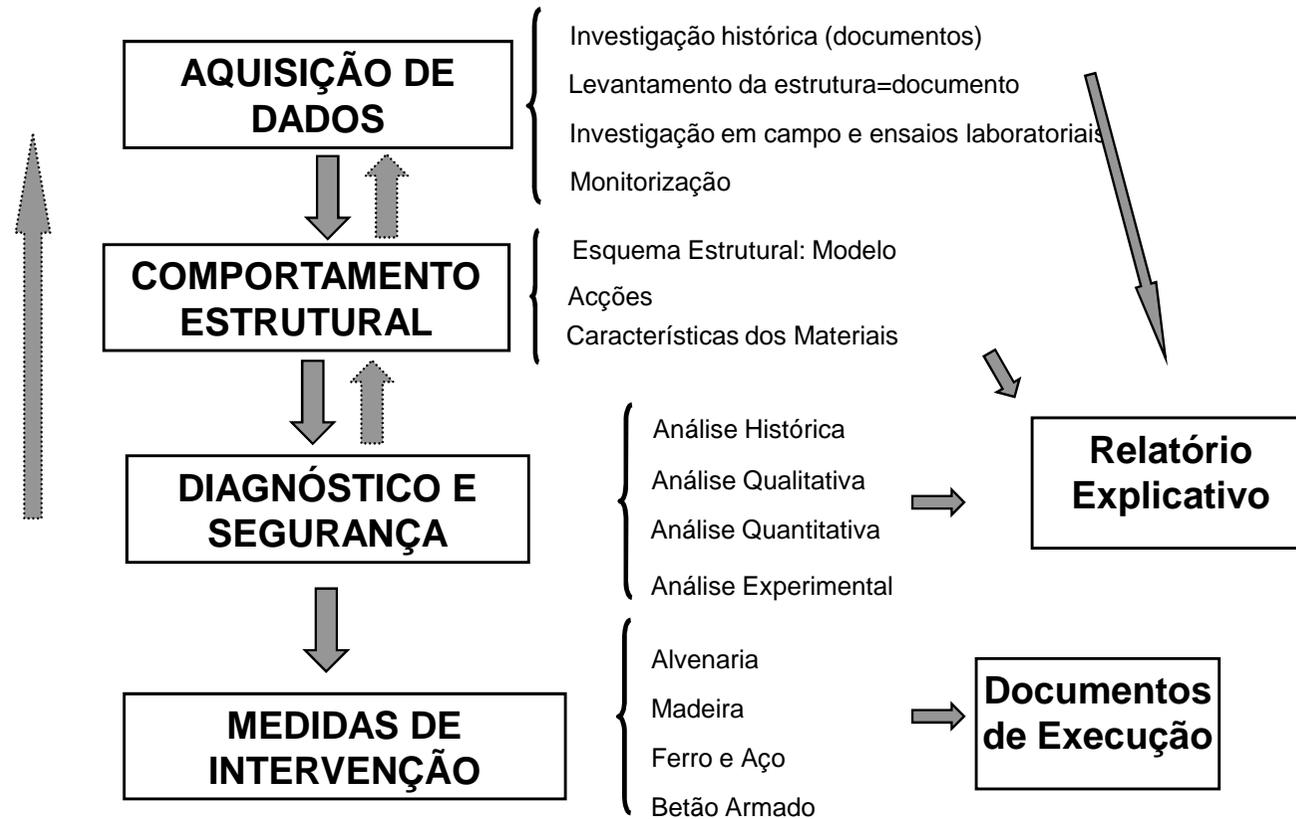
**Comité Científico Internacional para Análise e Restauro de Estruturas
de Património Arquitectónico**

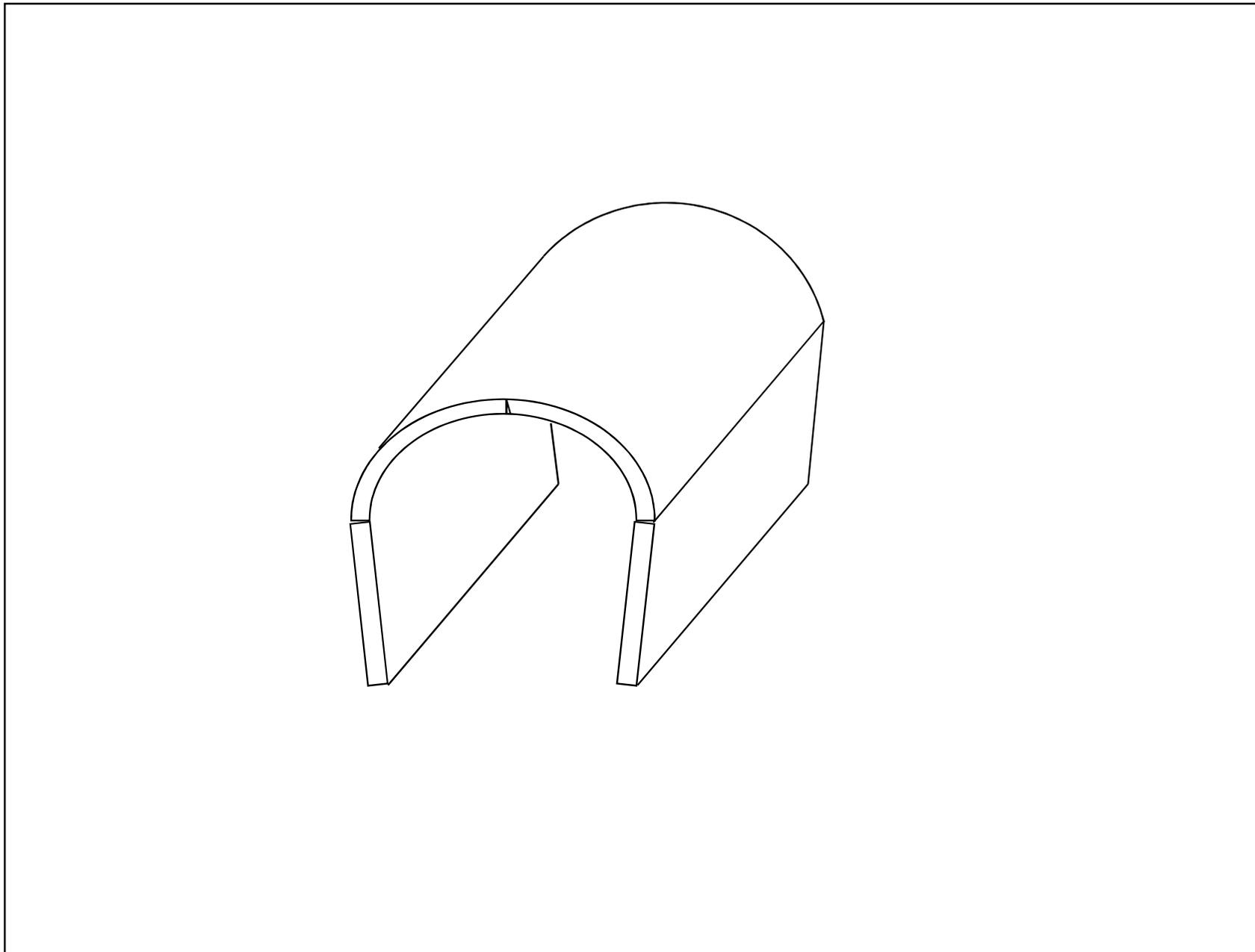
***RECOMENDAÇÕES PARA A ANÁLISE,
CONSERVAÇÃO E
RESTAURO ESTRUTURAL DO
PATRIMÓNIO ARQUITECTÓNICO***

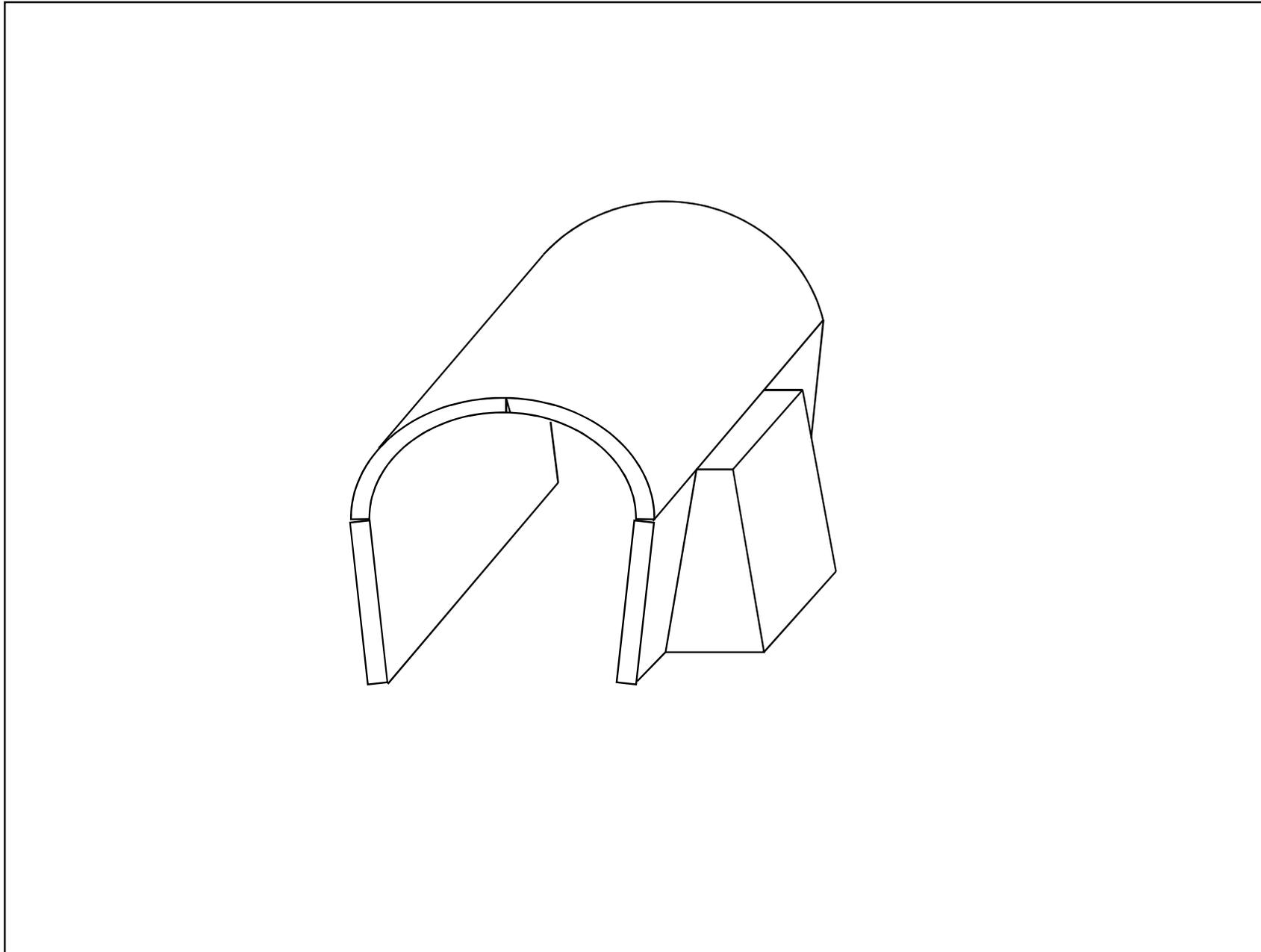
**PRINCÍPIOS aprovados durante a 14ª Assembleia Geral do ICOMOS
em Victoria Falls, Zimbabué, Outubro 2003**

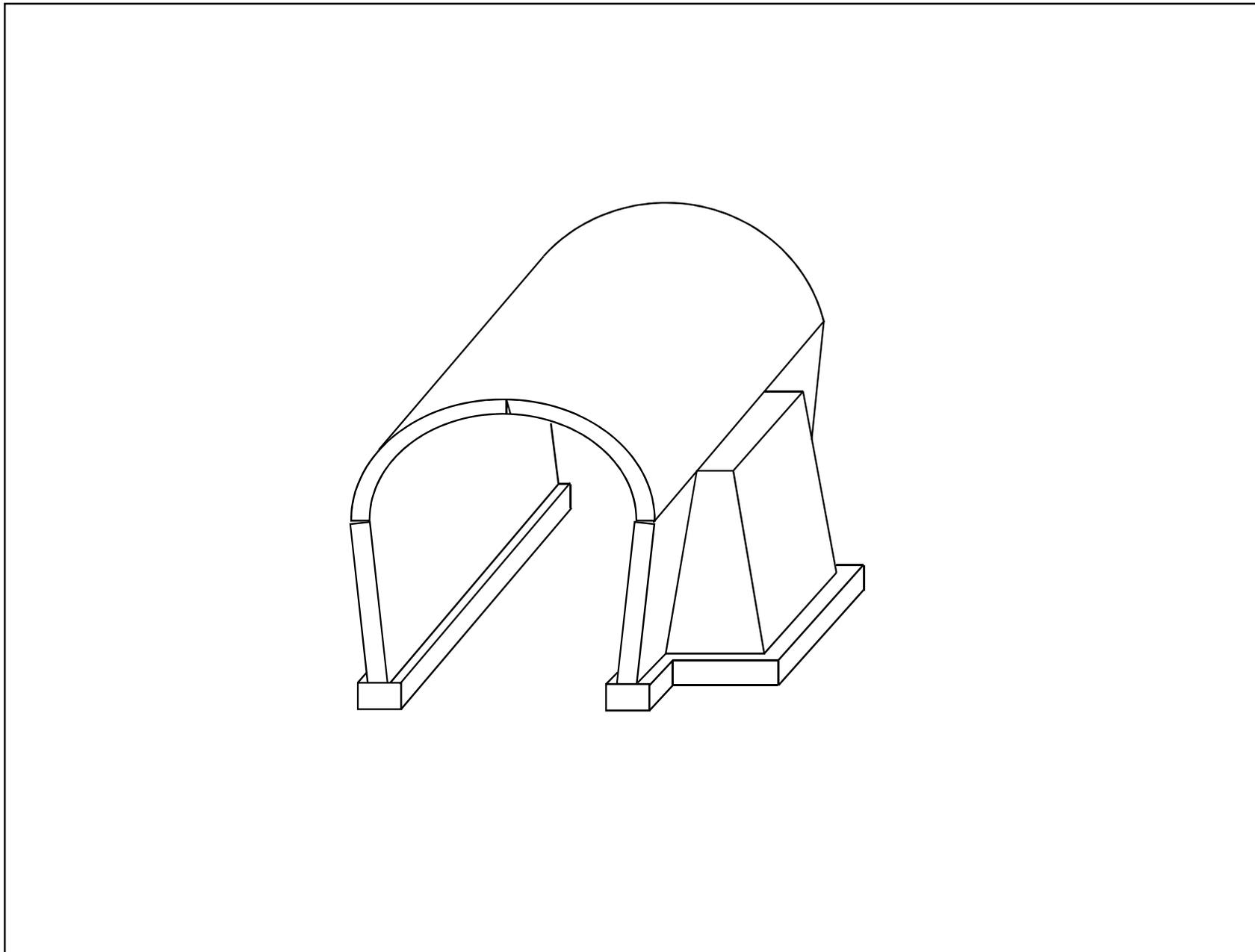
Recomendações ICOMOS

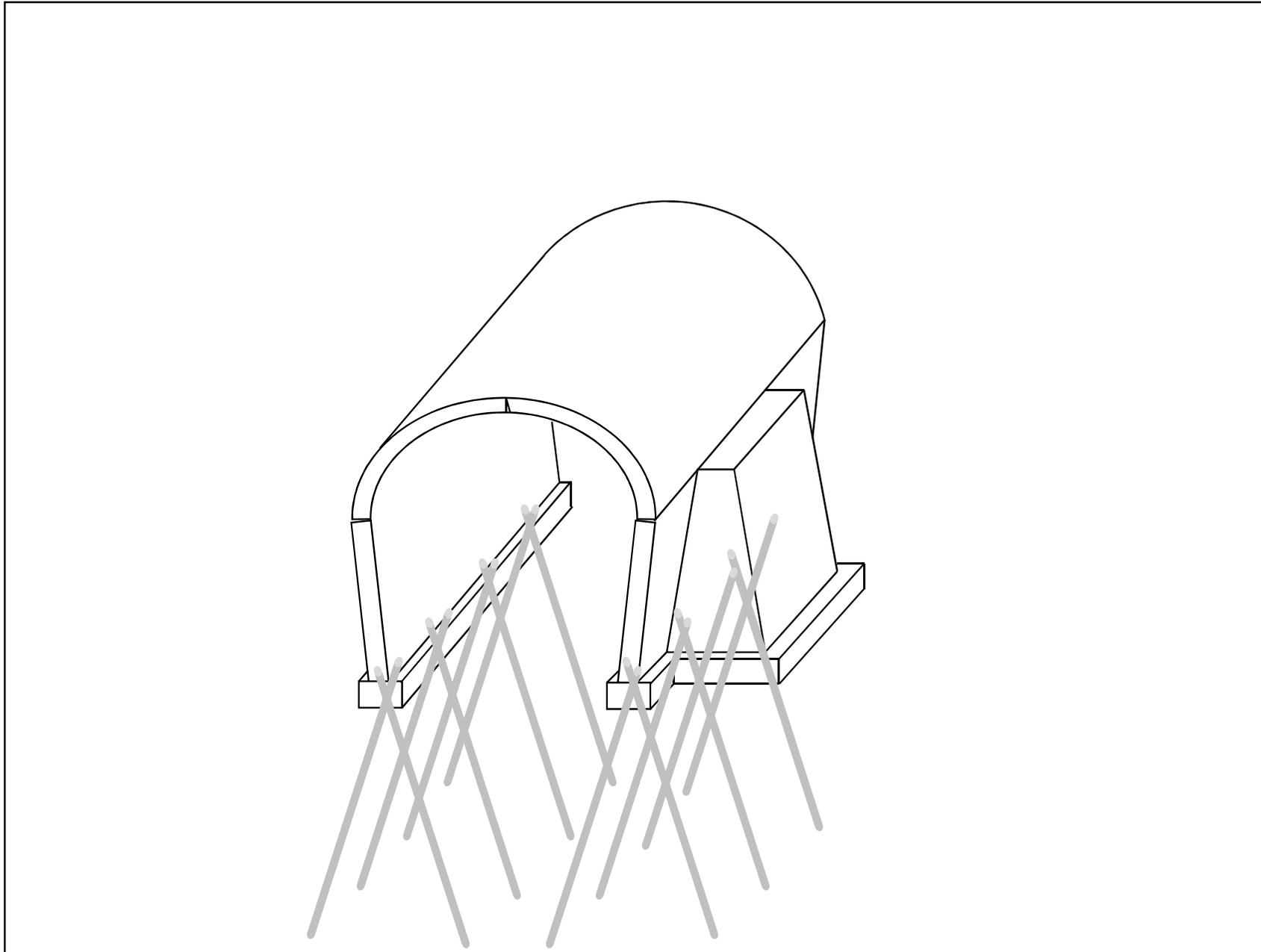
(www.civil.uminho.pt/masonry >> Publicações)

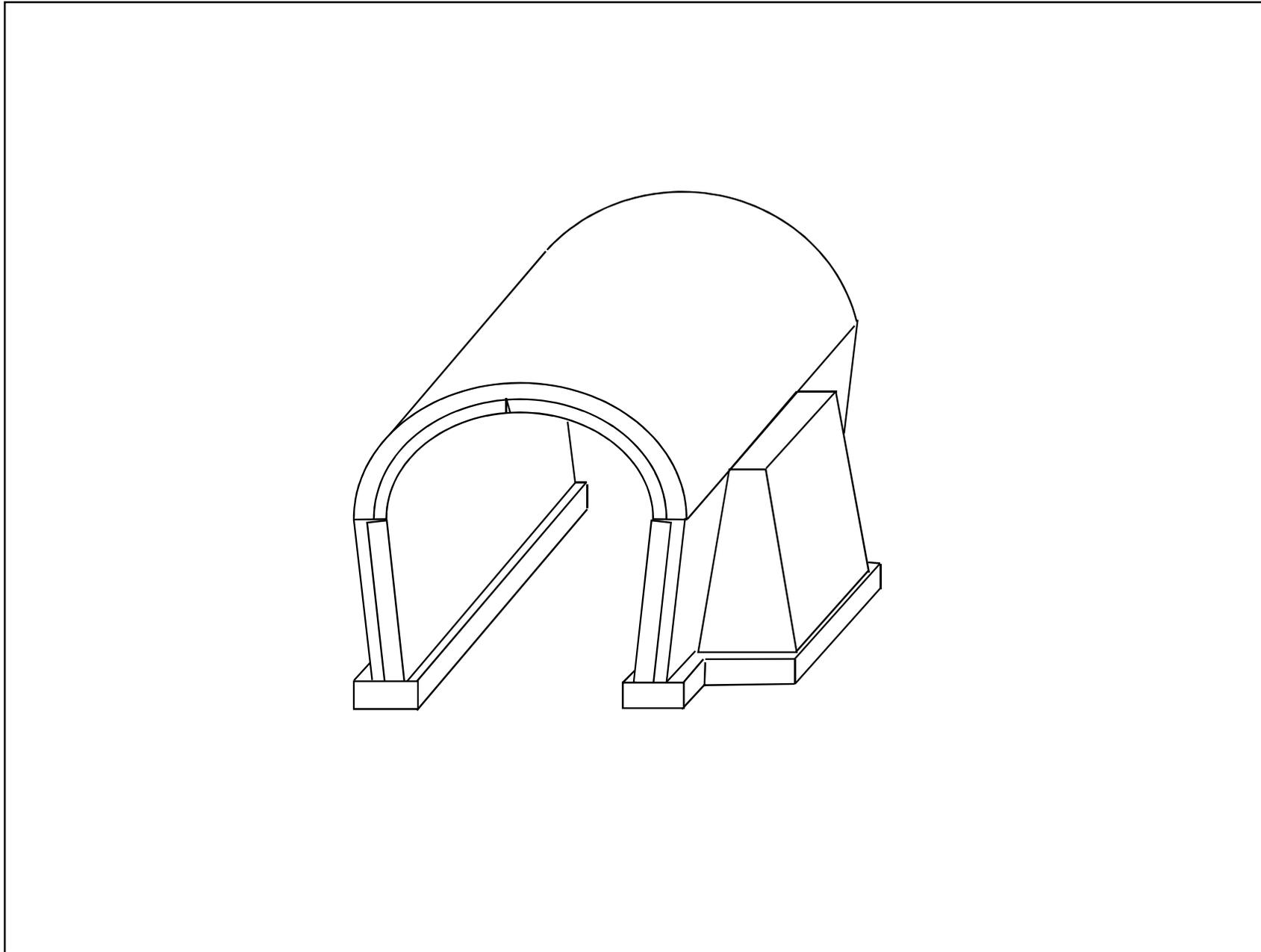


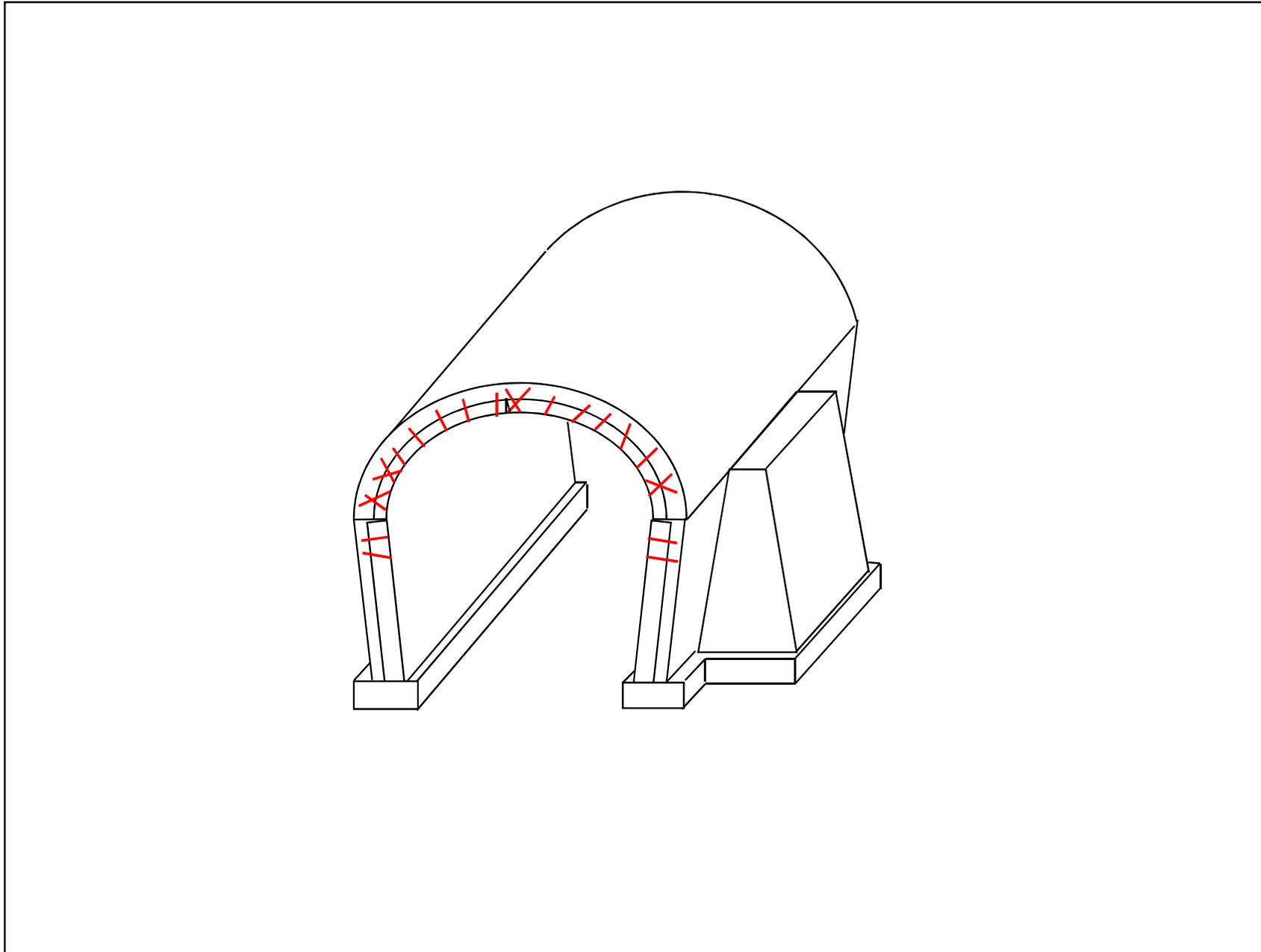


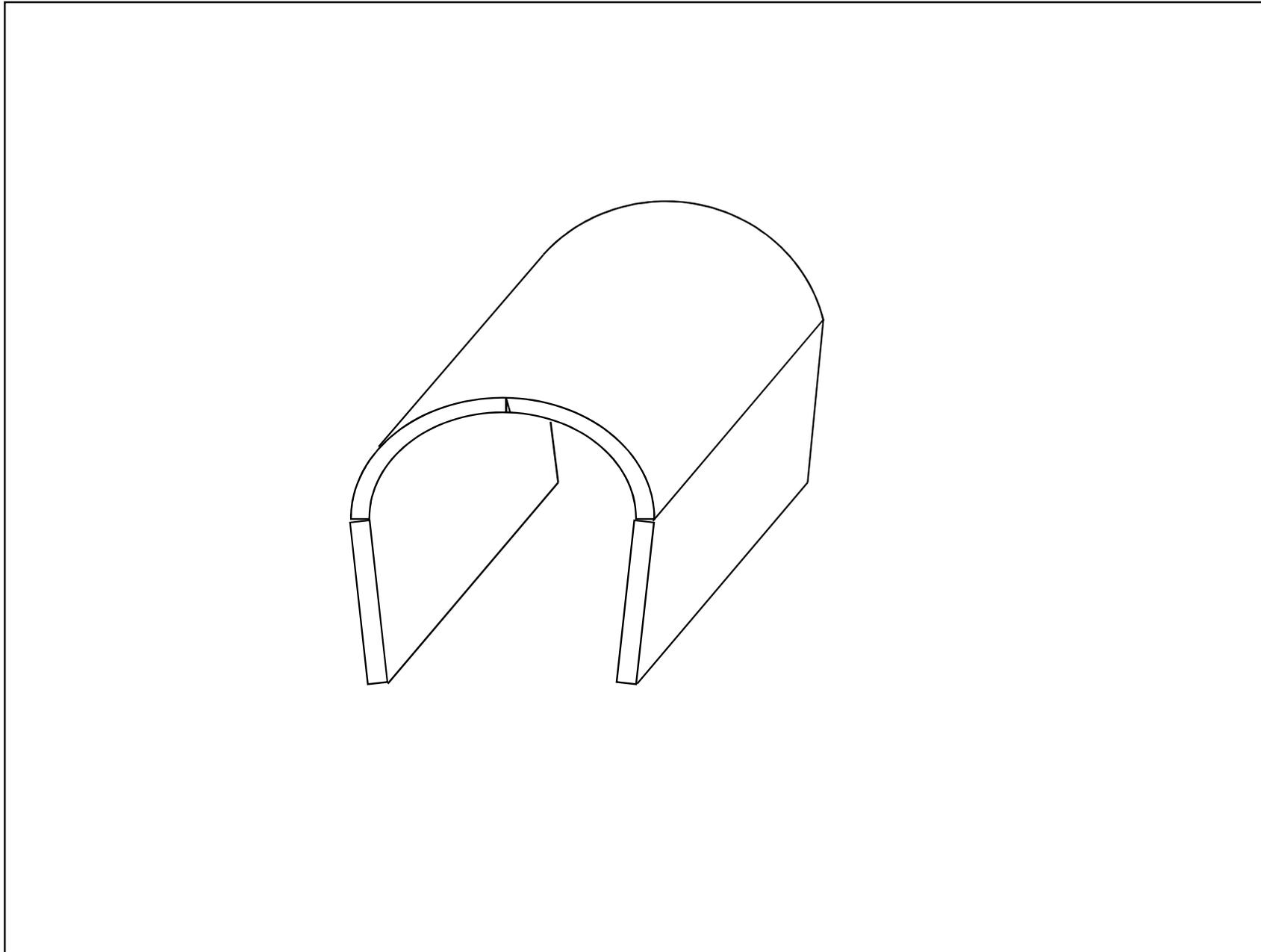


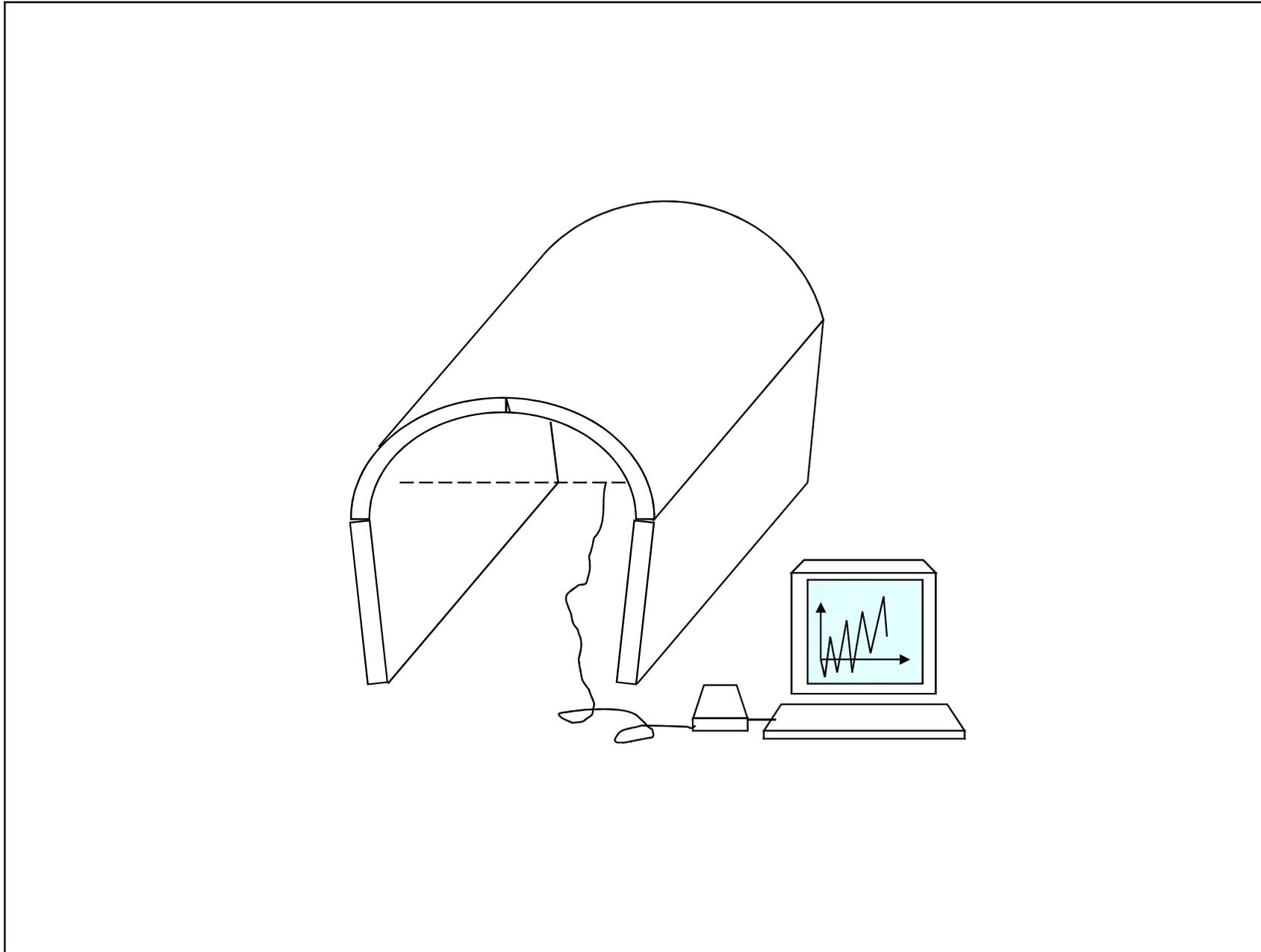




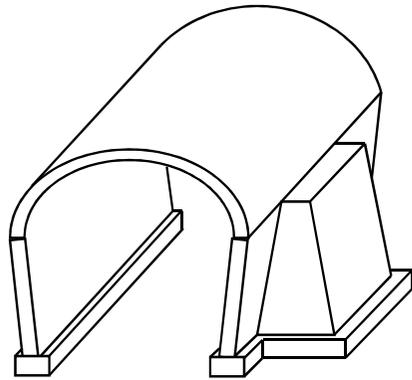












Compreensão no passado

“Conservação” garantida pelo peso da intervenção

Confiança nos novos materiais e tecnologias

Incerteza relativamente aos materiais originais ou antigos e no desempenho original da estrutura

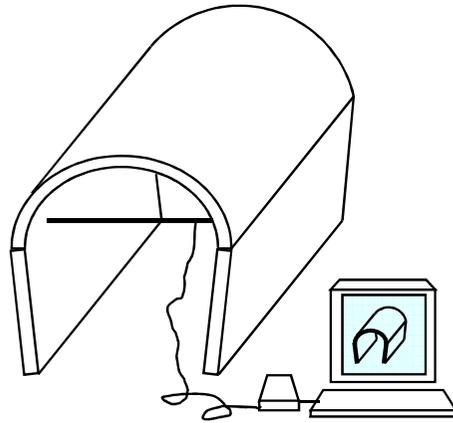
Valor da estrutura original / antiga e dos seus princípios estruturais não reconhecidos

Importância de estudos de diagnóstico não totalmente reconhecida

Experiências negativas significativas acumuladas

Carta de Atenas (1931)

Recomenda o uso de betão e outros novos materiais e técnicas para efeitos de restauro. Elementos adicionados deverão ser escondidos para evitar a alteração do aspecto histórico da estrutura.



Compreensão actual

Respeito relativamente à autenticidade da estrutura e aos princípios estruturais que governam a sua resposta

A conservação deverá basear-se no conhecimento e compreensão da natureza da estrutura e das causas reais de possíveis danos ou alterações

Intervenções mínimas e que respeitam a estrutura (mínimas, não-intrusivas e reversíveis)

Importância do diagnóstico (incluindo aspectos históricos, materiais e estruturais)

O diagnóstico e a intervenção são tarefas multi-disciplinares que requerem a cooperação de historiadores, arquitectos, engenheiros, físicos,...

Carta de Veneza (1964)

Recomenda o uso de materiais tradicionais e históricos para a consolidação ou restauro. Sugere o uso de novos materiais / técnicas para casos onde não seja possível estabilizar ou restaurar recorrendo a técnicas tradicionais / históricas.

Deverá ser possível distinguir os novos materiais ou componentes dos originais.

As Recomendações do ISCARSAH incluem duas partes:

Princípios - conceitos básicos de conservação

- 1- Critérios gerais
- 2- Investigação e diagnóstico
- 3- Medidas de consolidação e controlo

Guião - regras e metodologia

- 1- Critérios gerais
- 2- Aquisição de dados: informação e investigação
- 3- O comportamento estrutural
- 4- Diagnóstico e avaliação da segurança
- 5- Decisão sobre a intervenção

Anexo:

Danos estruturais, degradação dos materiais e medidas de intervenção



O objectivo da conservação é a preservação da autenticidade da construção, incluindo os materiais, geometria, morfologia e estrutura originais



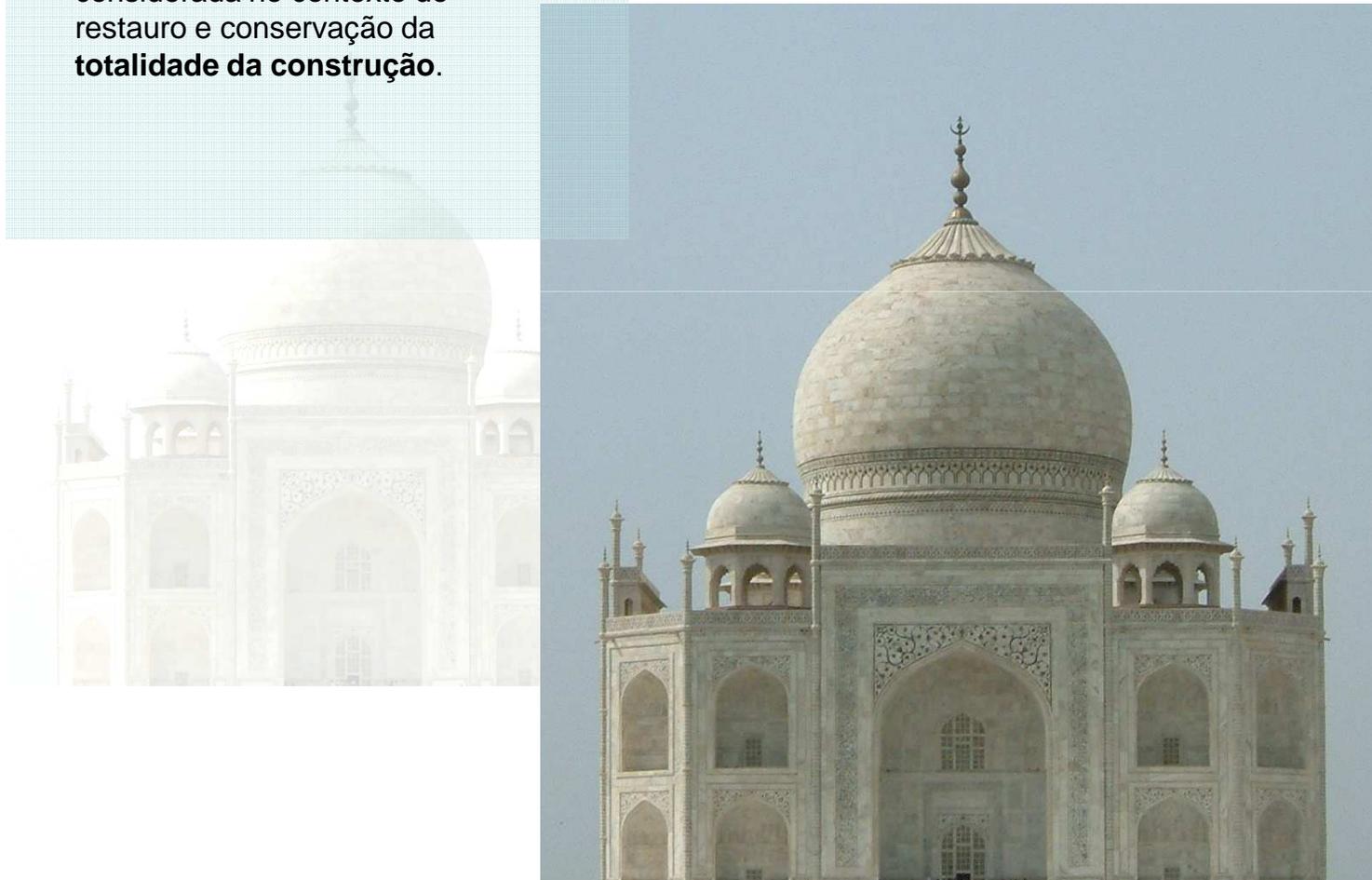
O **valor** e a **autenticidade** do património arquitectónico não podem ser baseados em critérios fixos porque o respeito devido a cada cultura requer também que a sua herança física seja considerada dentro do **contexto cultural** ao qual pertence.

O **valor** de cada construção histórica não está apenas na aparência de elementos isolados, mas também na **integridade de todos os seus componentes** como um produto único da tecnologia de construção específica do seu tempo e do seu local.

Desta forma, a remoção das estruturas internas mantendo apenas as fachadas não se adequa aos critérios de conservação.

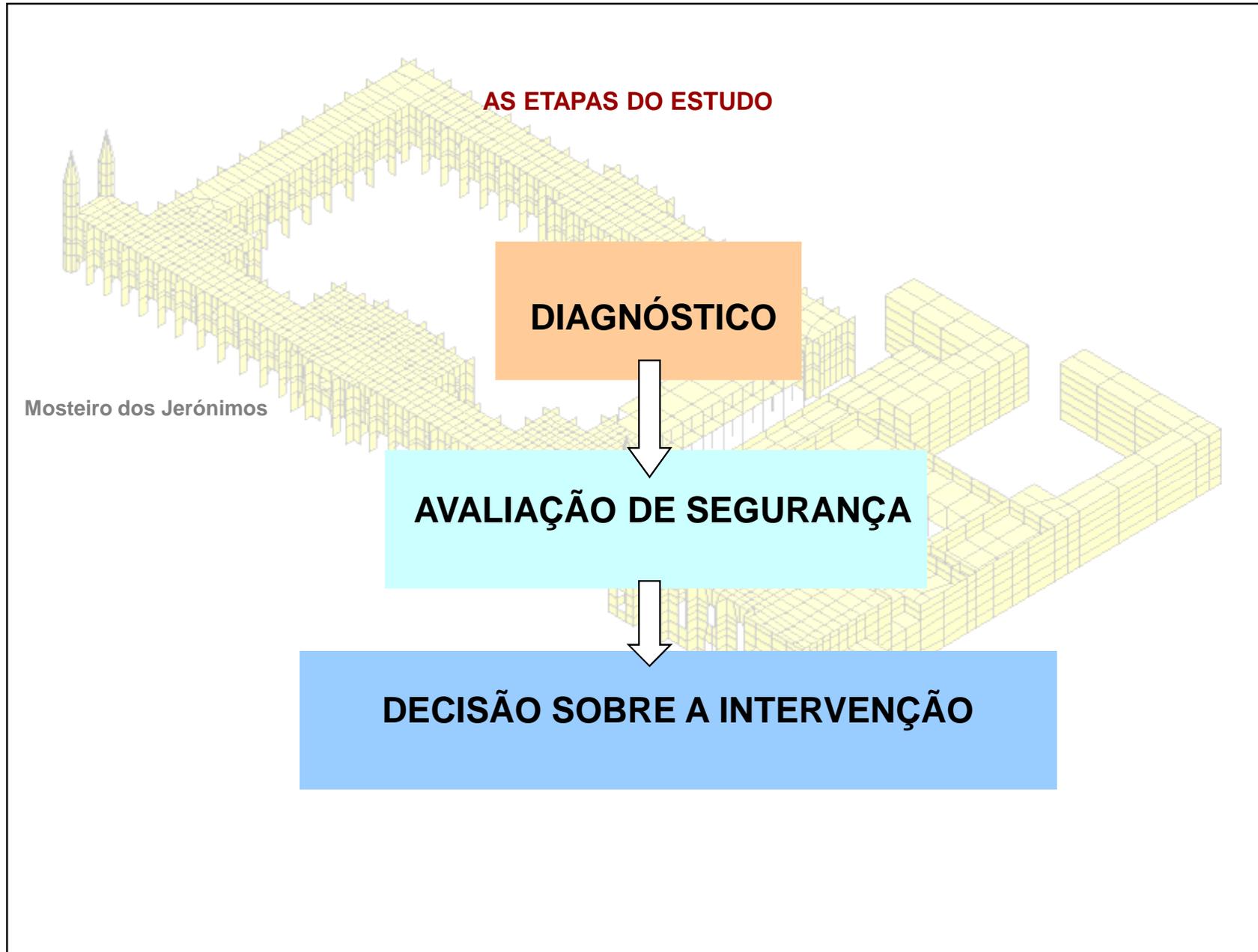


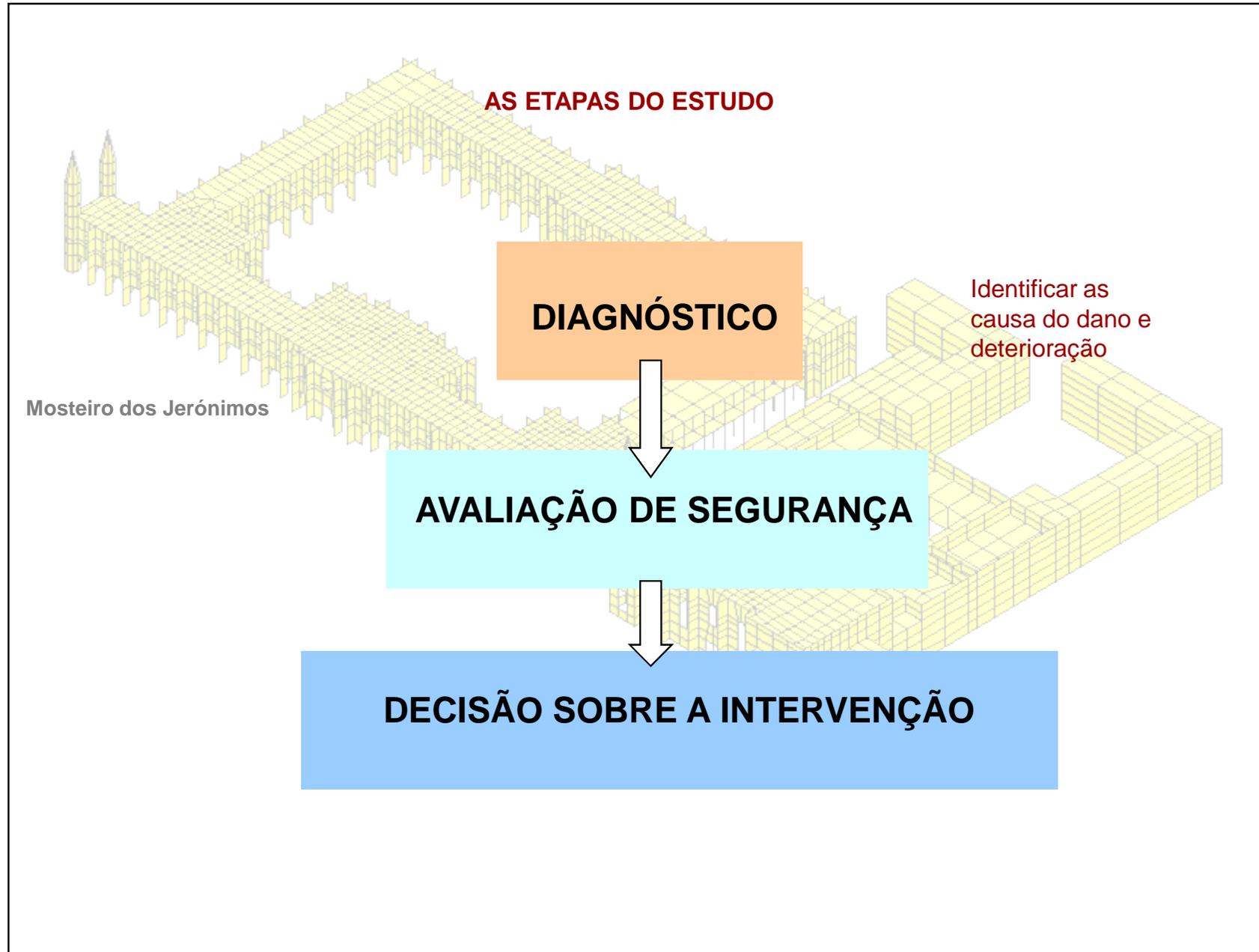
Qualquer intervenção numa estrutura histórica tem de ser considerada no contexto do restauro e conservação da **totalidade da construção.**

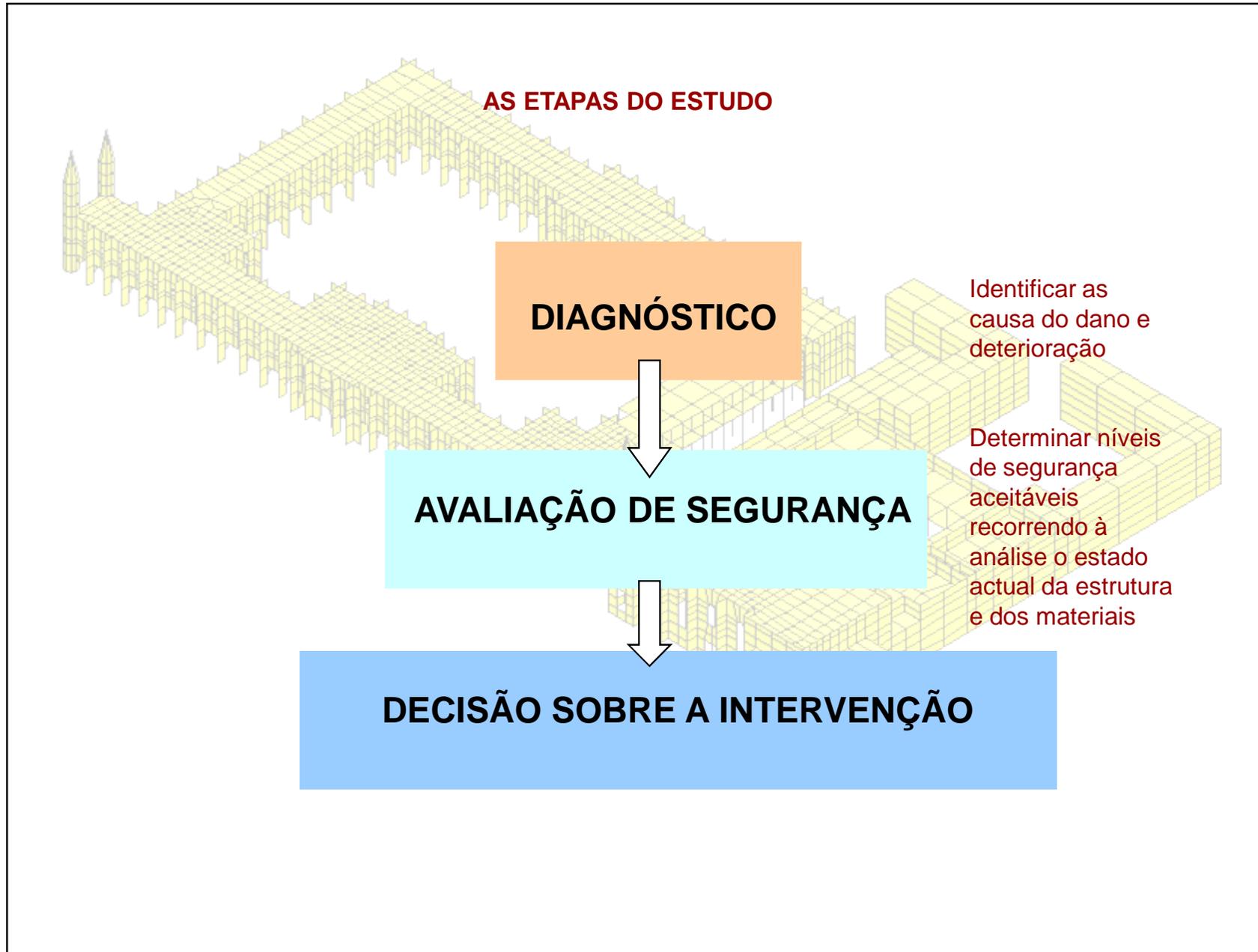




A especificidade das estruturas do património, com a sua história complexa, requer a organização de estudos e propostas em fases semelhantes às que são utilizadas em medicina. Anamnese, diagnóstico, terapia e controlo correspondem, respectivamente, ao levantamento da informação disponível, identificação das causas de danos e degradações, selecção das acções de consolidação e controlo da eficácia das intervenções.

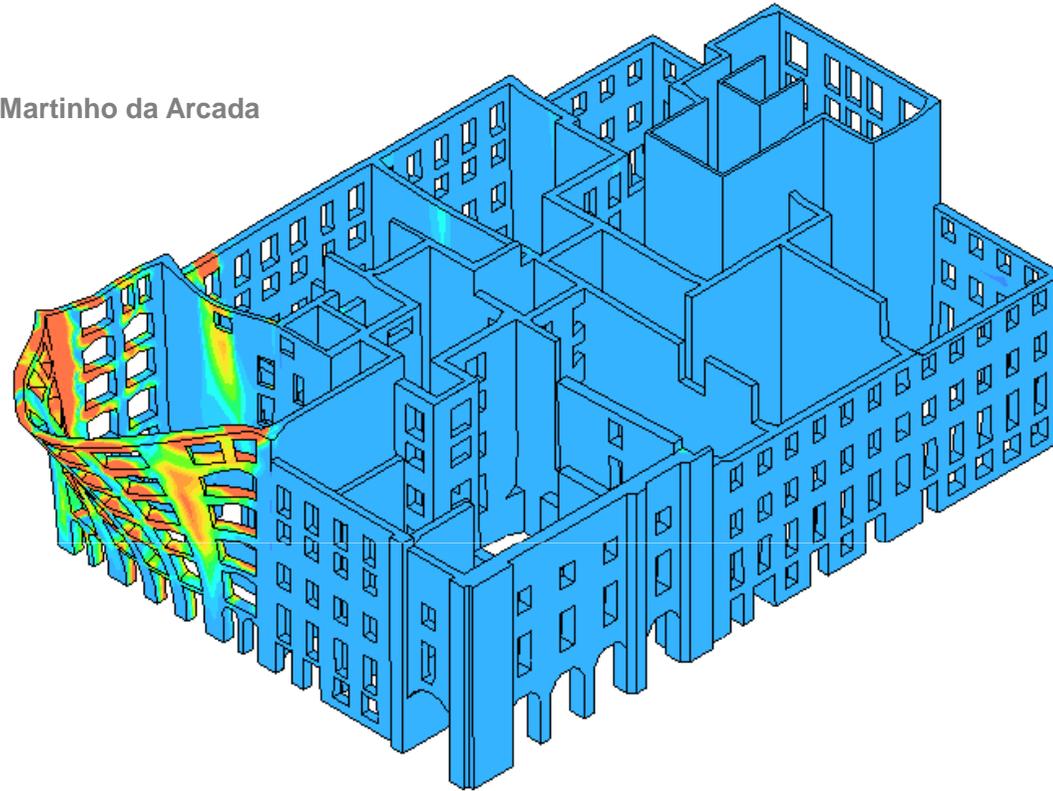








Baixa Pombalina – Martinho da Arcada



A compreensão completa do comportamento estrutural e das características dos materiais é necessária a qualquer projecto de conservação e restauro. É essencial recolher informação sobre a estrutura no seu estado original, sobre as técnicas e métodos utilizadas na sua construção, sobre as alterações posteriores e os fenómenos que ocorreram e, finalmente, sobre o seu estado presente.

ABORDAGEM CIENTÍFICA ALARGADA

Aplicação de uma metodologia científica que inclui a combinação de diferentes aspectos

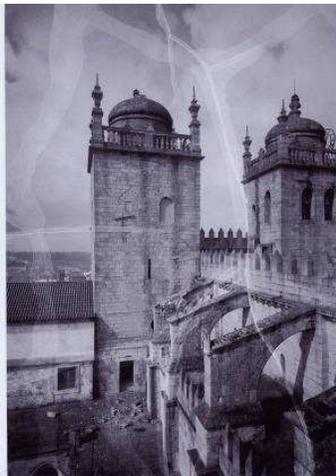
ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR – UM LEQUE DE COMPETÊNCIAS

A importância de uma abordagem multidisciplinar integrada que inclua historiadores de arte, arquitectos, engenheiros, etc.

FONTE DE CONHECIMENTO

Investigação histórica, inspecção, monitorização e análise estrutural (combinadas)

HISTÓRIA



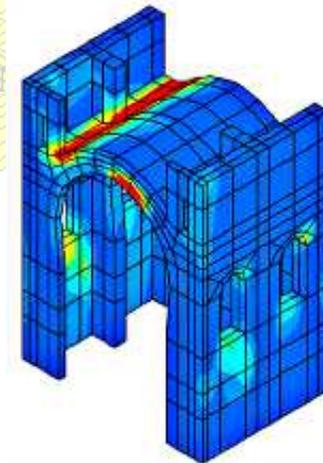
INSPECÇÃO



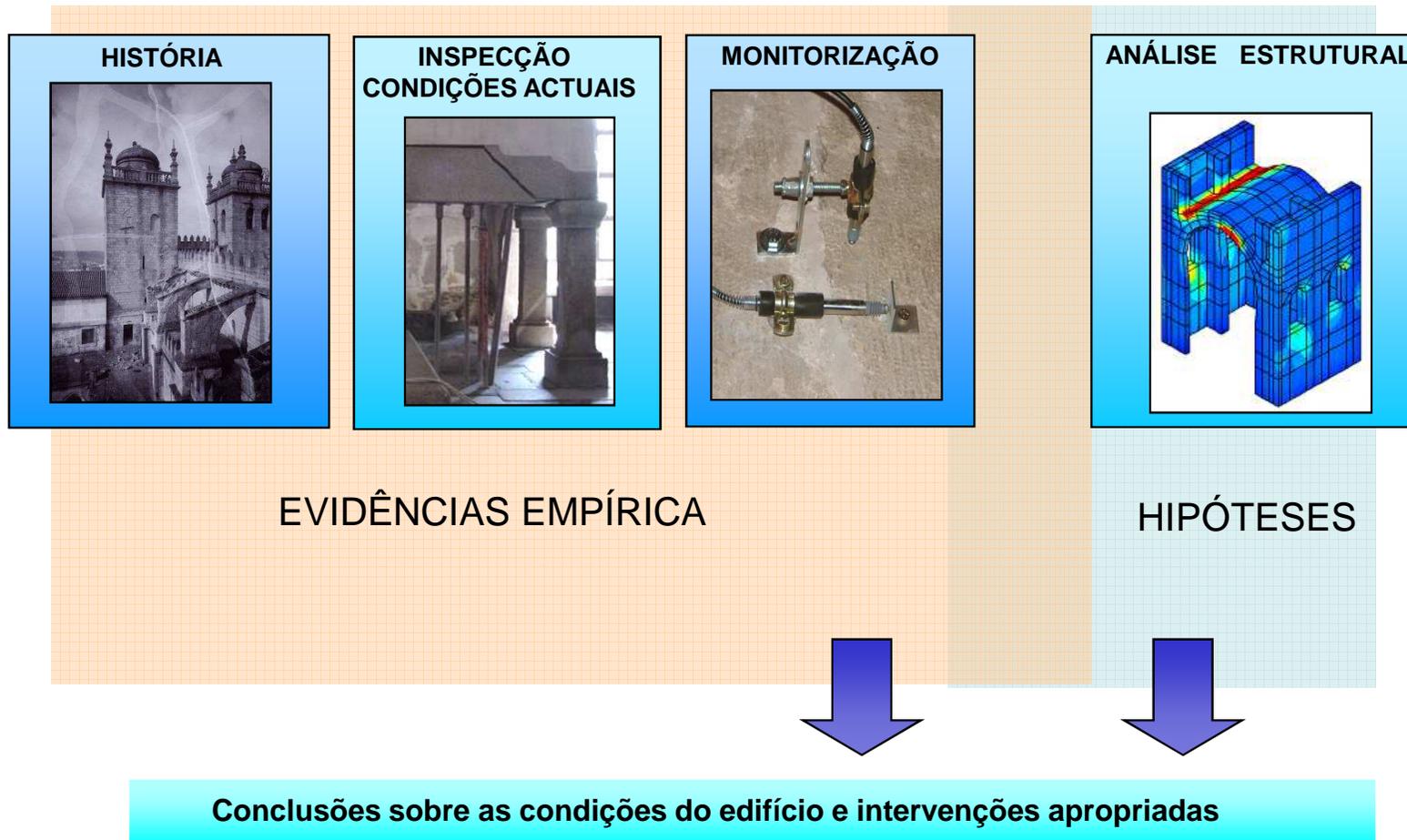
MONITORIZAÇÃO



ANÁLISE ESTRUTURAL



MÉTODO CIENTÍFICO

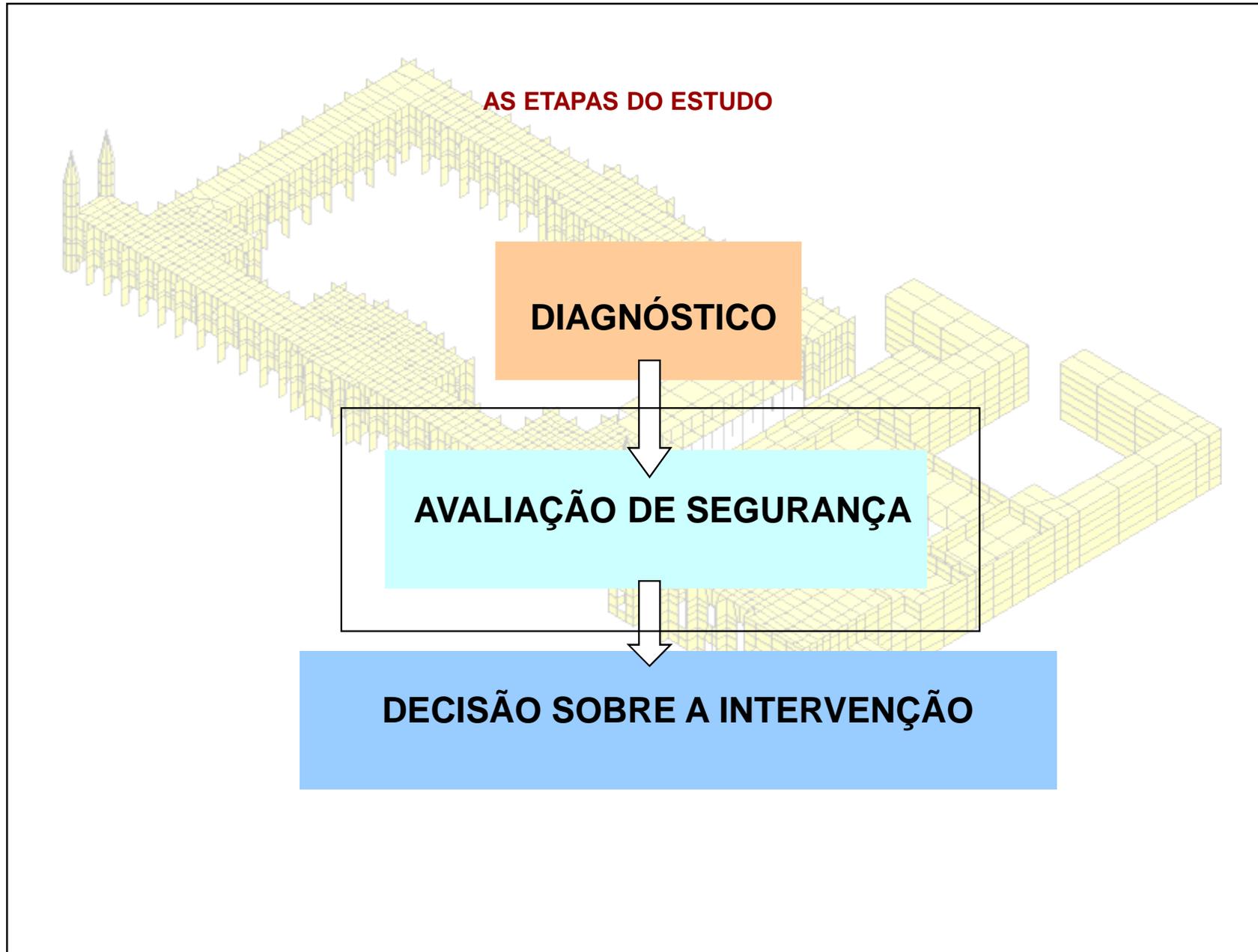


Papel dos elementos de análise no contexto de uma abordagem científica



O diagnóstico é baseado na informação histórica e nas abordagens qualitativa e quantitativa.

A abordagem qualitativa é baseada na observação directa dos danos estruturais e degradações dos materiais, como também na investigação histórica e arqueológica, enquanto que a abordagem quantitativa requer ensaios das estruturas e dos materiais, monitorização e análise estrutural.



AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DIFICULDADES

1- APLICAÇÃO LIMITADA DOS REGULAMENTOS EXISTENTES

Os regulamentos preparados para o projecto de estruturas novas são muitas vezes aplicados de forma desapropriada a construções históricas, uma vez que os métodos e regras de cálculo não consideram em geral o comportamento estrutural real e o nível de segurança necessário a estruturas antigas

O cumprimento das normas sísmicas e geotécnicas pode conduzir a medidas drásticas e, muitas vezes, desnecessárias que ignoram o comportamento estrutural real

2- SUBJECTIVIDADE E INCERTEZA

Qualquer avaliação de segurança é afectada por dois tipos de incertezas:

A **incerteza associada aos dados** (acções, geometria, deformações, propriedades dos materiais...)

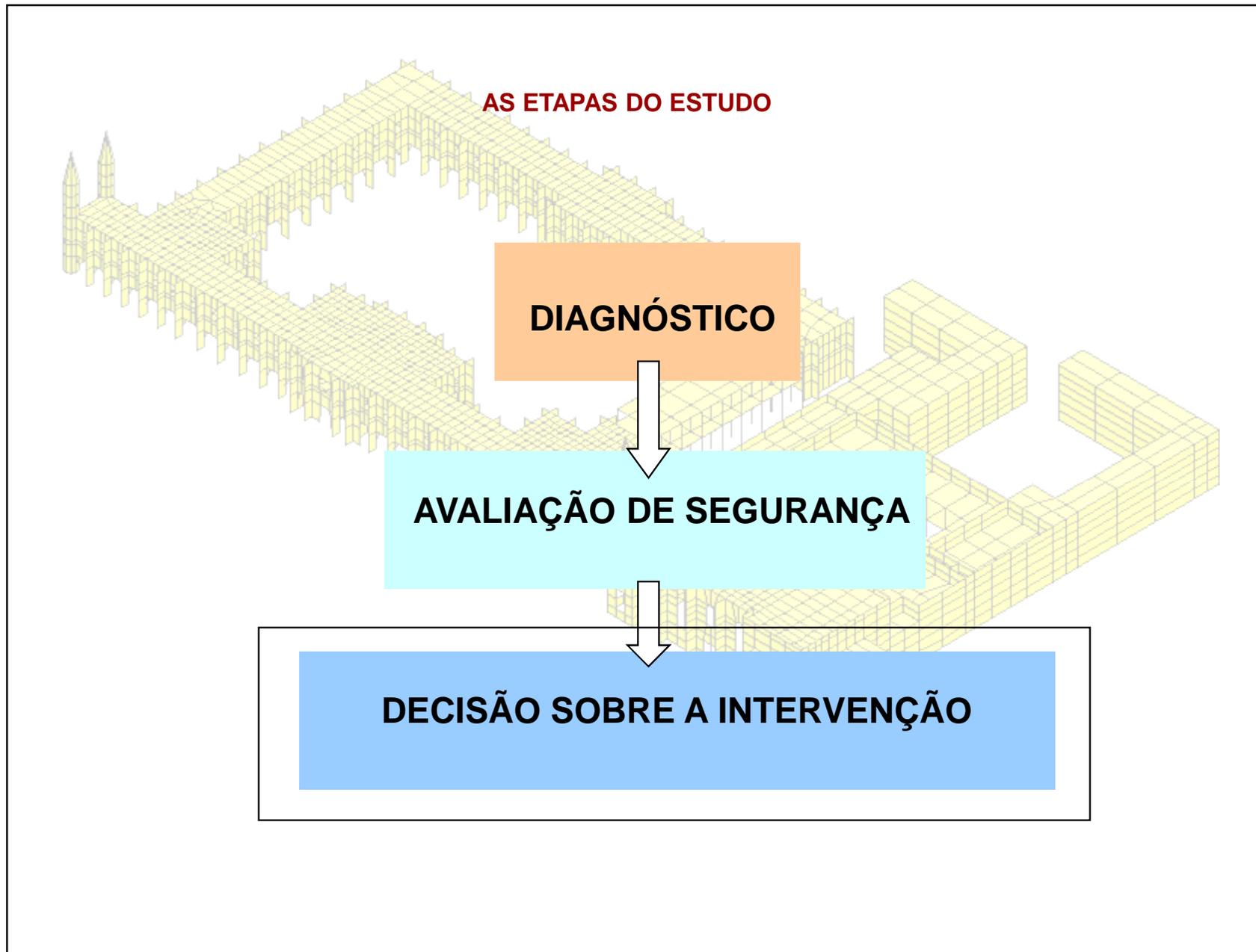
A dificuldade de representar os fenómenos reais de uma forma precisa com um **modelo matemático** (os modelos fornecem apenas uma representação limitada da realidade)

A subjectividade associada ao estudo e avaliação de uma construção histórica pode ainda levar a conclusões com fiabilidade desconhecida



Frequentemente, a aplicação dos níveis de segurança adoptados no dimensionamento de construções novas requer medidas excessivas, quando não impossíveis.

Nestes casos, outros métodos, adequadamente justificados, podem permitir diferentes abordagens sobre a segurança. Por exemplo, com base nas avaliações qualitativas e quantitativas pode-se aceitar melhorar o nível de segurança (de acordo com o princípio de melhoria de segurança) sem ter que respeitar totalmente as prescrições para os novos edifícios, baseadas em verificações analíticas.



INTERVENÇÃO

RESPEITO PELA INTEGRIDADE ARQUITECTÓNICA

CRITÉRIOS DE PROJECTO

Intervenção mínima

Segurança

Compatibilidade

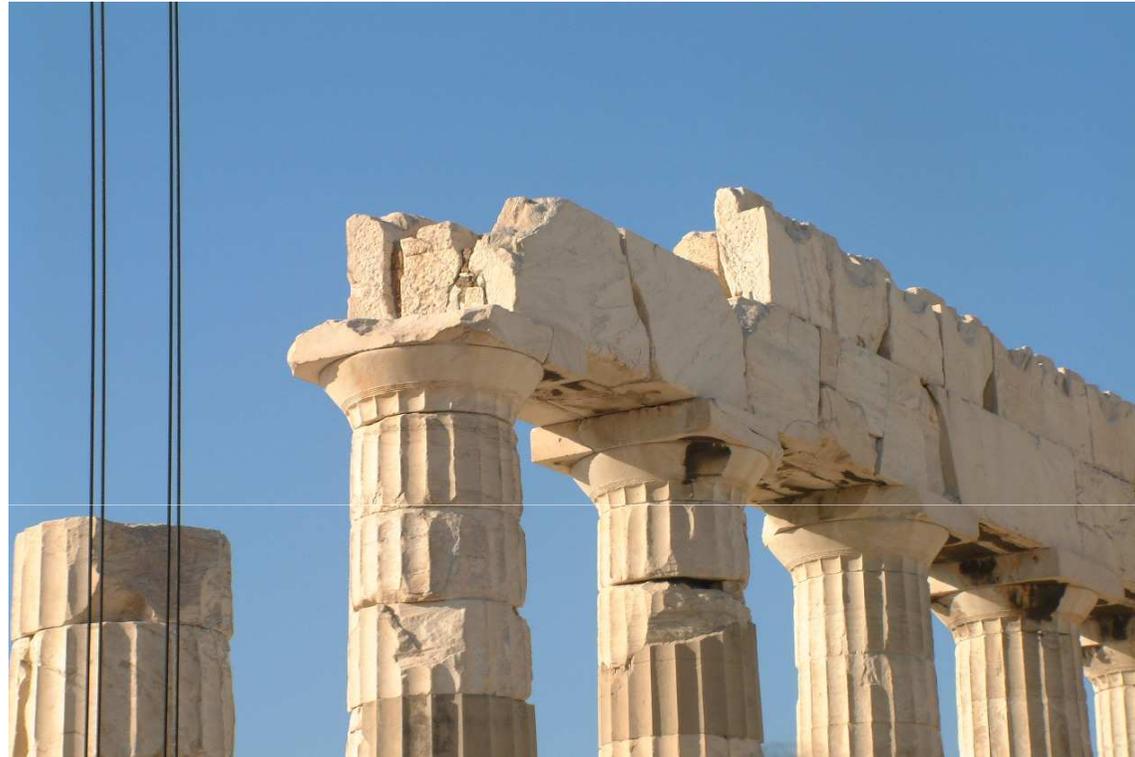
Reduzida invasividade

Durabilidade

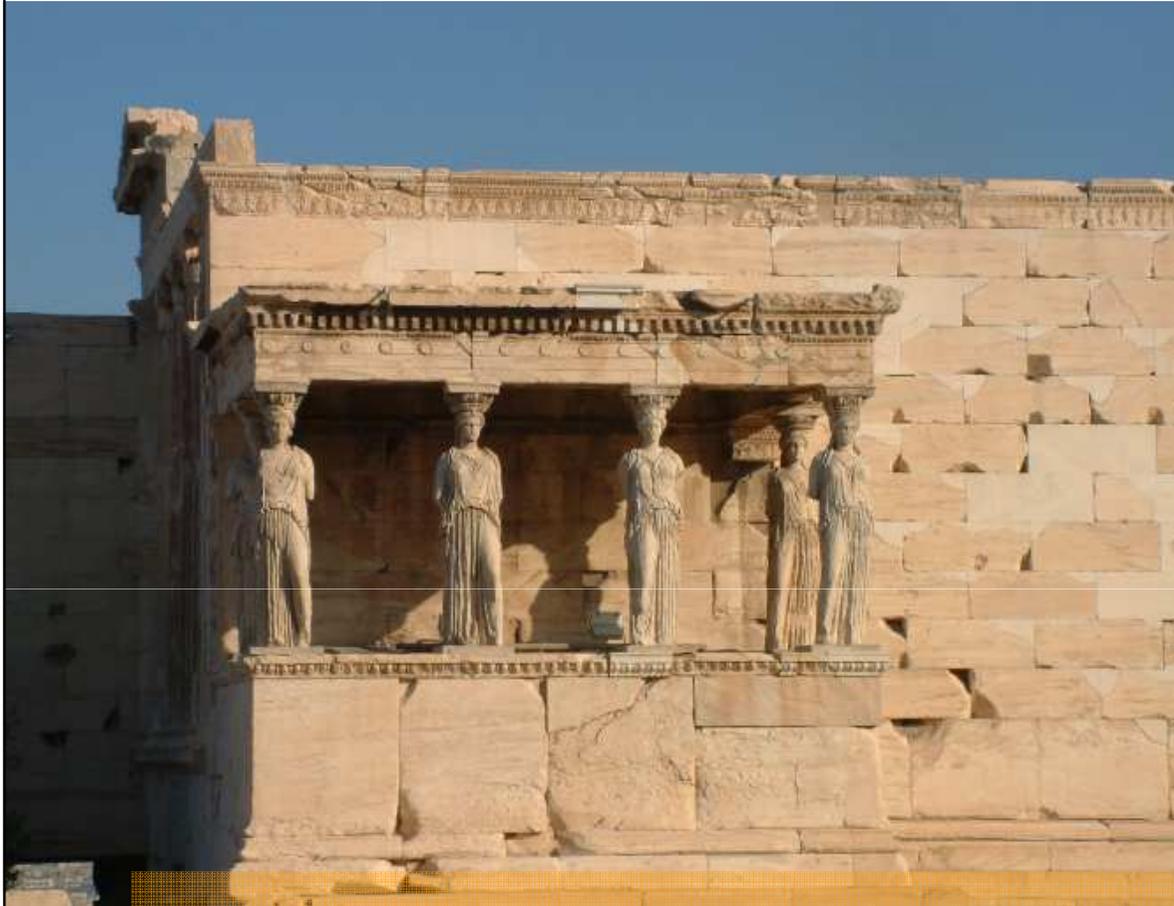
Reversibilidade

Controlo





Qualquer intervenção deve, até onde for possível, respeitar a concepção e as técnicas de construção originais, bem como o valor histórico da estrutura e da evidência histórica que representa.



A remoção ou alteração de quaisquer materiais históricos ou características arquitectónicas singulares devem ser impedidas sempre que possível



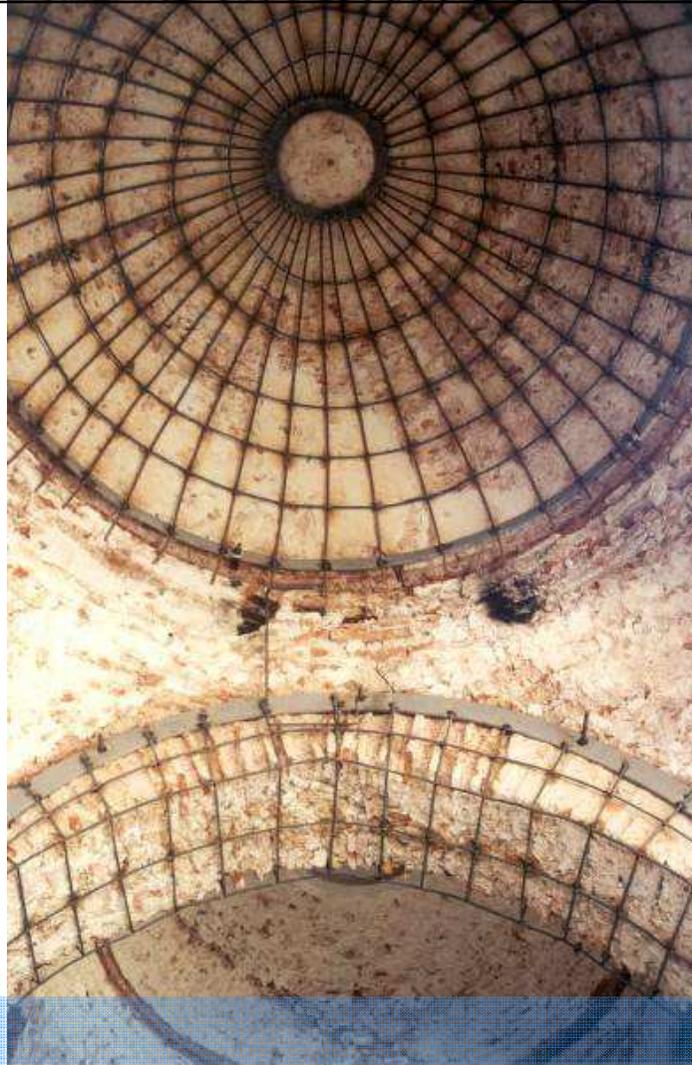
As qualidades únicas da construção e da sua envolvente, que resultam da sua forma original e de qualquer alteração posterior, não devem ser destruídas.

Quando imperfeições e alterações se tornaram parte da história da estrutura , devem ser mantidas desde que não comprometam os requisitos de segurança



Nenhuma acção deve ser empreendida sem se averiguar o benefício e o prejuízo prováveis para o património arquitectónico.



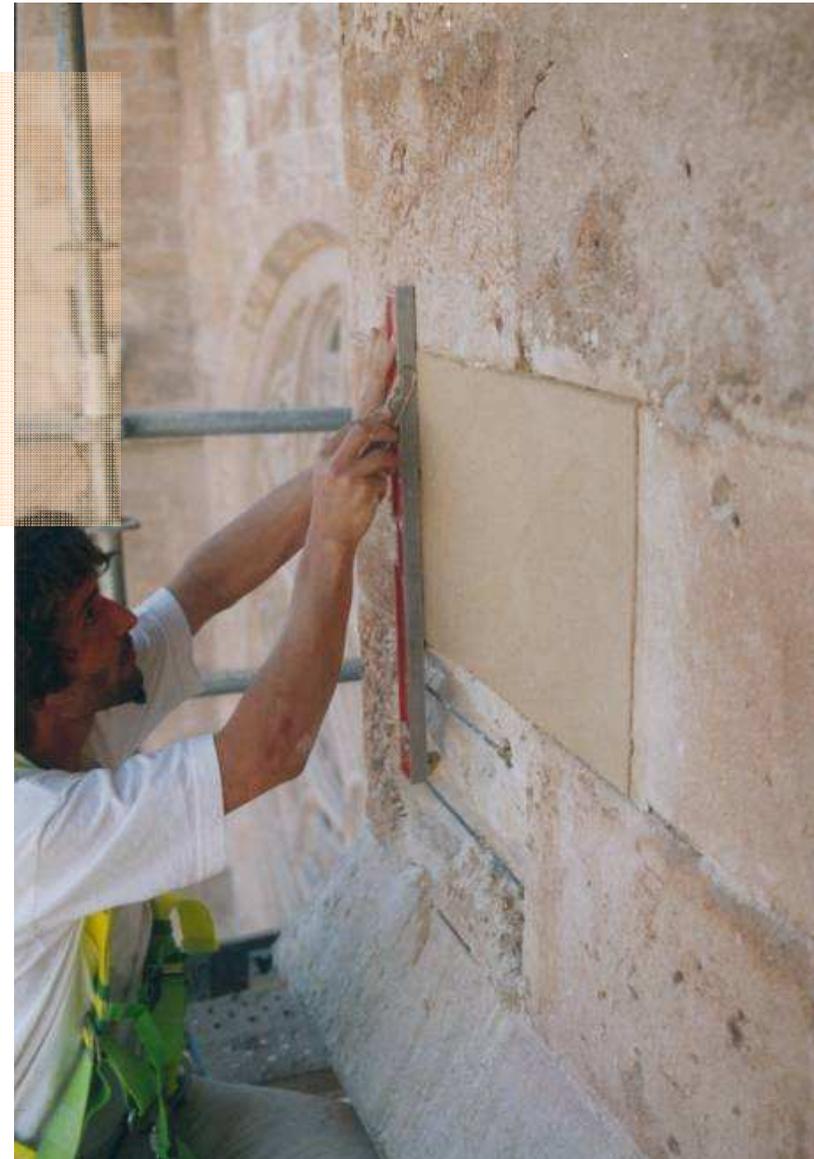


Nenhuma acção deve ser empreendida sem se demonstrar que é indispensável e sem se conhecerem os efeitos a longo prazo

Cada intervenção deve ser proporcionada aos objectivos de segurança fixados, devendo limitar-se a uma intervenção mínima que garanta a segurança e a durabilidade, com os menores danos possíveis para o valor patrimonial.



A escolha entre técnicas “tradicionais” e “inovadoras” deve ser decidida caso a caso, com preferência pelas técnicas que são menos invasivas e mais compatíveis com o valor patrimonial, tendo em consideração as exigências de segurança e durabilidade.





Sempre que possível, as medidas adoptadas devem ser “reversíveis” para que possam ser removidas e substituídas por medidas mais apropriadas quando estiver disponível novo conhecimento. Quando as medidas adoptadas não forem totalmente reversíveis, as intervenções não devem comprometer intervenções posteriores.



As medidas que são impossíveis de controlar durante a execução não devem ser permitidas.

Qualquer proposta para intervenção deve ser acompanhada por um programa de monitorização e controlo, a ser executado, sempre que possível, enquanto o trabalho está em desenvolvimento.



O desmonte e a reconstrução só devem ser efectuados quando exigidos pela natureza dos materiais e da estrutura, e / ou quando a conservação por outros meios resulte mais danosa.

A manutenção adequada pode
limitar a necessidade de uma
intervenção posterior.



CONCLUSÕES...

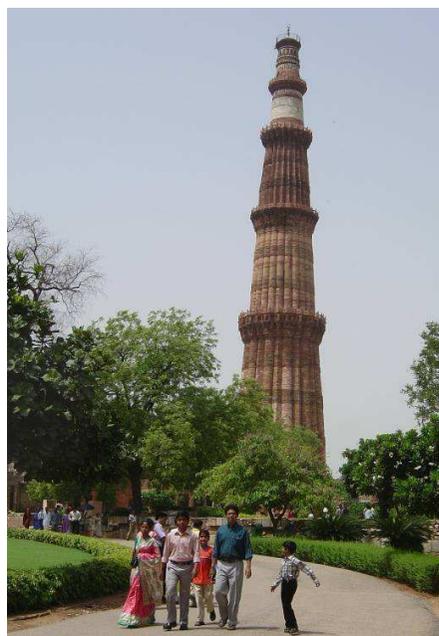
Uma base científica

Uma abordagem alargada combinando diferentes fontes

A subjectividade é possível

A importância da capacidade de julgamento pessoal

Reconhece-se a necessidade de especialistas e o valor da sua opinião



Melhoria da resistência sísmica de construções com valor cultural

www.civil.uminho.pt/eu-india

Coordenação:
Universidade do Minho

Parceiros:
Technical University of Catalonia
Barcelona, Spain
University of Padova
Padova, Italy
Central Building Research Institute
Roorkee, India



Contributos recentes da Universidade do Minho

Paulo B. Lourenço



Resultados do projecto

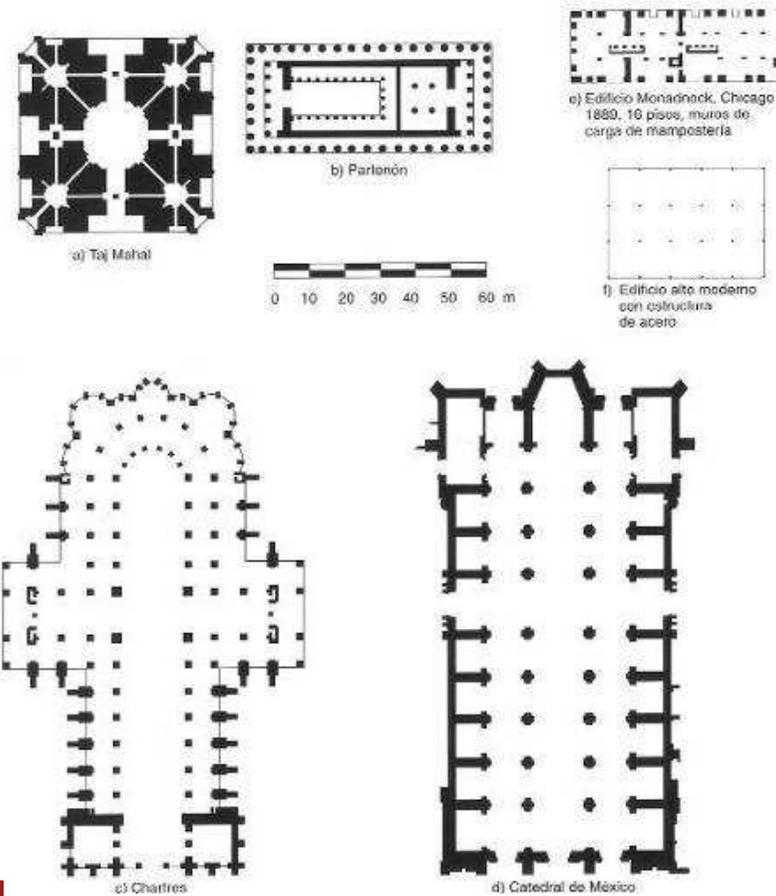
- ***DVD de 15 minutos DVD sobre os Sismos e o Património Construído de Valor Cultural, com enfoque no Qutb Minar (versão inglesa e portuguesa)***
- ***CD***
 - ***Base de dados com informação sobre 54 monumentos europeus e indianos analisados no projecto***
 - ***Concepção e validação de sistemas de monitorização e sensores***
 - ***Estado do conhecimento sobre técnicas de intervenção para construções históricas***
 - ***Benchmark sobre técnicas de identificação dinâmica e análise estrutural avançada***
 - ***Recomendações sobre reforço sísmico de construções históricas***

Material disponível em www.civil.uminho.pt/eu-india





Métodos Simplificados



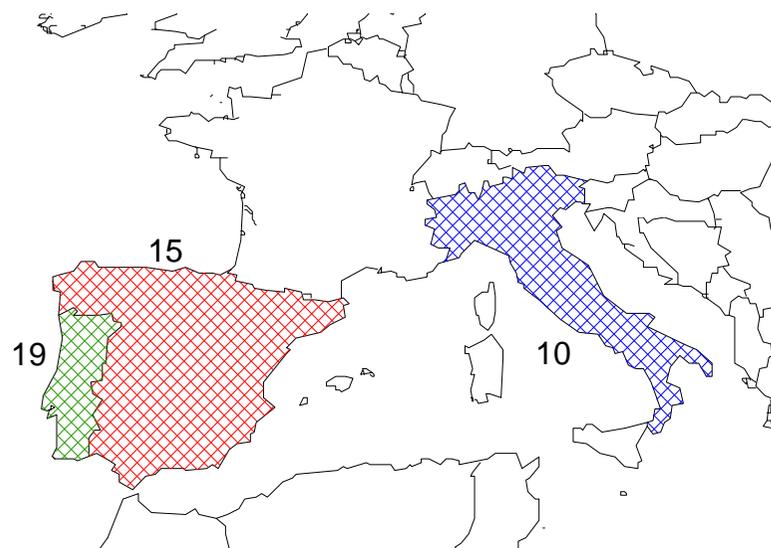
Diferentes layouts estruturais

Métodos simples e rápidos para análise do património construído

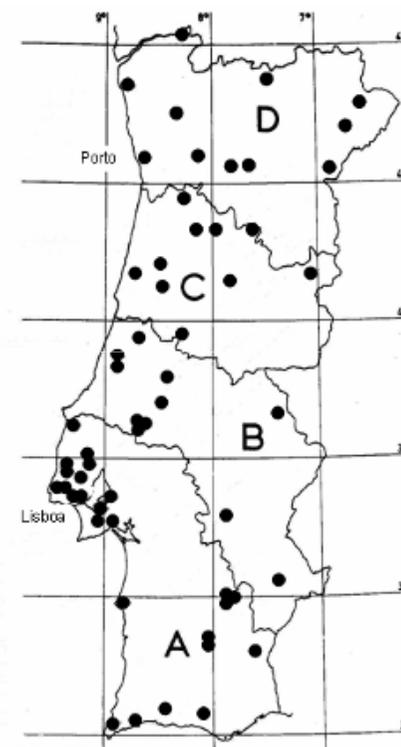




Métodos Simplificados



Amostra europeia

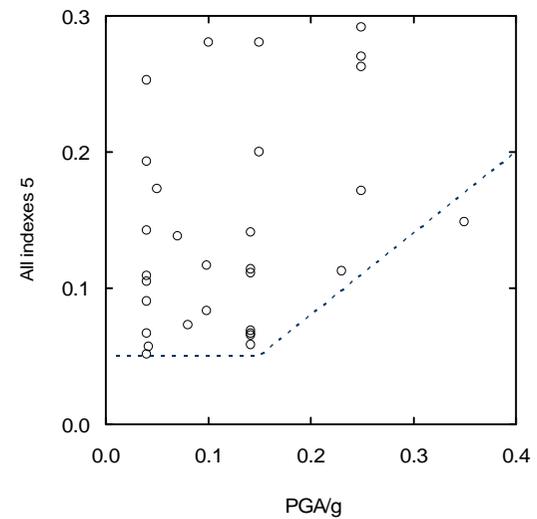
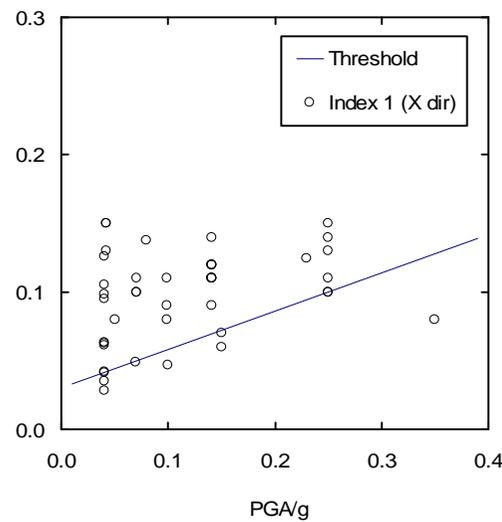
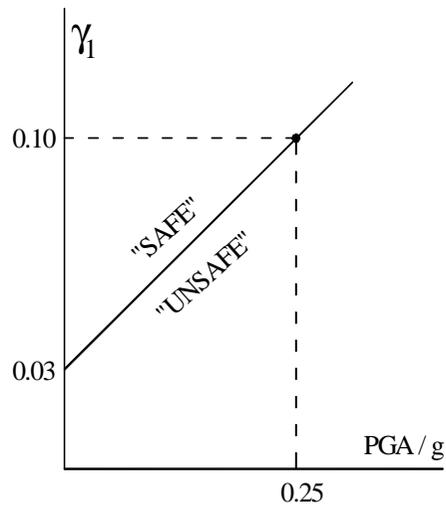


Amostra portuguesa





Métodos Simplificados



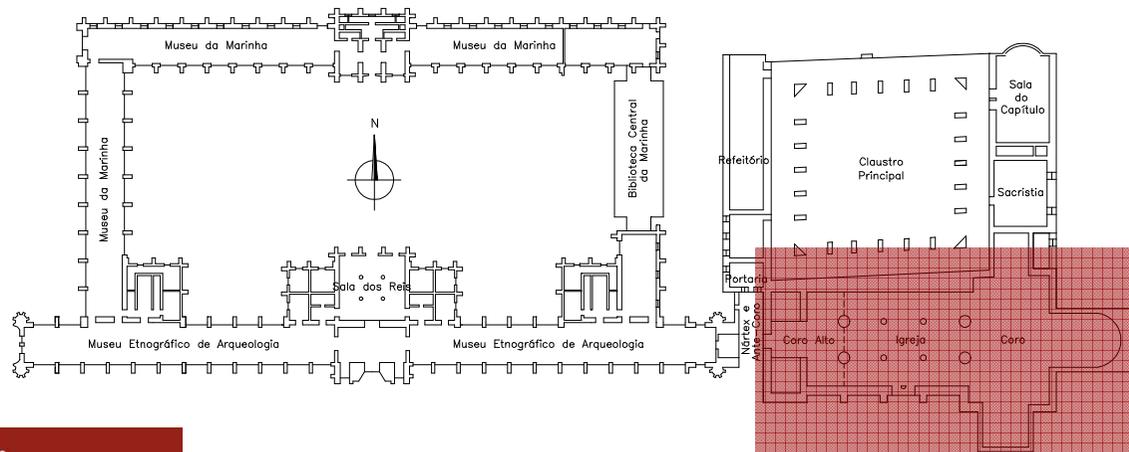
Recomendações para:

Índices no plano
Índices fora do plano





O Mosteiro dos Jerónimos



Um dos conjunto mais importantes do Património Arquitectónico nacional

Construção iniciada em 1499 (em lioz)

Dimensões consideráveis em planta, superiores a $300 \times 50 \text{ m}^2$, com uma altura média de 20 m (50 m nas torres).

Desenvolve-se à volta de dois claustros. O claustro maior é ladeado por uma arcada longa de dois níveis que alberga o Museu Etnográfico Arqueologia e o Museu Marítimo. O Claustro (menor) está ligado à Igreja, Sacristia, Casa do Capítulo e Refeitório.

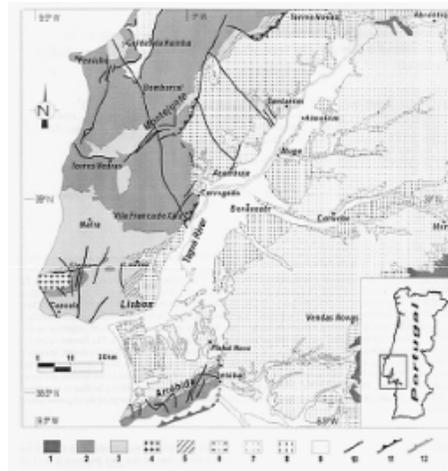
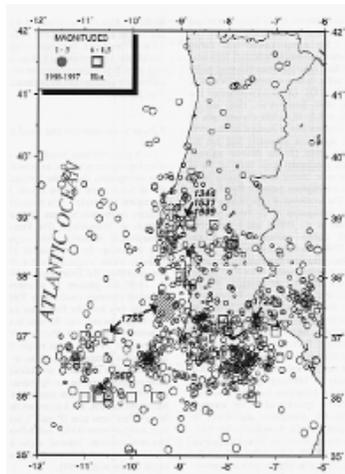


Contributos recentes da Universidade do Minho

Paulo B. Lourenço

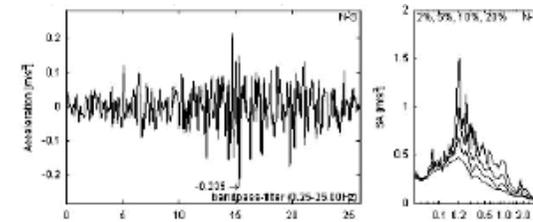


Sismicidade local



Barragem 51

LITOLÓGICA		PROFUNDIDADE (m)		PROFUNDIDADE (m)	
PROFUNDIDADE (m)					
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12



Informação obtida

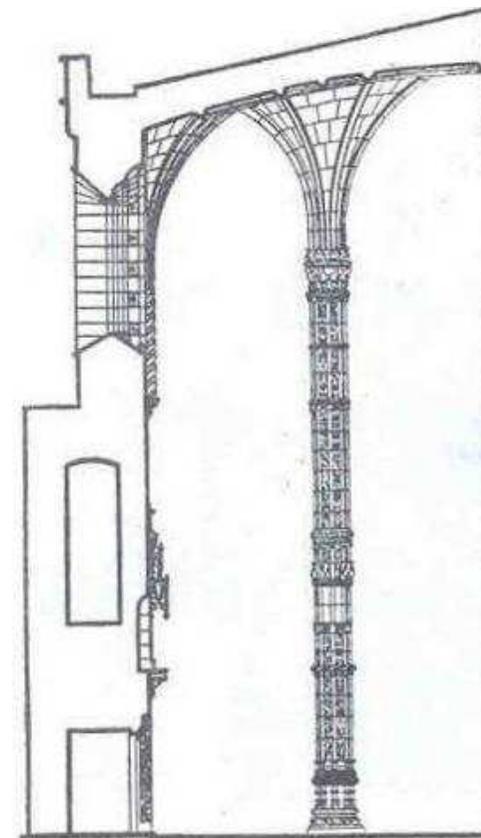
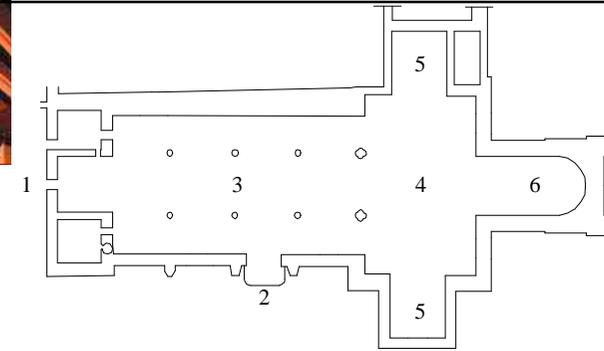
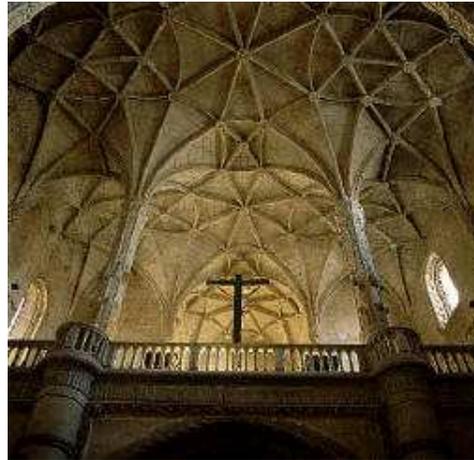


Contributos recentes da Universidade do Minho

Paulo B. Lourenço



Igreja



Contributos recentes da Universidade do Minho

Paulo B. Lourenço

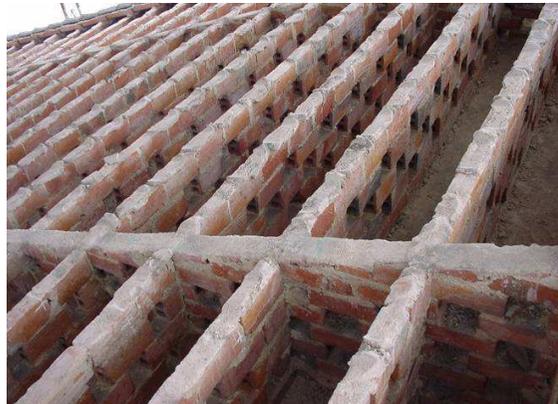
Análise Preliminar “in situ” (I)



Remoção de telhas para inspecção visual



Inspeção com radar



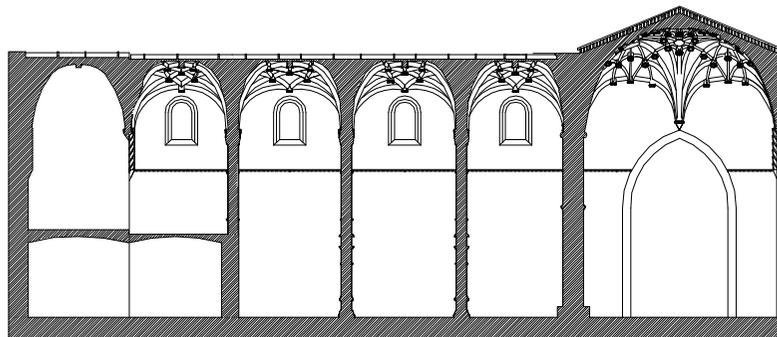
Paredes de apoio das telhas (século 20)



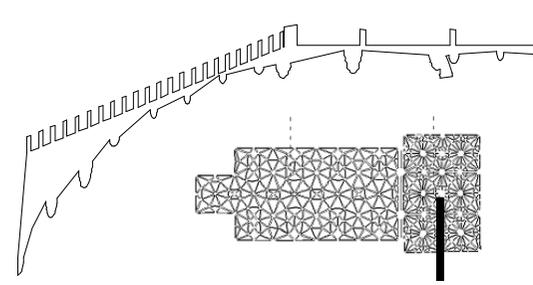
Inspeção visual das nervuras



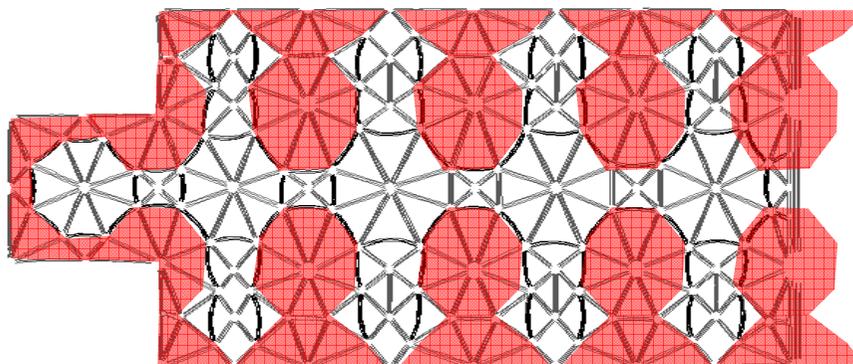
Levantamento Geométrico



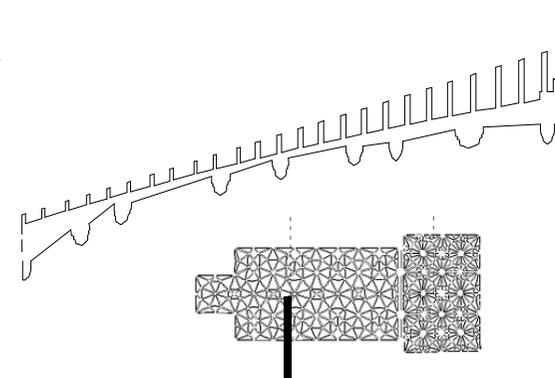
Corte longitudinal da nave



Corte transversal do transepto



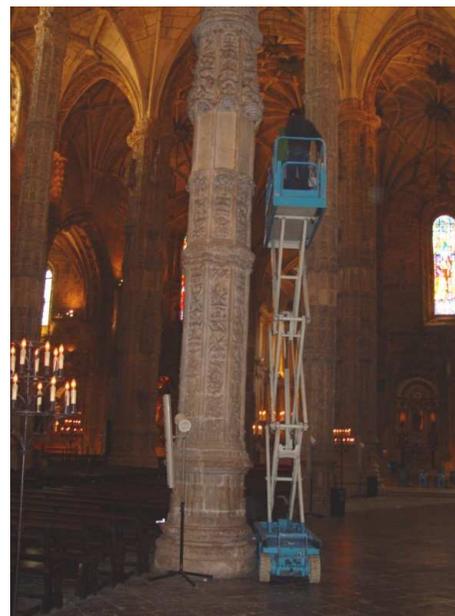
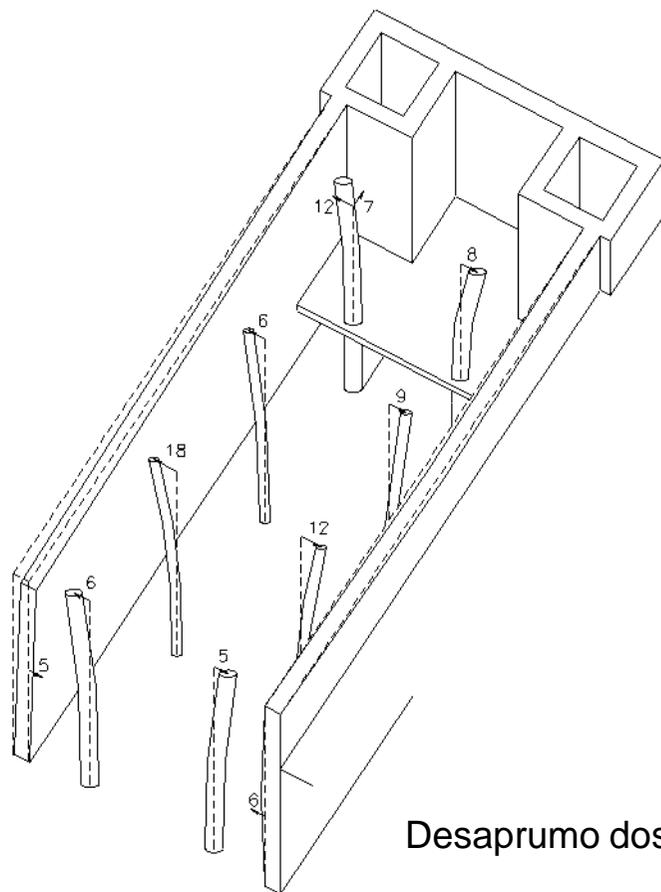
Planta da nave



Corte transversal da nave



Levantamento dos Pilares



Radar e inspeção visual



Desaprumo dos pilares

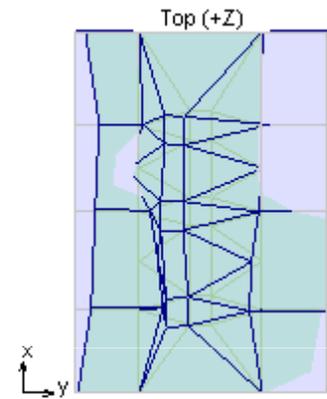
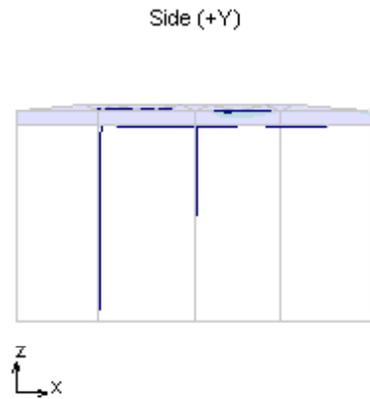


Contributos recentes da Universidade do Minho

Paulo B. Lourenço



Identificação Dinâmica: Modo I



Modal Values
f = 3.685 Hz
z = 2.337 %

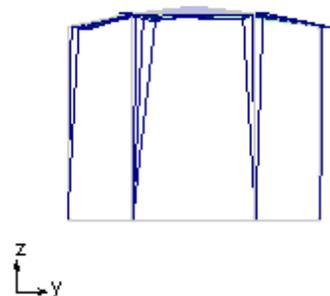
Graphical Objects:

- Lines (Undeformed)
- Surfaces (Undeformed)
- Lines (Deformed)
- Surfaces (Deformed)

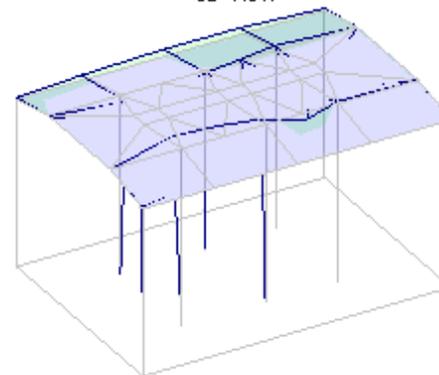
3D - Display Settings :

- Rotation - Horizontal = 30
- Rotation - Vertical = 30 °
- Translation - Horizontal = 0
- Translation - Vertical = 0
- Zoom Level = 69 %
- Amplitude = 87 %
- Animation Speed = 100 %
- Animation Angle = 165 °

Side (+X)



3D View

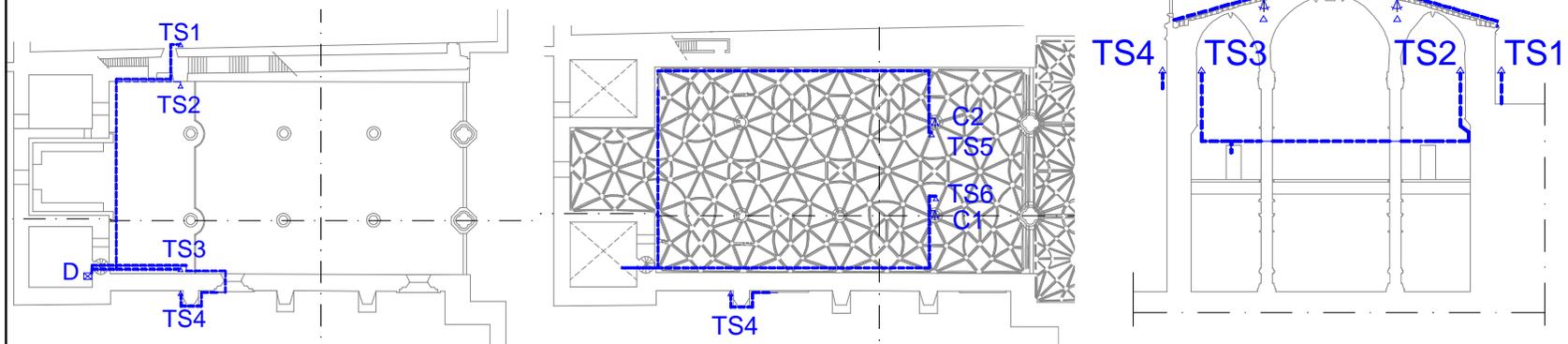


ARTEMIS Extractor, 77b-44a7-95d5-13ba, ARTX-035A-020605PRO, Academic License





Sistema de Monitorização Estático (I)



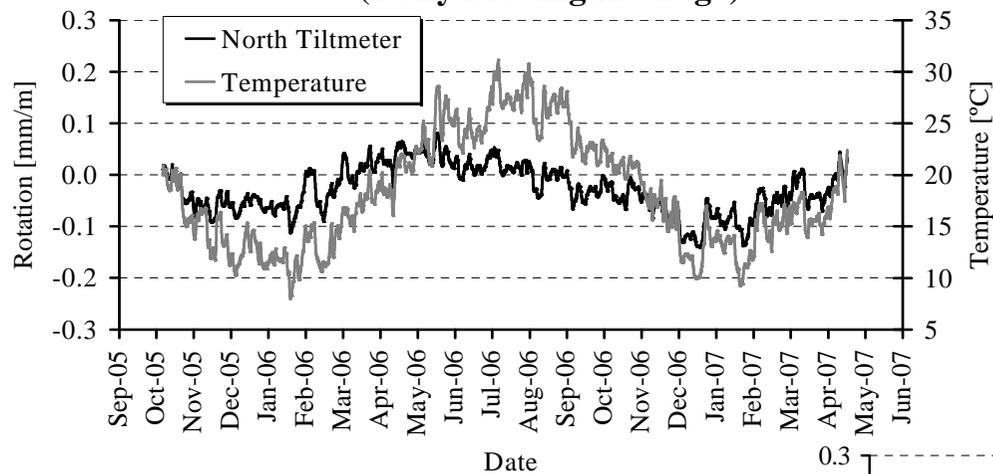
- ❑ Seis sensores de temperatura (TS_i)
- ❑ Dois clinómetros uniaxiais (C_i)
- ❑ Um sistema de aquisição com acesso remoto via GSM



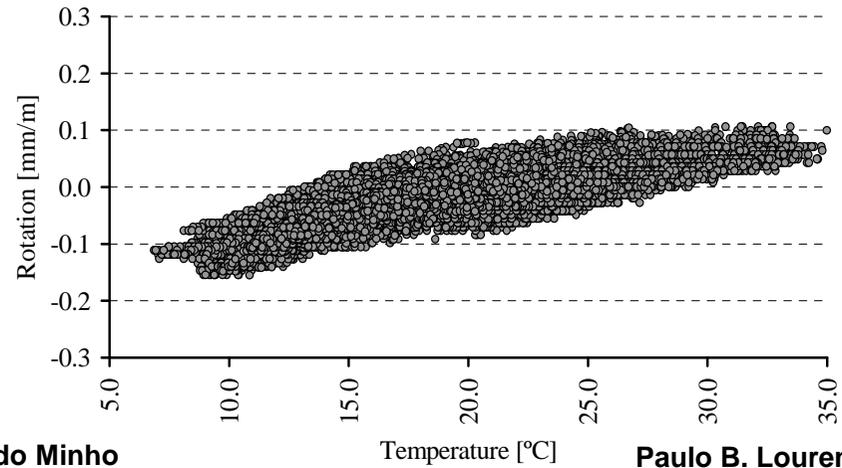


Sistema de Monitorização Estático (II)

North Tiltmeter
(Daily Moving Average)

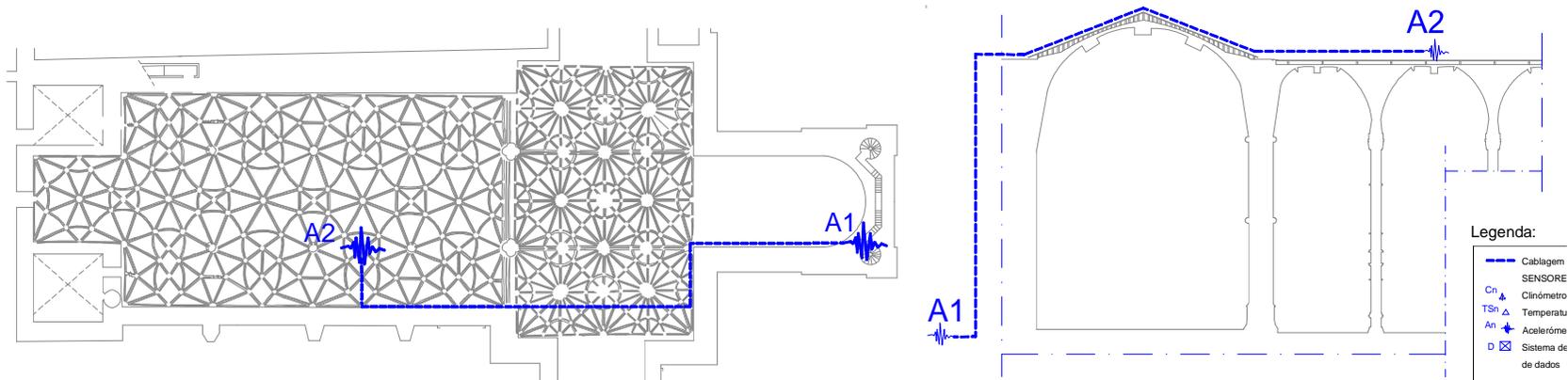


North Tiltmeter vs Temperature





Sistema de Monitorização Dinâmica (I)



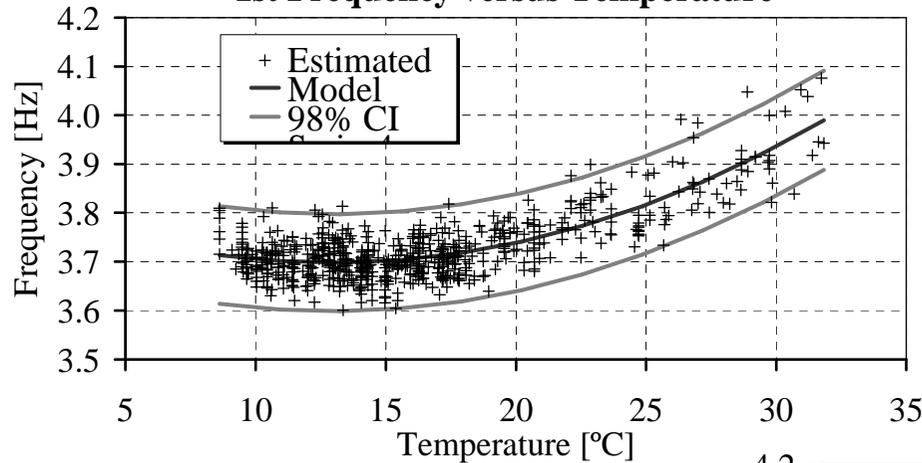
- Fisicamente separado do sistema de monitorização estático
- Dois sismógrafos com um acelerómetro triaxial
- Um sistema de aquisição com 1 GB de informação (10 minutos de leitura por mês) e sempre que um evento ultrapassa um valor limite



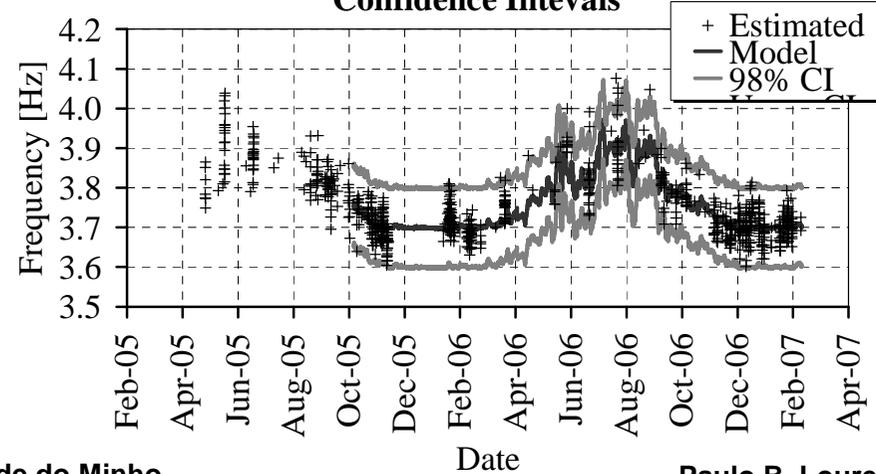


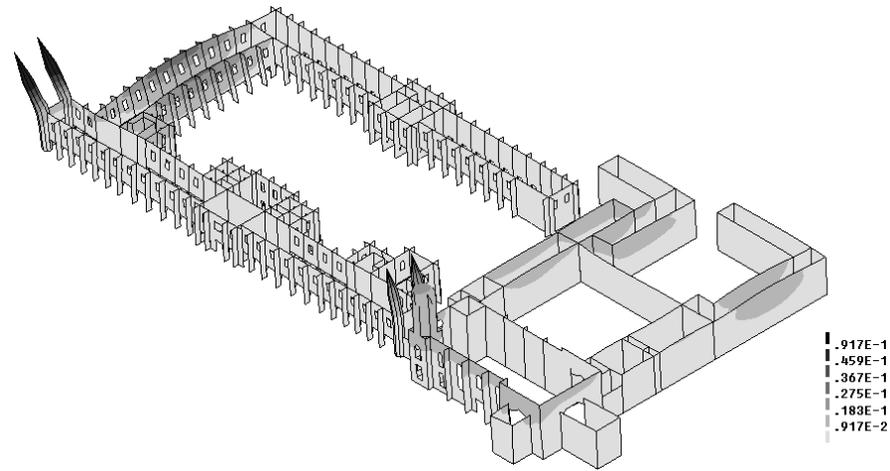
Sistema de Monitorização Dinâmica (II)

1st Frequency versus Temperature

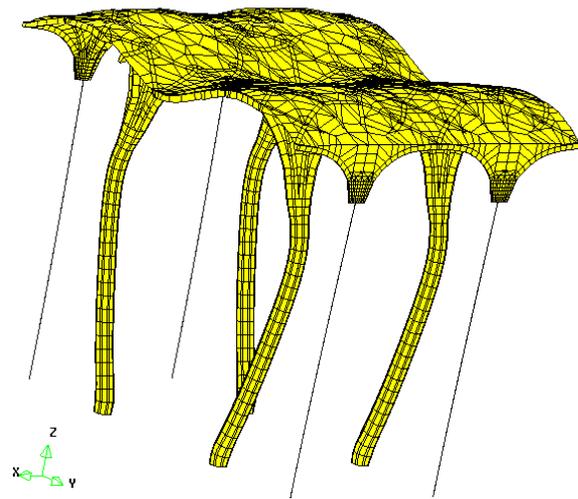


Confidence Intevals

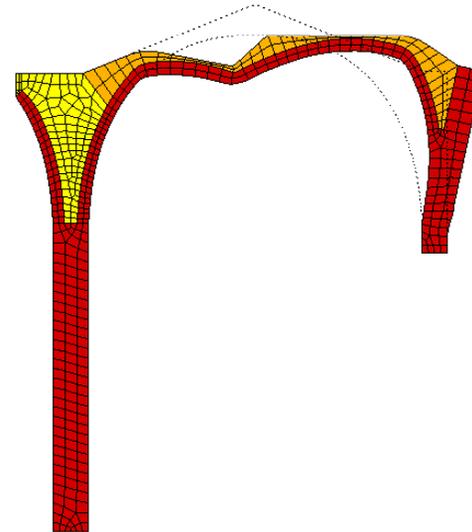




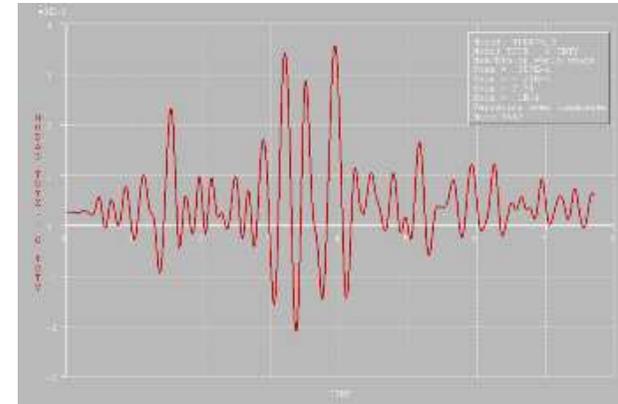
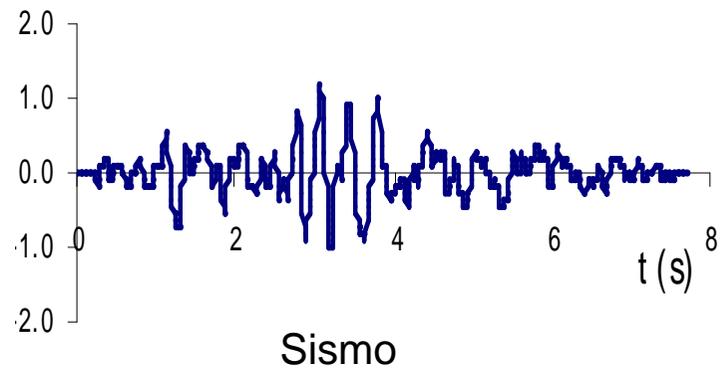
Análise global



Análise local (nave)



Análise local (transepto)

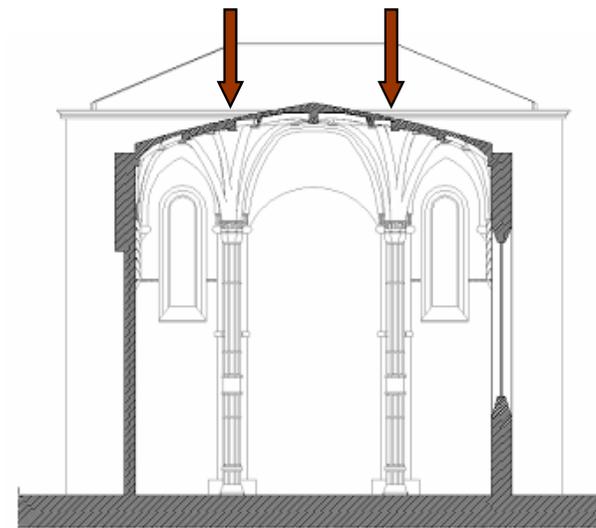
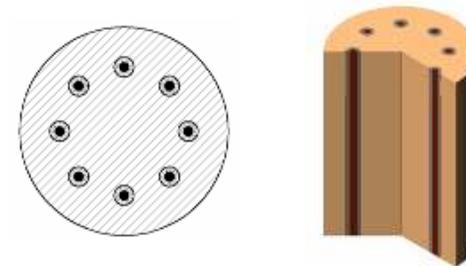
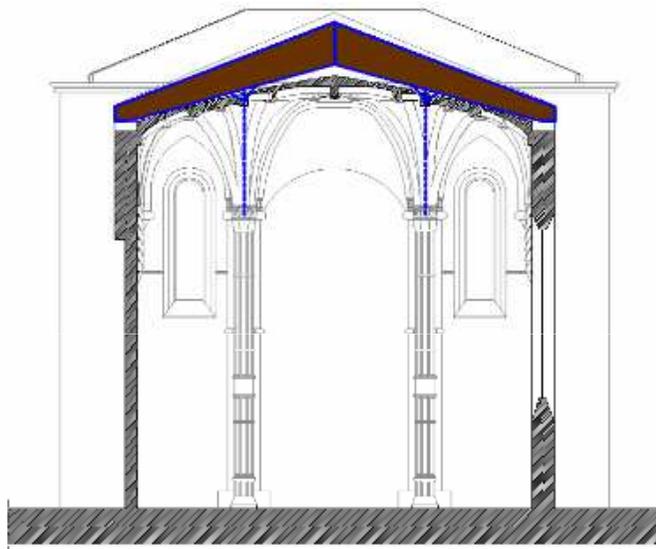


- Colunas demasiado esbeltas – Só possível devido ao material adoptado
- Colunas condicionam a rotura da igreja
- A igreja e o mosteiro parecem com segurança suficiente para um sismo regulamentar, $M = 7.4$ ($T = 475$ yrp), apesar de ocorrerem danos.
- Cenários mais gravosos de sismo estão em análise.





Possibilidades de reforço



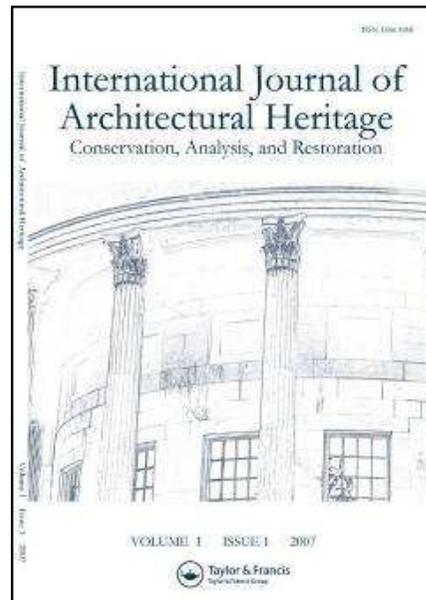


FORMAÇÃO E DIVULGAÇÃO

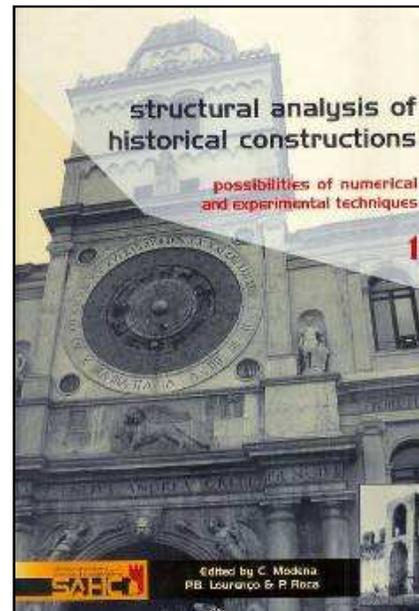


Contributos recentes da Universidade do Minho

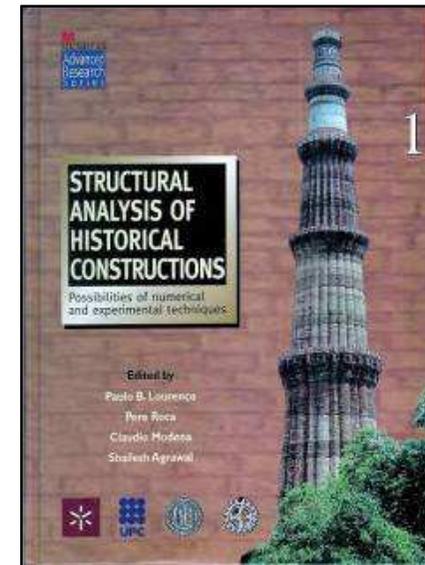
Paulo B. Lourenço



Taylor and Francis,
since 2007
(4 numbers/year)



Structural Analysis of
Historical Constructions
2004
350 participants



Structural Analysis of
Historical Constructions
2006
300 participants



Contributos recentes da Universidade do Minho

Paulo B. Lourenço



SAHC

Advanced Masters in Structural Analysis of Monuments and Historical Constructions

PARTNERS
The Advanced Masters in Structural Analysis of Monuments and Historical Constructions (MSHC) is a joint European Master Programme on the conservation of architectural heritage structures, aimed at producing an international generation of top level competence. The higher education institutions involved in the MSHC Consortium (institutions are):
University of Minho (Guimarães, Portugal)
Czech Technical University in Prague (Prague, Czech Republic)
Technical University of Catalonia (Barcelona, Spain)
University of Padova (Padova, Italy)
The Institute of Theoretical and Applied Mechanics of the Academy of Sciences of the Czech Republic is also involved as scientific partner.

MOTIVATION AND OBJECTIVES
The building industry and tourism represents about 15% of the GDP in Europe. As the built environment ages, conservation of existing buildings and infrastructure is receiving more and more attention, reaching an average value of 1% of the market in Europe. The MSHC will address the issue of existing buildings, but with a focus on buildings with cultural value.
Europe is a world leader in the generation of knowledge, methodology and technology applicable to the conservation and restoration of the architectural heritage. The objective of the MSHC is to offer an advanced education programme on the engineering of conservation of structures, with a focus on architectural heritage.

PROGRAMME STRUCTURE AND CONTENT
The MSHC has duration of 18 months and is held on a rotating basis among partners. Courses is concentrated in two countries each year and dissertation work is divided by all involved institutions. The study programme is composed of eight units, as follows:
SA 1: History of Construction and of Conservation
SA 2: Structural Analysis Techniques
SA 3: Seismic Behaviour and Structural Dynamics
SA 4: Inspection and Diagnosis
SA 5: Repairing and Strengthening Techniques
SA 6: Restitution and Conservation of Materials
SA 7: Integrated Project
SA 8: Dissertation
The degree awarded is a Master's degree, provided as a double degree from the institutions involved.

ADMISSION REQUIREMENTS
The admission requirements for students wishing to enrol in the Master Course are a good quality degree in Civil Engineering or equivalent qualifications. Typically, students are expected to have a higher education degree with four of five years, at the time the Master starts. Students completing the graduation in the present academic year are encouraged to apply.

LANGUAGE
The language of instruction and the language of examinations is English. Courses (including course material, examinations and study counselling) are available in English only.

APPLICATION DEADLINE
The academic year starts in October. The opportunities to apply are grouped into three calls. Third-country students wishing to attend the MSHC and apply for an Erasmus Mundus scholarship should submit their applications no later than January 31. Students from any nationality wishing to attend the MSHC and apply for a Consortium scholarship are asked to submit their applications up to May 31. A third deadline is due by September 30. The submission is to be carried out electronically at <http://www.msc-sahc.org/> and secretariat@msc-sahc.org.

TUITION FEE AND SCHOLARSHIPS
The admission fee is 8000 Euro. However, a number of scholarships for third-country students (non-EU, non-EEA candidate countries and non-EFTA), currently of 25000 Euro, are available. Furthermore, a number of additional scholarships from the MSHC Consortium, currently of 15000 Euro, are open to students from any geographical origin.

FURTHER INFORMATION
For further information, please contact the MSHC Secretariat at secretariat@msc-sahc.org or visit the Master's webpage at <http://www.msc-sahc.org>.

Terceira edição em 2009/2010

secretariat@msc-sahc.org

www.msc-sahc.org

58 estudantes / 30 países
Africa, América, Ásia, Europa

Coordenação:
Universidade do Minho

Parceiros:
Technical University of Catalonia
Barcelona, Spain
University of Padova
Padova, Italy
Czech Technical University
Prague, Czech Republic



Contributos recentes da Universidade do Minho

Paulo B. Lourenço



www.isise.net

www.civil.uminho.pt/masonry



Contributos recentes da Universidade do Minho

Paulo B. Lourenço