

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Caracterização Acústica de Claustros Religiosos Históricos

Anabela Pereira de Babo Carvalho

Licenciada em Engenharia Civil
pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Dissertação submetida para a satisfação parcial dos
requisitos do grau de mestre
em
Construção de Edifícios

Dissertação realizada sob a supervisão de
Professor Doutor A. P. Oliveira de Carvalho,
do departamento de Engenharia Civil
da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Porto, Fevereiro de 2005

– À Beatriz

Agradecimentos

Não poderia dar por concluído este trabalho, sem antes expressar o meu sincero agradecimento a todos aqueles que contribuíram para a sua concretização.

Mencionarei em primeiro lugar o Professor Doutor A. P. Oliveira de Carvalho, orientador desta tese, pelo seu empenho, disponibilidade, bem como pelos ensinamentos disponibilizados, formulação de sugestões e pela revisão cuidada e atenta deste trabalho;

Ao Engenheiro António Eduardo Costa pelo empenho e dedicação na realização das medições, sendo ainda justo destacar todo o apoio prestado;

Ao IPPAR pelo interesse demonstrado no desenvolvimento deste trabalho e pela disponibilização de informação e documentação; por todas facilidades concedidas, sem as quais a efectivação desta tese não teria sido possível;

A todos os responsáveis pelos imóveis estudados, pelas facilidades no acesso, pelo interesse demonstrado e por toda documentação facultada;

Um agradecimento especial ao Doutor Pedro Redol, pelo acompanhamento nas medições efectuadas no Mosteiro da Batalha;

A todo o pessoal dos imóveis estudados, pela ajuda gentilmente facultada;

Finalmente um agradecimento especial aos meus Pais e ao Gregório, pois durante os longos meses em que decorreu este trabalho estiveram sempre presentes com o seu incentivo, apoio e amor sem os quais tudo teria sido mais difícil.

RESUMO

O presente trabalho pretende caracterizar acusticamente os claustros de edifícios religiosos históricos.

Para tal foram medidos alguns parâmetros acústicos objectivos, tais como RASTI, “propagação do ruído emitido”, tempo de reverberação e caracterizadores do ruído de fundo, numa amostra selectiva de vinte claustros. Esta amostra abrange várias épocas construtivas e estilos arquitectónicos.

Foram também seleccionados para a amostra um claustro circular, exemplar único em Portugal e três claustros arquitectonicamente bastante modificados, um fechado na zona dos arcos das galerias com vidro e dois com a zona central (pátio) fechada através de uma cobertura em vidro. Os restantes claustros são representativos dos claustros das ordens religiosas que se podem encontrar por toda a Europa.

Verificou-se que a presumida inteligibilidade da palavra na maioria dos claustros é muito razoável, pois os valores médios de RASTI situam-se, em 70% dos casos, acima dos 0,45.

O tempo de reverberação médio obtido para as várias frequências estudadas, situa-se em geral entre os 2 e 3 segundos. Assim, pode-se concluir que os claustros são acusticamente favoráveis a cânticos sem no entanto prejudicar a inteligibilidade da palavra.

Os valores de R^2 obtidos quando relacionados parâmetros acústicos entre si permitem concluir que, como era de esperar, a variabilidade do RASTI é grandemente explicada pelo tempo de reverberação (1000 Hz) e em menor grau pelo ruído de fundo (L_{A10}).

Da relação entre parâmetros acústicos e parâmetros arquitectónicos, foi demonstrado que os parâmetros arquitectónicos que mais parecem interferir na acústica dos claustros são a largura das galerias (L_g) e altura máxima (H_{max}). Pelo resultado dos modelos simples gerais lineares, não pareceram ser significativos para a acústica destes locais os valores dos parâmetros área central (S_c), área total (S_t) e comprimento médio (C_m).

Foi possível concluir que as galerias dos claustros mais adequados a serem utilizados como locais para pequenos concertos, museus, salas de exposições e para representações teatrais, deverão ter comprimentos médios inferiores a 25 m, a largura das galerias deverá ser menor que 3,5 m e ter uma altura máxima das galerias até 5,0 m. Isto se não houver o uso de materiais de correcção acústica, mantendo-se o aspecto tradicional dos claustros.

ABSTRACT

This work presents an acoustical characterization of religious cloisters. For that goal, several objective acoustical parameters were measured as the *RASTI*, Reverberation Time (*RT*) and parameters concerning the sound level decaying within the galleries and others regarding the background noise level.

Twenty cloisters that represent several architectural styles constitute the sample used. A circular shaped cloister was also selected (the single example in Portugal) as well as three cloisters that were architecturally altered in the last few years (by closing the patio ceiling and/or by closing with glass the galleries). The main core of sixteen cloisters is representative of the traditional religious cloisters throughout Europe.

The results show that the foreseen cloisters' speech intelligibility is very reasonable because 70% of the cloisters have averaged *RASTI* results above 0.45. The average *RT* measured was found to be, in general, within the 2 to 3 s limit. For these reasons the cloisters were found to be acoustically suited to chants without affecting negatively the speech intelligibility.

In the tested relationships among the acoustical parameters, the R^2 values found state, for instance, that the variability of the *RASTI* values is largely explained by the *RT* 1000 Hz values and in a less degree by the background noise (L_{A10}).

From the relationships between acoustical and architectural parameters it was shown that the most important architectural parameters that interfere in the cloisters' acoustics are the width and the maximum height of the galleries. By the results revealed in the general linear models, several geometrical parameters were shown not to relate well with the acoustics within the cloisters as the central area (patio), total area (patio plus galleries areas) and the galleries length.

Using the predicting formulas found in this study it was possible to set a range for some of the geometrical characteristics for the cloisters' galleries to allow them to support a good acoustical environment for small music performances, museums, expositions, etc. (if no acoustical materials were used). These range of values are: the galleria length not higher than 25 m, the width below 3.5 m and a maximum height less than 5 m.

The study ends presenting several suggestions for future developments in this area of knowledge.

ÍNDICE

1 - Introdução	1
2 - O Claustro	4
2.1- Os monges e os mosteiros	4
2.2- Os mosteiros em Portugal	7
2.3- A origem e a evolução do espaço – claustro	9
2.4- Planimetria e a evolução artística da sua tipologia	11
2.5- O claustro – funcional <i>versus</i> místico	12
2.6- O claustro e o som	16
3 - Método	18
3.1- Selecção da amostra	18
3.2- A amostra	20
3.3- Caracterização histórica da amostra	22
3.3.1- Sé do Porto (SP)	22
3.3.2- Mosteiro de Grijó (MG)	24
3.3.3- Mosteiro de Cete (MC)	27
3.3.4- Igreja de São Gonçalo e Claustro (SG)	29
3.3.5- Mosteiro da Batalha (BJ e BA)	31
3.3.6- Sé Velha de Coimbra (VC)	35
3.3.7- Convento de Cristo (TC, TH e TP)	37
3.3.8- Convento do Cardais (CC)	42
3.3.9- Mosteiro dos Jerónimos (MJ)	44
3.3.10- Mosteiro de Arouca (MA)	47
3.3.11- Mosteiro de Lorvão (ML)	50
3.3.12- Mosteiro de Tibães (MT)	52
3.3.13- Mosteiro de Vila Boa do Bispo (MB)	55
3.3.14- Convento do Beato António (CB)	57

3.3.15- Igreja e Convento de São Bento da Vitória (BV)	59
3.3.16- Convento de Alpendurada (CA)	62
3.3.17- Igreja e claustro da Serra do Pilar (IP)	64
3.4- Caracterização geométrica e arquitectónica da amostra	67
3.5- Metodologia e equipamento	71
3.5.1- Parâmetros acústicos medidos	71
3.5.2- Metodologia de trabalho	74
3.5.3- Equipamento utilizado	81
3.6- Tratamento dos dados recolhidos	81
4 - Análise dos Resultados	85
4.1- Análise intra-claustros	85
4.1.1- Valores obtidos	85
4.1.2- Variabilidade em cada claustro (intra-claustros)	97
4.2- Análise inter-claustros	111
4.2.1- Análise estatística global	111
4.2.2- Relações entre parâmetros acústicos	133
a) Modelos simples	133
b) Modelos gerais lineares entre parâmetros acústicos	143
5 - Relação entre os Parâmetros Acústicos e os Parâmetros Arquitectónicos	145
5.1- Parâmetros arquitectónicos	145
5.2- Análise inter-claustros dos parâmetros arquitectónicos	146
5.2.1- Análise global	146
5.2.2- Variabilidade dos parâmetros arquitectónicos	149
5.2.3- Correlação entre parâmetros acústicos e os parâmetros arquitectónicos	153
a) Modelos simples	153
b) Modelos gerais lineares entre os parâmetros acústicos e os parâmetros arquitectónicos	183

5.2.4- Correlação entre parâmetros acústicos e a distância à fonte sonora	184
5.3- Análise dos claustros com características particulares	187
5.4- Claustros – novas utilizações	190
6 - Conclusões	192
Referências Bibliográficas	195
Anexo A – Fichas de registo das medições	200
Anexo B – Fichas com os resultados obtidos nas medições	203

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 3.1 -	Claustro da Sé de Lisboa	18
Fig. 3.2 -	Claustro do Convento de São Francisco (Santarém)	18
Fig. 3.3 -	Claustro do Convento de Mafra	19
Fig. 3.4 -	Localização geográfica dos claustros estudados em relação ao território nacional	21
Fig. 3.5 -	Planta da Sé do Porto	23
Fig. 3.6 -	Claustro (Sé do Porto)	23
Fig. 3.7 -	Galeria do claustro (Sé do Porto)	24
Fig. 3.8 -	Planta da igreja e do claustro (Most. de Grijó)	25
Fig. 3.9 -	Claustro (Most. de Grijó)	26
Fig. 3.10 -	Galeria do claustro (Most. de Grijó)	26
Fig. 3.11 -	Planta do Mosteiro de Cete	27
Fig. 3.12 -	Claustro (Most. de Cete)	28
Fig. 3.13 -	Galeria do claustro (Most. de Cete)	28
Fig. 3.14 -	Planta da igreja e do claustro (S. Gonçalo - Amarante)	29
Fig. 3.15 -	Claustro (S. Gonçalo - Amarante)	30
Fig. 3.16 -	Galeria do claustro (S. Gonçalo - Amarante)	30
Fig. 3.17 -	Planta do Mosteiro da Batalha	31
Fig. 3.18 -	Claustro D. João I (Batalha)	32
Fig. 3.19 -	Galeria do claustro D. João I (Batalha)	33
Fig. 3.20 -	Claustro D. Afonso V (Batalha)	33
Fig. 3.21 -	Galeria do claustro D. Afonso V (Batalha)	34
Fig. 3.22 -	Planta da igreja e do claustro da Sé Velha de Coimbra	35
Fig. 3.23 -	Claustro (Sé Velha de Coimbra)	36
Fig. 3.24 -	Galeria do claustro (Sé Velha de Coimbra)	36
Fig. 3.25 -	Planta do Convento de Cristo (Tomar)	38
Fig. 3.26 -	Claustro do Cemitério (Tomar)	39
Fig. 3.27 -	Galeria do claustro do Cemitério (Tomar)	39
Fig. 3.28 -	Claustro da Hospedaria (Tomar)	40
Fig. 3.29 -	Galeria do claustro da Hospedaria (Tomar)	40
Fig. 3.30 -	Claustro Principal (Tomar)	41
Fig. 3.31 -	Galeria do claustro Principal (Tomar)	41

Fig. 3.32 -	Planta do Convento dos Cardais	42
Fig. 3.33 -	Claustro (Conv. dos Cardais - Lisboa)	43
Fig. 3.34 -	Galeria do claustro (Conv. dos Cardais)	44
Fig. 3.35 -	Planta da igreja e claustro do Mosteiro dos Jerónimos	45
Fig. 3.36 -	Claustro (Most. dos Jerónimos)	46
Fig. 3.37 -	Galeria do claustro (Most. dos Jerónimos)	47
Fig. 3.38 -	Planta do Mosteiro de Arouca	48
Fig. 3.39 -	Claustro (Most. de Arouca)	49
Fig. 3.40 -	Galeria do claustro (Most. de Arouca)	49
Fig. 3.41 -	Planta do Mosteiro de Lorvão	50
Fig. 3.42 -	Claustro (Most. do Lorvão)	51
Fig. 3.43 -	Galeria do claustro (Most. de Lorvão)	51
Fig. 3.44 -	Planta do Mosteiro de Tibães	52
Fig. 3.45 -	Claustro (Most. de Tibães)	53
Fig. 3.46 -	Galeria do claustro (Most. de Tibães)	54
Fig. 3.47 -	Mosteiro de Vila Boa do Bispo	55
Fig. 3.48 -	Claustro (Most. V. Boa do Bispo)	56
Fig. 3.49 -	Galeria do claustro (Most. V. Boa do Bispo)	56
Fig. 3.50 -	Planta do Convento do Beato (Lisboa)	57
Fig. 3.51 -	Claustro (Conv. do Beato, Lisboa)	58
Fig. 3.52 -	Galeria do claustro (Conv. do Beato, Lisboa)	59
Fig. 3.53 -	Vista aérea do Convento São Bento da Vitória (Porto)	60
Fig. 3.54 -	Claustro (Conv. São Bento da Vitória, Porto)	61
Fig. 3.55 -	Galeria do claustro (Conv. São Bento da Vitória, Porto)	61
Fig. 3.56 -	Levantamento aerofotogramétrico do Convento de Alpendurada	62
Fig. 3.57 -	Claustro (Conv. de Alpendurada)	63
Fig. 3.58 -	Galeria do claustro (Conv. de Alpendurada)	64
Fig. 3.59 -	Planta do Mosteiro da Serra do Pilar	65
Fig. 3.60 -	Claustro (Most. da Serra do Pilar, V. N. Gaia)	66
Fig. 3.61 -	Galeria do claustro (Most. da Serra do Pilar, V. N. Gaia)	66
Fig. 3.62 -	Unidade emissora para medição do RASTI	75
Fig. 3.63 -	Unidade receptora para medição do RASTI	75
Fig. 3.64 -	Unidade emissora montada num tripé (RASTI)	76
Fig. 3.65 -	Operador com unidade receptora (RASTI)	76

Fig. 3.66 -	Distribuição dos pontos de medição no claustro para avaliação do RASTI, com fonte sonora em (S)	76
Fig. 3.67 -	Distribuição dos pontos de medição no claustro para avaliação do RASTI, com fonte sonora em (S*)	77
Fig. 3.68 -	Sonómetro	78
Fig. 3.69 -	Fonte sonora	78
Fig. 3.70 -	Distribuição dos pontos de medição no claustro, com fonte sonora em (S)	79
Fig. 3.71 -	Distribuição dos pontos de medição no claustro, com fonte sonora em (S*)	79
Fig. 4.1 -	Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro RASTI de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do RASTI de todos os 20 claustros	103
Fig. 4.2 -	Valor médio do parâmetro “propagação do ruído” de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global da “propagação do ruído” de todos os 20 claustros	103
Fig. 4.3 -	Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro TR125 de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do TR125 de todos os 20 claustros	104
Fig. 4.4 -	Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro TR250 de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do TR250 de todos os 20 claustros	104
Fig. 4.5 -	Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro TR500 de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do TR500 de todos os 20 claustros	105
Fig. 4.6 -	Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro TR1000 de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do TR1000 de todos os 20 claustros	105
Fig. 4.7 -	Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro TR2000 de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do TR2000 de todos os 20 claustros	106
Fig. 4.8 -	Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro TR4000 de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do TR4000 de todos os 20 claustros	106

Fig. 4.9 -	Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro L_{A10} de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do L_{A10} de todos os 20 claustros	107
Fig. 4.10 -	Valor médio do parâmetro $L_{A10ext}-L_{A10int}$ de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global da $L_{A10ext}-L_{A10int}$ de todos os 20 claustros	107
Fig. 4.11 -	Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro L_{A50} de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do L_{A50} de todos os 20 claustros	108
Fig. 4.12 -	Valor médio do parâmetro $L_{A50ext}-L_{A50int}$ de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global da $L_{A50ext}-L_{A50int}$ de todos os 20 claustros	108
Fig. 4.13 -	Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro L_{A95} de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do L_{A95} de todos os 20 claustros	109
Fig. 4.14 -	Valor médio do parâmetro $L_{A95ext}-L_{A95int}$ de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global da $L_{A95ext}-L_{A95int}$ de todos os 20 claustros	109
Fig. 4.15 -	Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro L_{Aeq} de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do L_{Aeq} de todos os 20 claustros	110
Fig. 4.16 -	Valor médio do parâmetro $L_{Aeqext}-L_{Aeqint}$ de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global da $L_{Aeqext}-L_{Aeqint}$ de todos os 20 claustros	110
Fig. 4.17 -	Valores médios obtidos do parâmetro RASTI para cada claustro face à média total dos 20 claustros	115
Fig. 4.18 -	Valores médios obtidos do parâmetro “propagação do ruído” para cada claustro face à média total dos 20 claustros	115
Fig. 4.19 -	Valores médios obtidos do parâmetro TR125 Hz para cada claustro face à média total dos 20 claustros	116
Fig. 4.20 -	Valores médios obtidos do parâmetro TR250 Hz para cada claustro face à média total dos 20 claustros	116
Fig. 4.21 -	Valores médios obtidos do parâmetro TR500 Hz para cada claustro face à média total dos 20 claustros	117
Fig. 4.22 -	Valores médios obtidos do parâmetro TR1000 Hz para cada claustro face à média total dos 20 claustros	117
Fig. 4.23 -	Valores médios obtidos do parâmetro TR2000 Hz para cada claustro face à média total dos 20 claustros	118

Fig. 4.24 -	Valores médios obtidos do parâmetro TR4000 Hz para cada claustro face à média total dos 20 claustros	118
Fig. 4.25 -	Valores médios obtidos do parâmetro L_{A10} para cada claustro face à média total dos 20 claustros	119
Fig. 4.26 -	Valores médios obtidos do parâmetro $L_{A10ext}-L_{A10int}$ para cada claustro face à média total dos 20 claustros	119
Fig. 4.27 -	Valores médios obtidos do parâmetro L_{A50} para cada claustro face à média total dos 20 claustros	120
Fig. 4.28 -	Valores médios obtidos do parâmetro $L_{A50ext}-L_{A50int}$ para cada claustro face à média total dos 20 claustros	120
Fig. 4.29 -	Valores médios obtidos do parâmetro L_{A95} para cada claustro face à média total dos 20 claustros	121
Fig. 4.30 -	Valores médios obtidos do parâmetro $L_{A95ext}-L_{A95int}$ para cada claustro face à média total dos 20 claustros	121
Fig. 4.31 -	Valores médios obtidos do parâmetro L_{Aeq} para cada claustro face à média total dos 20 claustros	122
Fig. 4.32 -	Valores médios obtidos do parâmetro $L_{Aeqext}-L_{Aeqint}$ para cada claustro face à média total dos 20 claustros	122
Fig. 4.33 -	Valores médios do parâmetro RASTI, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros “Abertos”, Claustros “Fechados” cobertura, Claustros “Fechados” galerias e todos os 20 claustros)	124
Fig. 4.34 -	Valores médios do parâmetro “propagação do ruído”, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros “Abertos”, Claustros “Fechados” cobertura, Claustros “Fechados” galerias e todos os 20 claustros)	124
Fig. 4.35 -	Valores médios do parâmetro TR 125 Hz, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros “Abertos”, Claustros “Fechados” cobertura, Claustros “Fechados” galerias e todos os 20 claustros)	125
Fig. 4.36 -	Valores médios do parâmetro TR 250 Hz, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros “Abertos”, Claustros “Fechados” cobertura, Claustros “Fechados” galerias e todos os 20 claustros)	125
Fig. 4.37 -	Valores médios do parâmetro TR 500 Hz, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros “Abertos”, Claustros “Fechados” cobertura, Claustros “Fechados” galerias e todos os 20 claustros)	126

Fig. 4.38 -	Valores médios do parâmetro TR 1000 Hz, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros “Abertos”, Claustros “Fechados” cobertura, Claustros “Fechados” galerias e todos os 20 claustros)	126
Fig. 4.39 -	Valores médios do parâmetro TR 2000 Hz, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros “Abertos”, Claustros “Fechados” cobertura, Claustros “Fechados” galerias e todos os 20 claustros)	127
Fig. 4.40 -	Valores médios do parâmetro TR 4000 Hz, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros “Abertos”, Claustros “Fechados” cobertura, Claustros “Fechados” galerias e todos os 20 claustros)	127
Fig. 4.41 -	Valores médios do parâmetro L_{A10} , ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros “Abertos”, Claustros “Fechados” cobertura, Claustros “Fechados” galerias e todos os 20 claustros)	128
Fig. 4.42 -	Valores médios do parâmetro $L_{A10ext}-L_{A10int}$, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros “Abertos”, Claustros “Fechados” cobertura, Claustros “Fechados” galerias e todos os 20 claustros)	128
Fig. 4.43 -	Valores médios do parâmetro L_{A50} , ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros “Abertos”, Claustros “Fechados” cobertura, Claustros “Fechados” galerias e todos os 20 claustros)	129
Fig. 4.44 -	Valores médios do parâmetro $L_{A50ext}-L_{A50int}$, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros “Abertos”, Claustros “Fechados” cobertura, Claustros “Fechados” galerias e todos os 20 claustros)	129
Fig. 4.45 -	Valores médios do parâmetro L_{A95} , ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros “Abertos”, Claustros “Fechados” cobertura, Claustros “Fechados” galerias e todos os 20 claustros)	130
Fig. 4.46 -	Valores médios do parâmetro $L_{A95ext}-L_{A95int}$, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros “Abertos”, Claustros “Fechados” cobertura, Claustros “Fechados” galerias e todos os 20 claustros)	130
Fig. 4.47 -	Valores médios do parâmetro L_{Aeq} , ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros “Abertos”, Claustros “Fechados” cobertura, Claustros “Fechados” galerias e todos os 20 claustros)	131
Fig. 4.48 -	Valores médios do parâmetro $L_{Aeqext}-L_{Aeqint}$, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros “Abertos”, Claustros “Fechados” cobertura, Claustros “Fechados” galerias e todos os 20 claustros)	131

Fig. 4.49 -	Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos <i>RASTI</i> e L_{A10}	135
Fig. 4.50 -	Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos <i>RASTI</i> e L_{A50}	135
Fig. 4.51 -	Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos <i>RASTI</i> e L_{A95}	136
Fig. 4.52 -	Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos <i>RASTI</i> e L_{Aeq}	136
Fig. 4.53 -	Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos <i>RASTI</i> e <i>TR 125 Hz</i>	137
Fig. 4.54 -	Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos <i>RASTI</i> e <i>TR 250 Hz</i>	137
Fig. 4.55 -	Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos <i>RASTI</i> e <i>TR 500 Hz</i>	138
Fig. 4.56 -	Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos <i>RASTI</i> e <i>TR 500/1000 Hz</i>	138
Fig. 4.57 -	Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos <i>RASTI</i> e <i>TR 1000 Hz</i>	139
Fig. 4.58 -	Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos <i>RASTI</i> e <i>TR 2000 Hz</i>	139
Fig. 4.59 -	Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos <i>RASTI</i> e <i>TR 4000 Hz</i>	140
Fig. 4.60 -	Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos <i>TR 125 Hz</i> e <i>TR 500/1000 Hz</i>	140
Fig. 4.61 -	Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos <i>TR 250 Hz</i> e <i>TR 500/1000 Hz</i>	141
Fig. 4.62 -	Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos <i>TR 2000 Hz</i> e <i>TR 500/1000 Hz</i>	141
Fig. 4.63 -	Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos <i>TR 4000 Hz</i> e <i>TR 500/1000 Hz</i>	142
Fig. 5.1 -	Valores do parâmetro <i>comprimento médio</i> (C_m) para cada claustro e a variação deste em relação à média total dos 20 claustros	149
Fig. 5.2 -	Valores do parâmetro <i>largura das galerias</i> (L_g) para cada claustro e a variação deste em relação à média total dos 20 claustros	150

Fig. 5.3 -	Valores do parâmetro <i>altura máxima</i> ($H_{\max}$) para cada claustro e a variação deste em relação à média total dos 20 claustros	150
Fig. 5.4 -	Valores do parâmetro <i>área do pavimento das galerias</i> (S_{pg}) para cada claustro e a variação deste em relação à média total dos 20 claustros	151
Fig. 5.5 -	Valores do parâmetro <i>área central</i> (S_c) para cada claustro e a variação deste em relação à média total dos 20 claustros	151
Fig. 5.6 -	Valores do parâmetro <i>área total</i> (S_t) para cada claustro e a variação deste em relação à média total dos 20 claustros	152
Fig. 5.7 -	Valores do parâmetro <i>área de galerias relativa</i> (S_{gr}) para cada claustro e a variação deste em relação à média total dos 20 claustros	152
Fig. 5.8 -	Valores do parâmetro <i>absorção sonora</i> (A) para cada claustro e a variação deste em relação à média total dos 20 claustros	153
Fig. 5.9 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>comprimento médio</i> (C_m) e parâmetro acústico <i>RASTI</i>	156
Fig. 5.10 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>largura das galerias</i> (L_g) e parâmetro acústico <i>RASTI</i>	157
Fig. 5.11 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>altura máxima</i> ($H_{\max}$) e parâmetro acústico <i>RASTI</i>	157
Fig. 5.12 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área de pavimento das galerias</i> (S_{pg}) e parâmetro acústico <i>RASTI</i>	158
Fig. 5.13 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área central</i> (S_c) e parâmetro acústico <i>RASTI</i>	158
Fig. 5.14 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área total</i> (S_t) e parâmetro acústico <i>RASTI</i>	159
Fig. 5.15 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>comprimento médio</i> (C_m) e parâmetro acústico <i>dL</i>	159
Fig. 5.16 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área de pavimento das galerias</i> (S_{pg}) e parâmetro acústico <i>dL</i>	160
Fig. 5.17 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área central</i> (S_c) e parâmetro acústico <i>dL</i>	160
Fig. 5.18 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área total</i> (S_t) e parâmetro acústico <i>dL</i>	161
Fig. 5.19 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>comprimento médio</i> (C_m) e parâmetro acústico <i>TR125</i>	161

Fig. 5.20 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>largura das galerias</i> (L_g) e parâmetro acústico <i>TR125</i>	162
Fig. 5.21 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>altura máxima</i> (H_{max}) e parâmetro acústico <i>TR125</i>	162
Fig. 5.22 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área de pavimento das galerias</i> (S_{pg}) e parâmetro acústico <i>TR125</i>	163
Fig. 5.23 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área central</i> (S_c) e parâmetro acústico <i>TR125</i>	163
Fig. 5.24 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área total</i> (S_t) e parâmetro acústico <i>TR125</i>	164
Fig. 5.25 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>comprimento médio</i> (C_m) e parâmetro acústico <i>TR250</i>	164
Fig. 5.26 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>largura das galerias</i> (L_g) e parâmetro acústico <i>TR250</i>	165
Fig. 5.27 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>altura máxima</i> (H_{max}) e parâmetro acústico <i>TR250</i>	165
Fig. 5.28 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área de pavimento das galerias</i> (S_{pg}) e parâmetro acústico <i>TR250</i>	166
Fig. 5.29 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área central</i> (S_c) e parâmetro acústico <i>TR250</i>	166
Fig. 5.30 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área total</i> (S_t) e parâmetro acústico <i>TR250</i>	167
Fig. 5.31 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>comprimento médio</i> (C_m) e parâmetro acústico <i>TR500</i>	167
Fig. 5.32 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>largura das galerias</i> (L_g) e parâmetro acústico <i>TR500</i>	168
Fig. 5.33 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>altura máxima</i> (H_{max}) e parâmetro acústico <i>TR500</i>	168
Fig. 5.34 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área de pavimento das galerias</i> (S_{pg}) e parâmetro acústico <i>TR500</i>	169
Fig. 5.35 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área central</i> (S_c) e parâmetro acústico <i>TR500</i>	169
Fig. 5.36 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área total</i> (S_t) e parâmetro acústico <i>TR500</i>	170

Fig. 5.37 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>comprimento médio</i> (C_m) e parâmetro acústico <i>TR1000</i>	170
Fig. 5.38 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>largura das galerias</i> (L_g) e parâmetro acústico <i>TR1000</i>	171
Fig. 5.39 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>altura máxima</i> (H_{max}) e parâmetro acústico <i>TR1000</i>	171
Fig. 5.40 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área de pavimento das galerias</i> (S_{pg}) e parâmetro acústico <i>TR1000</i>	172
Fig. 5.41 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área central</i> (S_c) e parâmetro acústico <i>TR1000</i>	172
Fig. 5.42 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área total</i> (S_t) e parâmetro acústico <i>TR1000</i>	173
Fig. 5.43 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>comprimento médio</i> (C_m) e parâmetro acústico <i>TR500/1000</i>	173
Fig. 5.44 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>largura das galerias</i> (L_g) e parâmetro acústico <i>TR500/1000</i>	174
Fig. 5.45 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>altura máxima</i> (H_{max}) e parâmetro acústico <i>TR500/1000</i>	174
Fig. 5.46 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área de pavimento das galerias</i> (S_{pg}) e parâmetro acústico <i>TR500/1000</i>	175
Fig. 5.47 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área central</i> (S_c) e parâmetro acústico <i>TR500/1000</i>	175
Fig. 5.48 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área total</i> (S_t) e parâmetro acústico <i>TR500/1000</i>	176
Fig. 5.49 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>comprimento médio</i> (C_m) e parâmetro acústico <i>TR2000</i>	176
Fig. 5.50 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>largura das galerias</i> (L_g) e parâmetro acústico <i>TR2000</i>	177
Fig. 5.51 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>altura máxima</i> (H_{max}) e parâmetro acústico <i>TR2000</i>	177
Fig. 5.52 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área de pavimento das galerias</i> (S_{pg}) e parâmetro acústico <i>TR2000</i>	178
Fig. 5.53 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área central</i> (S_c) e parâmetro acústico <i>TR2000</i>	178

Fig. 5.54 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área total</i> (S_t) e parâmetro acústico <i>TR2000</i>	179
Fig. 5.55 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>comprimento médio</i> (C_m) e parâmetro acústico <i>TR4000</i>	179
Fig. 5.56 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>largura das galerias</i> (L_g) e parâmetro acústico <i>TR4000</i>	180
Fig. 5.57 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>altura máxima</i> (H_{max}) e parâmetro acústico <i>TR4000</i>	180
Fig. 5.58 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área de pavimento das galerias</i> (S_{pg}) e parâmetro acústico <i>TR4000</i>	181
Fig. 5.59 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área central</i> (S_c) e parâmetro acústico <i>TR4000</i>	181
Fig. 5.60 -	Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>área total</i> (S_t) e parâmetro acústico <i>TR4000</i>	182
Fig. 5.61 -	Melhor modelo de regressão entre a <i>distância à fonte sonora</i> (d) e o parâmetro acústico <i>RASTI</i>	185
Fig. 5.62 -	Melhor modelo de regressão entre a <i>distância à fonte sonora</i> (d) e o parâmetro acústico <i>dL</i>	185
Fig. 5.63 -	Regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>comprimento médio</i> (C_m) e o parâmetro acústico <i>TR500/1000</i> , com representação dos claustros com características particulares	187
Fig. 5.64 -	Regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>largura das galerias</i> (L_g) e o parâmetro acústico <i>TR500/1000</i> , com representação dos claustros com características particulares	188
Fig. 5.65 -	Regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>comprimento médio</i> (C_m) e o parâmetro acústico <i>RASTI</i> , com representação dos claustros com características particulares	188
Fig. 5.66 -	Regressão entre o parâmetro arquitectónico <i>largura das galerias</i> (L_g) e o parâmetro acústico <i>RASTI</i> , com representação dos claustros com características particulares	189

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1 –	Lista dos claustros estudados	20
Quadro 3.2 –	Características arquitectónicas dos claustros em estudo	68
Quadro 3.3 –	Características geométricas dos claustros em estudo	69
Quadro 3.4 –	Valores estatísticos dos parâmetros geométricos	70
Quadro 3.5 –	Tabela de conversão do RASTI numa escala de inteligibilidade da palavra	72
Quadro 3.6 –	Coeficientes de absorção sonora, α , em função dos materiais (500-1000 Hz)	83
Quadro 3.7 –	Coeficientes de absorção sonora, α , em função da profundidade da capela (500-1000 Hz)	83
Quadro 4.1 –	Valores médios obtidos, em cada claustro, para o parâmetro RASTI	87
Quadro 4.2 –	Valores médios obtidos, em cada claustro, para o parâmetro dL referente à propagação do ruído emitido	88
Quadro 4.3 –	Valores médios obtidos, em cada claustro, para o parâmetro TR, para a banda de frequência dos 125 Hz	89
Quadro 4.4 –	Valores médios obtidos, em cada claustro, para o parâmetro TR, para a banda de frequência dos 250 Hz	90
Quadro 4.5 –	Valores médios obtidos, em cada claustro, para o parâmetro TR, para a banda de frequência dos 500 Hz	91
Quadro 4.6 –	Valores médios obtidos, em cada claustro, para o parâmetro TR, para a banda de frequência dos 1000 Hz	92
Quadro 4.7 –	Valores médios obtidos, em cada claustro, para o parâmetro TR, para a banda de frequência dos 500, 1000 e média dos 500/1000 Hz	93
Quadro 4.8 –	Valores médios obtidos, em cada claustro, para o parâmetro TR, para a banda de frequência dos 2000 Hz	94
Quadro 4.9 –	Valores médios obtidos, em cada claustro, para o parâmetro TR, para a banda de frequência dos 4000 Hz	95
Quadro 4.10 –	Valores médios obtidos, em cada claustro, para os parâmetros L_{A10int} , L_{A10ext} , L_{A50int} e L_{A50ext}	96
Quadro 4.11 –	Valores médios obtidos, em cada claustro, para os parâmetros L_{A95int} , L_{A95ext} , L_{Aeqint} e L_{Aeqext}	96

Quadro 4.12 –	Valores do desvio padrão para os parâmetros acústicos, RASTI, L_{A10} , L_{A50} , L_{A95} e L_{Aeq} de cada claustro, (+) e (-) assinalam os valores mais e menos elevados em cada parâmetro	97
Quadro 4.13 –	Valores do desvio padrão para os parâmetros acústicos, TR125, TR250, TR500, TR1000, TR2000 e TR4000 de cada claustro, (+) e (-) assinalam os valores mais e menos elevados em cada parâmetro	98
Quadro 4.14 –	Dados estatísticos básicos do parâmetro RASTI referente aos 20 valores médios (amostra total)	111
Quadro 4.15 –	Dados estatísticos básicos do parâmetro “propagação do ruído” referente aos 20 valores médios (amostra total)	111
Quadro 4.16 –	Dados estatísticos básicos do parâmetro TR referente aos 20 valores médios (amostra total)	112
Quadro 4.17 –	Dados estatísticos básicos dos parâmetros L_{A10} , $(L_{A10ext}-L_{A10int})$, L_{A50} e $(L_{A50ext}-L_{A50int})$ referente aos 20 valores médios (amostra total)	112
Quadro 4.18 –	Dados estatísticos básicos dos parâmetros L_{A95} , $(L_{A95ext}-L_{A95int})$, L_{Aeq} e $(L_{Aeqext}-L_{Aeqint})$ referente aos 20 valores médios (amostra total)	112
Quadro 4.19 –	Dados estatísticos básicos do parâmetro RASTI referente aos 17 valores médios (claustros “abertos”)	113
Quadro 4.20 –	Dados estatísticos básicos do parâmetro “propagação do ruído” referente aos 17 valores médios (claustros “abertos”)	113
Quadro 4.21 –	Dados estatísticos básicos do parâmetro TR referente aos 17 valores médios (claustros “abertos”)	113
Quadro 4.22 –	Dados estatísticos básicos dos parâmetros L_{A10} , $(L_{A10ext}-L_{A10int})$, L_{A50} e $(L_{A50ext}-L_{A50int})$ referente aos 17 valores médios (claustros “abertos”)	114
Quadro 4.23 –	Dados estatísticos básicos dos parâmetros L_{A95} , $(L_{A95ext}-L_{A95int})$, L_{Aeq} e $(L_{Aeqext}-L_{Aeqint})$ referente aos 17 valores médios (claustros “abertos”)	114
Quadro 4.24 –	Melhores modelos de regressão simples entre parâmetros acústicos	134
Quadro 4.25 –	Valores de R^2 entre os valores dos parâmetros acústicos TR/RASTI, obtidos nos estudos em igrejas, em salas de audiências de tribunais e no presente estudo usando os valores médios obtidos para cada parâmetro	143
Quadro 4.26 –	Melhor modelo geral linear entre parâmetros acústicos	144
Quadro 5.1 –	Parâmetros arquitectónicos utilizados no estudo das relações com os parâmetros acústicos	146

Quadro 5.2 –	Parâmetros arquitectónicos obtidos para cada claustro, (+) e (-) assinalam os valores extremos obtidos	147
Quadro 5.3 –	Valores estatísticos dos parâmetros arquitectónicos	148
Quadro 5.4 –	Melhores modelos de regressão simples entre os pares de parâmetros acústicos e parâmetros arquitectónicos de cada claustro	154
Quadro 5.5 –	Melhores modelos gerais lineares entre os acústicos e parâmetros arquitectónicos de cada claustro	183
Quadro 5.6 –	Valores ideais dos parâmetros acústicos TR 500/1000 e RASTI para claustros com novas utilizações	190
Quadro 5.7 –	Valores ideais dos parâmetros arquitectónicos que definem a geometria do claustro	191

1 – INTRODUÇÃO

A acústica de edifícios tem vindo a assumir um papel importante, como uma especialidade a estudar na fase de projecto e/ou reabilitação, sendo um dos requisitos de qualidade das construções. Existe uma vasta informação sobre o comportamento e características acústicas de determinados espaços públicos, como os grandes auditórios, salas de espectáculos, salas de aulas, salas de audiências de tribunais, etc..

No entanto, em edifícios com características arquitectónicas especiais e de utilização muito específica, o conhecimento do comportamento acústico, já não é tão vasto. Este tipo de edificações engloba, entre outras, as igrejas, os palácios, os mosteiros, os castelos, bem como espaços integrantes, ou adjacentes, a estes, que de alguma forma possam ter “vida” própria. É neste último item que se insere o espaço sobre o qual incidirá o presente estudo – O CLAUSTRO.

O claustro como parte integrante de mosteiros e de igrejas, compartilha com estes um grande número de características, como os materiais usados na construção, o estilo arquitectónico, o fim a que se destinavam, bem como os próprios utilizadores.

O estudo acústico neste tipo de edifícios (igrejas) iniciou-se em Portugal com o trabalho desenvolvido por A. P. de Oliveira Carvalho (Carvalho, 1994) contemplando o estudo de 41 igrejas católicas portuguesas, através de medições acústicas de parâmetros objectivos e o seu relacionamento com parâmetros arquitectónicos. Estudou também a inteligibilidade da palavra em igrejas através da medição de RASTI e analisando a sua correlação com outros parâmetros acústicos e com parâmetros arquitectónicos.

Seguiu-se o trabalho desenvolvido por A. Morgado (Morgado, 1996) que analisou a acústica de 36 igrejas anteriormente estudadas por A. P. de Oliveira Carvalho (1994), através de parâmetros acústicos subjectivos, com a finalidade principal de analisar o comportamento desses espaços relativamente à música.

M. Lencastre (Lencastre, 1998) desenvolveu o estudo em 31 igrejas onde foi analisada a inteligibilidade da palavra através de parâmetros objectivos e subjectivos. A avaliação subjectiva foi efectuada através da realização de testes de audição, com discurso ao vivo

efectuados em cada igreja com o mesmo grupo de pessoas. A avaliação objectiva foi efectuada através da medição do parâmetro RASTI.

Estes trabalhos integram um programa de investigação em “Acústica de Igrejas” (A. Carvalho, sd), que tem vindo a decorrer no Laboratório de Acústica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Estudos semelhantes neste tipo de edifícios (igrejas) foram posteriormente realizados por Martellotta (2001) e Desarnauds (2002).

É no seguimento do já citado programa de investigação em “Acústica de Igrejas”, que surge o presente trabalho, o qual poderá denotar grande interesse, devido às características da amostra estudada, não só para o desenvolvimento da actividade profissional da autora na sua entidade empregadora, bem como para esta (Instituto Português do Património Arquitectónico - IPPAR).

Tendo por base a metodologia usada nos trabalhos referidos, pretendeu-se caracterizar acusticamente os claustros de edifícios religiosos históricos.

Para tal foram medidos alguns parâmetros acústicos objectivos, tais como RASTI, “propagação do ruído emitido”, tempo de reverberação e caracterizadores do ruído de fundo, numa amostra selectiva de vinte claustros. Esta amostra abrange várias épocas construtivas e estilos arquitectónicos.

As teses que se pretendeu testar com este estudo são:

- “Existe a possibilidade de caracterizar acusticamente este tipo de espaço”;
- “Existe uma variabilidade nos valores dos parâmetros acústicos objectivos intra-claustros e inter-claustros, em relação à totalidade da amostra”;
- “Existe uma variabilidade nos valores dos parâmetros acústicos objectivos inter-claustros, em relação aos grupos de claustros”;
- “Pode estabelecer-se uma correlação entre pares de parâmetros acústicos objectivos e entre pares de parâmetros acústicos e parâmetros arquitectónicos”;

- “É possível obter uma distinção entre parâmetros acústicos objectivos em relação aos grupos de claustros “fechados” na cobertura ou galerias e claustros “abertos”.

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

- no capítulo 2 deste trabalho é efectuada uma breve descrição histórica e arquitectónica deste tipo de edifícios, o que são, como surgiram, qual a sua função, quais as actividades neles desenvolvidas, etc.;
- no capítulo 3 identifica-se a amostra e é feita a sua caracterização geométrica e arquitectónica, é também descrita a metodologia seguida para a realização do trabalho e identificado o equipamento utilizado;
- no capítulo 4 são caracterizados os valores obtidos para os parâmetros acústicos, comparando-os entre si, quer dentro de cada claustro (análise intra-claustros), quer entre os 20 claustros (análise inter-claustros). Na análise inter-claustros foram estabelecidas correlações entre os parâmetros acústicos objectivos, usando os valores médios de 16 claustros de características tradicionais;
- no capítulo 5 são analisadas as diferenças inter-claustros dos parâmetros arquitectónicos e as diferenças relativamente à média dos 20 claustros e foram estabelecidas correlações entre os parâmetros acústicos e os parâmetros arquitectónicos, usando os valores médios de 16 claustros de características tradicionais;
- o capítulo 6 engloba a conclusão deste trabalho bem como algumas considerações sobre possíveis desenvolvimentos que poderão vir a ser realizados nesta temática para este tipo de edifícios.

2 – O CLAUSTRO

A palavra claustro provém do latim “*claustrum*”, que se refere a um lugar fechado. Contudo a palavra “claustro” pode ser usada em dois sentidos.

Em sentido lato, “claustro” refere-se a todo um mosteiro, a um lugar onde a comunidade Cristã vive em isolamento voluntário. Sugere a ideia de clausura, de vida de retiro. Em sentido estrito, “claustro” é um termo arquitectónico que se refere a um pátio interno formado pelas paredes da igreja e dos edifícios residenciais, cercado por uma colunata coberta que fecha um quadrângulo central.

Na leitura deste trabalho deve-se entender “claustro” unicamente neste sentido restrito.

Os claustros foram basicamente um fenómeno arquitectónico medieval que floresceu na Europa Ocidental nos séculos VIII a XV.

No século XI esta característica arquitectónica, que foi primeiro adoptada pelos monges (em mosteiros), foi imitada através da “regra canónica” (padres que vivam com a sua igreja, em comunidade governada por uma “regra”). Os claustros típicos dos mosteiros, geralmente construídos numa zona rural calma longe das cidades, começaram também a aparecer nas catedrais dos cânones ou igrejas, frequentemente localizadas no centro das cidades.

Monástico ou canónico, num claustro perpetuou sempre um pátio, um quadrângulo aberto no qual foram frequentemente plantados arbustos ou flores, organizados ao redor de uma fonte ou poço. Por isso, o Latim medieval chamou-o de *hortus conclusus*, “jardim fechado”.

2.1 - Os monges e os mosteiros

Monge, palavra de raiz grega (*monos*, só), sugere uma figura solitária, retirada do mundo e de tudo o que é “profano”.

As primeiras experiências monásticas surgem no início do século IV, no Médio-Oriente, no Egito, entre o Tebes e o delta do Nilo. Era a casa de S. António, o Grande (251-356) e S. Pacómio (290-347), os grandes inventores e os verdadeiros fundadores do monaquismo Oriental. Rapidamente coexistiram dois tipos de vida monástica, uma denominada de eremita (de *eremos*, deserto) e outra designada por cenobita (de *koinos* e *bios*, vida em comum). Um monge eremita vive no deserto como S. António, em solidão completa. S. Pacómio institui os princípios de uma vida cenobita: os monges viviam em comunidade, submetiam-se a regras e a uma autoridade hierárquica e espiritual de um abade (o termo derivou da palavra síria *abba*, pai).

Nos séculos IV e V desenvolveram-se várias experiências monásticas, de este a oeste, notavelmente conduzidas por S. Jerónimo, S. Agostinho de Hipona no norte de África, S. Martinho de Tours, S. Honorato, S. Cesário de Arles e S. Cassiano de Provence. Porém, no Leste, uma figura ultrapassou todas as outras, a sua regra usava o monaquismo grego e eslavo da Idade Média – S. Basílio de Cesareia, morreu em 379 e reforçou os princípios de S. Pacómio com a união dos monges e a sua obediência a um abade. No oeste, foi São Bento de Núrsia (480-547) que recebeu o alto título de “pai do monaquismo Ocidental” (Faure e Mouilleron, 2001).

A fundação da abadia beneditina de Cluny em França vai marcar o início do século X. Fundada sob a direcção de Bernon, um abade reformador, ela vai erguer-se soberana e completamente independente. Nenhuma intrusão foi permitida, nem das potências temporais, nem mesmo dos bispos, em virtude de sua comenda ter sido concebida pela igreja do apóstolo São Pedro em Roma. A expansão e consolidação de Cluny foi obra de Santo Odilão (962-1048), conjugando casas modestas, mas numerosas, agrupadas em torno de um só abade.

A vida monástica, no século X, na Europa, tomou duas distintas direcções: a primeira seguiu o modelo dos monges do deserto e concentrou-se na fímbria que separa o mundo latino do helenismo. Fugindo do mundo e vivendo em grutas, esses monges desprezavam todos os prazeres do corpo, vivendo da bondade de Deus.

O segundo caminho de vida monástica seguiu a orientação de São Bento de Núrsia. A estabilidade e a seriedade do trabalho temporal e espiritual eram os pontos-chave da ética

beneditina. A comunidade monástica estabeleceu-se à maneira de todas as famílias feudais, na exploração de património fundiário. Cluny seguia a regra beneditina, mas interpretava-a do seu modo. Aceitava completamente a riqueza e a opulência. Em Cluny, os trabalhos físicos dos monges praticamente desapareceram, pois eram considerados actividades para os criados.

Cluny tornou-se um grande foco espiritual, exercendo uma grande influência sobre as novas vocações seja através do surgimento de novos mosteiros, ou através da renovação dos antigos. Em 1088, quando o abade Hugo deu início às obras da nova basílica, a época de Cluny chegou ao fim. Teve início o tempo dos mosteiros, nos quais os monges tinham como um dos focos de caminho espiritual a austeridade de vida.

Em torno de 1100, a Europa convivia com duas vertentes do monaquismo. Em contraposição ao modelo Cluny, a vertente que tentava conciliar a prescrição da Regra beneditina de vida comum, o ascetismo (eremitas), ganhou destaque e grande número de adeptos.

A Ordem Cisterciense teve como seu grande artífice São Bernardo (1090-1153). Em torno de 1145 já possuía mais de trezentos e cinquenta mosteiros por toda a Europa. A Ordem exerceu uma função eminente na Igreja e na sociedade durante os séculos XII e XIII, não só pela difusão de sua espiritualidade monástica muito particular, que já dominava o mundo católico como também pelas mudanças que provocou na economia, haja vista que os mosteiros cistercienses se localizavam em locais geralmente nunca ocupados (florestas, pântanos, etc.) e se transformavam em áreas produtivas (Duby - citado por Eugénio Lins, 2002).

A partir do século XII a Europa viveu um período de efervescência. O surgimento e crescimento das cidades provocou o surgimento de novos problemas morais vinculados à força social do dinheiro e à economia monetária, processo que afectará a Igreja. O surgimento das Ordens Mendicantes será uma resposta a esta nova realidade. Nelas destacavam-se os dominicanos e os franciscanos, os quais declaravam a pobreza como uma virtude e fundavam sua existência nas esmolas.

Um ano após a fundação dos Dominicanos, em 1225, a Ordem dos Franciscanos, ou Frades menores, foi oficialmente aprovada (Brandão - citado por Eugénio Lins, 2002).

Os conventos dessas novas ordens diferem no claustro, no sentido lato atrás referido, pelo facto de não se fechar nele a vida dos religiosos. Estas edificações não são mais que um abrigo ao qual os frades, cumprida a tarefa, retornam para partilhar a comida esmolada e dormirem.

Segundo Geraldo Coelho Dias (citado por Eugénio Lins, 2002), a palavra “Mosteiro” indica, sobretudo, o edifício na sua materialidade. Em razão disso, os beneditinos utilizam esse termo para denominarem as suas casas e auto designarem-se como monges:

[...] mas não é raro chamar-se a um mosteiro também “Convento”. Tal porém, assinala a reunião da comunidade, no seu conjunto jurídico, embora os franciscanos e dominicanos e, de maneira geral, a ordem mendicantes, prefiram usar este designativo mesmo para as suas residências, exactamente porque não devem ter bens e, por essa razão se identificam pelo convento ou comunidade dos “frades” em que estão inscritos. Segundo o rigor da nomenclatura tradicional da Igreja, mosteiro são as casas dos monges, na Idade Média como hoje, também chamadas de abadias, quando governadas por um abade, ao passo que os conventos são as casas dos frades mendicantes, mais dado à vida apostólica e que, no seu estilo de vida e na estrutura das suas casas, são especificamente distintos dos monges. Portanto do ponto de vista arquitectónico, a construção de uma casa de vida consagrada exige uma atenção e conhecimento especiais relacionados com o tipo de vida: monástica, paroquial, didáctica.

2.2 - Os mosteiros em Portugal

Para Fortunato de Almeida (1967) a primeira notícia que se encontra acerca de monacato na península é a que consta do concílio eliberitano, celebrado no ano 300 ou nalgum dos que a este mais proximamente se seguiram. No I concílio de Saragoça (380) fala-se de *regra monástica*, mandando-se expulsar da Igreja, até que dê condigna satisfação, o clérigo que, com fundamento na observância da *regra monástica*, pretender ser estimado em mais do que os outros. Na opinião de Fleury citado por Almeida (1967), é esta a primeira menção de vida monástica em monumentos eclesiásticos da Espanha.

O Papa Sirício (334-399) fala de abusos cometidos por monges e monjas da península, segundo a informação que recebera de Himério, metropolitano de Tarragona, e determina que tais pessoas sejam expulsas da comunidade dos mosteiros.

No I concílio de Toledo (400) fala-se igualmente de religiosos e professores.

Todos estes testemunhos demonstram que o monacato se difundira por toda a Espanha no século IV e não era já instituição nova na península (Almeida, 1967).

Vários autores como Santo Ildefonso (m. 667), Santo Eugénio (654-657), Paulo Diácono, S. Gregório de Tours (539-594) e S. Bráulio (590-651), aludem aos edifícios visigóticos da Península, e Santo Isidoro (560-636) deixou deles uma classificação sistemática, inserida nas suas “Etimologias”, citando as *basílicas* – para culto geral – os *oratórios* – para as orações – os baptistérios ou delabra, as capelas votivas dos mártires – *martyrium* – e os mosteiros (Lacerda, 1942). Em 1906 Lamperez citado por Lacerda (1942), informa que se sabe da existência de mais de oitenta igrejas, baptistérios e mosteiros, construídos entre os séculos V e VIII. Muito embora Lacerda afirme que já poucos vestígios existem dessas edificações.

Da existência da vida monástica no século VI, no actual território de Portugal, há numerosos testemunhos, tanto nas relações de escritores como nas providências adoptadas pelos concílios em relação aos monges. Segundo Oliveira (1950), nos nossos documentos medievais abundam as referências a fundações monásticas, muitas das quais já extintas aquando do início da monarquia. Estas fundações tinham vários nomes, sendo os mais frequentes *monasterium* e *asceterium*, bem como as suas variantes (*monastario*, *monasteriolo*, *acisterium*, *arcisterio*, *scisterio*, etc), não sendo raras outras designações como *cenobium* e *cimiterium*.

Na opinião de Oliveira (1950), os cronistas monásticos, especialmente os beneditinos e augustinianos, não hesitaram em inventar ou falsificar documentos em abono da antiguidade das suas fundações, pelo que não podem admitir-se sem crítica as datas que apresentam. Para este autor, com certeza que nenhum dos nossos mosteiros adoptou a regra de S. Bento antes do ano de 1050, mosteiros da regra de Santo Agostinho não podem ser anteriores a 1125. Até essa altura, regiam-se pelas regras chamadas dos chamados “antigos Padres”, sobretudo Santo Isidoro (560-636) e S. Frutuoso (m. 666).

Um dos mosteiros mais antigos da província da Lusitânia foi o do Lorvão. Nas palavras de Almeida (1967), pretenderam alguns recuar a sua fundação a meados do século V, muito embora não haja um fundamento sério para aceitar tal conjectura. Para este autor, o que se afigura provável é que o mosteiro date de meados do século VI, muito embora se façam referências a outros investigadores, como o Prof. Rui de Azevedo, que no seu livro “ O Mosteiro do Lorvão na Reconquista Cristã”, aponta como data para a fundação do mosteiro o ano de 878, ou mesmo uma data um pouco posterior. Esta última data é também apontada por Azevedo (1975).

Outro mosteiro bastante antigo é o de S. Martinho de Tibães, o qual terá sido fundado em meados do Século VI. Pois ao que afirmam os cronistas beneditinos, este convento é contemporâneo de S. Martinho de Dume (m. 597) e do rei suevo Teodomiro (Azevedo, 1975).

2.3 - A origem e evolução do espaço – claustro

“O homem necessita de um espaço de paz e recolhimento que o proteja do espaço exterior, hostil e desconhecido, mas que, sem estorvo, participe do dia e da noite, do sol e da lua, do calor, do frio e da chuva. Este espaço, que está submetido ao passar dos dias e das estações, ou seja, às regras que determinam a existência, é o *pátio*” (Blaser, 1997). ”.

Por pátio entende-se, geralmente, uma parte da casa delimitada por paredes ou pelo menos um espaço parcialmente aberto, cuja forma em planta não é fixa, podendo ser quadrada, rectangular, circular, etc..

Claustro (do latim «*claustrum*», lugar fechado), é um pátio de convento rodeado por arcadas, cujas colunas ou pilares, se apoiam na maioria das vezes, sobre paredes baixas. No centro existe, geralmente, um poço ou uma fonte.

Para Blaser (1997), o claustro representa uma parte essencial da evolução do pátio, pois todos os mosteiros, desde as primeiras fundações até aos grandes mosteiros barrocos, possuem pátios (claustros) com grande interesse.

Como espaço arquitectónico interior e descoberto, já no Palácio de Cnossos (séc. XVI a.C.), em Creta, se encontravam vários tipos de pátios que se podem considerar os remotíssimos antepassados dos claustros. Os pequenos pátios de Cnossos, além de servirem para iluminar as várias dependências interiores do palácio, facilitavam também o sistema de comunicação entre as diversas salas. O binómio luz – comunicação constitui uma das características mais relevantes do espaço interior religioso designado por claustro.

Remoto antecedente do claustro pode ser o peristilo (*peristylum*, *peristyla* ou *peristylia*) da casa romana. O peristilo é um vasto espaço ajardinado e porticado dos quatro lados, com um poço ou um tanque central, em torno do qual se dispunham as divisões da casa.

O peristilo surgiu da introdução de colunas no *atrium*¹, bem como do alargamento do *viridarium*², com edificação de um pórtico envolvente e de novas salas em torno desse jardim tornando-se assim como centro da casa senhorial romana da época imperial (Alarcão, 1985). A evolução da casa romana entre o séc. II a.C. e o séc. I d.C. com a transformação do *viridarium*, da casa de átrio, em peristilo, e da forma como esta desaparece, originando um tipo de residência que se organiza em torno do peristilo, pode ser encontrada em “Introdução ao estudo da casa romana” de Alarcão (1985).

Segundo Blaser (1997), os mosteiros mais antigos foram buscar ao antigo pátio das casas romanas a ideia do claustro, pátio com colunas, ajardinado a meio, ou apenas provido de uma fonte ou de um tanque. Assim, para este autor, em certo sentido os mosteiros seriam um reflexo da casa romana. Outros autores como (Coelho, 1987), consideram esta ideia sem fundamento, já que o peristilo da casa romana teria funções muito diversas do claustro da arquitectura religiosa.

Avançando mais no tempo, podem-se encontrar as origens do claustro «*stricto sensu*» nos mosteiros da Síria Central (séc. V), mais precisamente em Chaqqa e el-Barah. Nestes mosteiros, os claustros apresentavam-se revestidos de arcadas apenas em três lados, mas funcionalmente já possuíam as características do genuíno espaço claustral, isto é, iluminavam e facilitavam a passagem entre as diversas dependências do mosteiro.

¹ Espaço central, descoberto, em torno do qual se dispunham as divisões da casa romana;

² Jardim ou horta nas traseiras da casa romana;

Esta tipologia dos mosteiros sírios assemelhava-se ao das casas particulares do sul da Síria. Os monges teriam-no adoptado às necessidades da sua vida religiosa e material. É ali, ao que parece, que se encontra as origens mais autênticas da planta dos mosteiros do Ocidente. Esse plano, que se tornou tradicional, sofreu, algumas vezes, seja em núcleos urbanos, seja no meio rural, variações provocadas pelo meio ambiente em que se implantava – a topografia, o curso dos rios, o clima (Eschapasse, 1963; Schmitz, citado por Eugénio Lins, 2002).

No Ocidente, no início do século VI, a regra de S. Bento atribui ao termo claustro uma concepção lata, isto é, não entendido como designação de claustro propriamente dito, mas antes indicando todo o espaço físico ocupado pelo mosteiro. Somente no Concílio de Tours, realizado ainda no século VI, se determinará a obrigatoriedade da existência do claustro nos mosteiros, para os monges poderem usufruir de um lugar propício à leitura e meditação.

No final do século VI, Santo Isidoro de Sevilha (560-636) pondera também a necessidade de os monges disporem de um claustro.

O espaço claustral, sobretudo no Ocidente, onde as pessoas que se dedicam exclusivamente ao serviço de Deus vivem em comunidade, deve ter nascido das necessidades funcionais e espirituais exigidas pela vida religiosa em comum. Além de facilitar o acesso às diferentes dependências do mosteiro, o claustro constituía lugar propício à oração; prestava-se também ao repouso espiritual, devido às condições de harmonia e ritmo espacial que normalmente caracterizam a sua arquitectura; possibilitava a apreciação das belezas naturais – do azul do céu, do colorido e perfume das flores, e do rumorejar da água – porque muitas vezes eram ajardinados e possuíam quase sempre uma fonte ou poço (Coelho, 1987).

2.4 - Planimetria e evolução artística da sua tipologia

Analisando a tipologia arquitectónica e o programa de um conjunto monástico, da época moderna e das épocas anteriores, pode-se concluir que existe um esquema geral que se transmitiu de geração em geração e que se pode agrupar em três núcleos: a cerca (hospedaria, enfermaria, botica, capela, horta, pomar, etc.), mosteiro (claustro, dormitório, capítulo, biblioteca e oficinas) e a igreja (sacristia).

Predominantemente os claustros são de planta quadrada, embora também se encontrem claustros de planta rectangular, trapezoidal ou mesmo circular, como é o caso do Mosteiro da Serra do Pilar (V. N. Gaia). Os claustros podem ser de um só piso, de dois pisos ou de três pisos, embora em menor número.

Os claustros apresentam geralmente uma galeria a toda a volta; o ritmo das saliências e dos vãos variou segundo os estilos arquitectónicos mais na moda na época da sua construção; o mesmo se pode dizer das colunas, que, ora assumem funções de suporte, ora de pura decoração; constituíam bases nevrálgicas dos elementos exornativos, o intradorso, os arcos e os capitéis das colunas; finalmente o paramento parietal era revestido segundo diversas técnicas entre as quais se salientam o fresco, o mosaico, o baixo-relevo e, em Portugal sobretudo, o azulejo.

O claustro existiu nas grandes abadias e também nas catedrais. Nas primeiras, além dos aspectos místico e funcional, denunciava ainda a hierarquia religiosa e administrativa da comunidade monacal. Assim, em muitas abadias havia dois claustros: o maior, dava acesso aos dormitórios, refeitório, sala do capítulo e sacristia, e era destinado aos frades em geral; o mais pequeno, situado nas vizinhanças da biblioteca, enfermaria e cemitério, tinha apenas por usufrutuários, o abade e altos dignitários eclesiásticos (Coelho, 1987).

2.5 - O claustro – funcional *versus* místico

As funções de que se reveste o claustro são múltiplas. Ele permitia um acesso fácil e rápido a qualquer ponto do mosteiro, oferecendo o circuito das suas quatro galerias um refúgio contra as intempéries e do sol excessivo.

Uma função que seria primordial era a de servir como lugar de estudo (individual e/ou colectivo), leitura e dar lições a crianças. Sob as galerias os monges dedicavam-se a copiar e a iluminar manuscritos.

No claustro os monges podiam trocar ideias com outros membros da comunidade, durante os momentos em que podiam falar. Segundo Eschapasse (1963) quando existia um claustro grande e um pequeno, as conversações decorriam no segundo.

Este espaço era ainda utilizado para a higiene pessoal dos monges. Quando estes atravessavam o claustro para o refeitório, utilizavam a fonte para lavarem as mãos e os pés. Daí em muitos claustros esta situar-se junto à entrada do refeitório. Era aqui que lavavam a roupa e se barbeavam.

O claustro tinha ainda a função de local de sepulcro. Rocha (2003), elucida-nos sobre esta função do claustro, servindo-se para tal da transcrição de um relatório que as freiras de Arouca, em finais do século XVIII, enviaram ao poder central e no qual se procurava apurar a situação monástica em Portugal. Estas referindo-se a obras, informavam que era importante a construção do claustro pois:

“nasecidade desta obra conentia não so na percizão de se concluir depois de estar principiado, mas também na nasecidade que o Mosteiro tem do claustro baixo para sepulturas de que percizão de forma athe pouco se estavam servindo da Igreja do Mosteiro, para a dito fim, deixando so de fazer o dito uso depois de se concluir o lado do claustro que esta feito de que já se vão servindo para o dito efeito”.

Em certas comunidades, o claustro era o local de realização das cerimónias fúnebres dos religiosos falecidos, na presença de todos os monges aí reunidos (Eschapasse, 1963).

O valor litúrgico deste magnifico espaço ultrapassava esta última função. As galerias eram usadas para procissões aos Domingos, durante a Páscoa, Pentecostes, bem como outras datas de relevo litúrgico. Nestas procissões os religiosos desfilavam em redor do quadrângulo cantando e orando (Faure e Mouilleron, 2001).

O claustro tem assim um papel primordial na vida espiritual e intelectual do monge. É o espaço fechado, *hortus conclusus*, que concretiza uma das aspirações profundas da vida monástica: retirar-se do mundo, escapar às decepções e suas máculas. Ele tem um significado profundo na sua própria estrutura, que manifesta a vontade de se fechar na clausura exigida pela Regra.

“O claustro, rodeado por todos os lados pelos edifícios colectivos – a sala de reunião, o refeitório, o dormitório –, está no centro deste universo fechado. Uma ilha de natureza, mas

rectificada, separada do mundo mau que a rodeia, um lugar onde o ar, o sol, as árvores, os pássaros, as águas correntes reencontram a frescura e a pureza dos primeiros dias do mundo. As proporções deste pátio interior exprimem que ele participa nas perfeições que a terra deixou de conhecer desde a queda de Adão. Quadrado, coordenado com os quatro pontos cardeais e com os quatro elementos da matéria criada, o claustro arranca um lanço do cosmos ao desregramento que naturalmente o afecta. Restabelece-o em proporções harmoniosas. Aos que escolheram retirar-se para ele, fala a linguagem acabada, cumprida do outro mundo” (Duby, 1979).

Para muitos autores, o claustro encerra em si uma leitura especial.

Genericamente, três lados do claustro dão resposta a três tipos de necessidades humanas – corporais, intelectuais e espirituais – dentro da tríade tradicional “corpus” “anima” “spiritus” (Kinder - citado por Rocha, 2003); por sua vez a função da galeria ocidental foi uma inovação da organização cisterciense, permitindo a passagem dos conversos para acesso ao coro, local que até aí era de uso exclusivo dos monges (Duby - citado por Rocha, 2003).

Segundo Juan Maria de La Torre (citado por Eugénio Lins, 2002), as suas quatro galerias expressam o projecto ascético-místico da vida monástica. Nele, o monge é convidado a viver toda a sua vida, isto é, a quadrangular-se, a tornar-se o homem perfeito – o “Adão” –, o *húmus quadratus*. Durante a sua vida, o monge vai passando de ala em ala, dia a dia, ano a ano, unificando todos os aspectos do seu ser – o espiritual, o psíquico, o corporal e o social – através das vicissitudes da vida. O percorrer das suas galerias leva à unificação do “ser”, pois é fácil fazer do quadrado um círculo; basta girar continuamente em torno do centro.

Sob a perspectiva do *húmus quadratus*, é importante ressaltar o significado simbólico das quatro alas do claustro:

– A Ala do Homem Espiritual

Correspondendo à galeria anexa ao muro da igreja, lugar de espiritualidade, recebe a denominação de “claustro da leitura”, da palavra de Deus, local da oração e da *lectio divina*. São Bento recomenda como um dos instrumentos das boas obras “Ouvir de boa vontade as santas leituras” e “Dar-se frequentemente à oração” (RB - citado por Eugénio Lins, 2002).

Para os cistercienses, segundo De La Torre (citado por Eugénio Lins, 2002), o claustro é o lugar do silêncio, porque é por excelência o lugar da leitura, onde se consolida o laço profundo que existe entre esta e a oração. Como espaço de trânsito da oração à leitura e da leitura à oração, é também o local onde os monges, em sossego, ruminam, em sua memória e em seu coração, o eco da palavra. Segundo esse autor, o claustro cisterciense é mais volume auditivo que local, pois convida e estimula aqueles que iniciaram a capacidade de escutar a embriagar-se no néctar da Palavra.

– Ala do Homem Anímico ou Psíquico

O Homem não adquire a sublimação espiritual sem contar com a educação e o trabalho. Desta maneira, a galeria do homem espiritual conecta-se com a galeria do anímico e psíquico. Classifica-se esta ala como a da intelectualidade, ou do exercício de formação do discípulo. Nela acontece, na prática, a relação mestre-discípulo, assumindo a velha tradição monástica de formação do ouvir mediante a obediência (De La Torre - citado por Eugénio Lins, 2002). Nesta ala, preferencialmente são localizadas a biblioteca, a sala capitular e o *scriptorium* (lugar de cópia de manuscritos, uma espécie de oficina).

A propósito da quaternidade que define a forma do claustro, Duby – citado por Rocha (2003) escreveu “Um ambiente em que a domesticação da caos florestal chega ao seu termo, onde todo o cósmico se torna colecção ordenada, acorde musical. A única testemunha desta última libertação, desta plenitude redescoberta, é a forma da construção. O edifício é quadrado como a cidade de Deus, e esta quadratura evoca no espírito mediativo, simultaneamente, os quatro rios do jardim do Éden, as quatro nascentes que são os evangelhos, as quatro virtudes cardeais; enfim a quaternidade primordial que reside no ser do próprio Deus.”

O Claustro assume-se pleno de significado para os cistercienses “com os seus quatro lados recordando simultaneamente os quatro rios do paraíso, os quatro evangelistas, as quatro virtudes cardeais, que com os seus quatro compartimentos quadrados e fonte central sugere já um modelo cósmico” (Delumeau - citado por Rocha, 2003).

No séc. XVIII, Guillaume Durand no seu livro “Rationale divinarum officiorum”, citado por Eschapasse (1963), refere que “no claustro há quatro muralhas que são: o desprezo de si mesmo, o desprezo do mundo, o amor do próximo e o amor de Deus. De cada lado a sua fileira de colunas. A base de todas as colunas é a paciência”.

O claustro encerra também as variantes cósmicas das luzes e das sombras, resultantes dos incessantes câmbios de ângulos de luz que penetram em suas galerias pelas arcadas e colunas, exaltando o sentido místico da escuridão e da claridade (Eugénio Lins, 2002).

Tudo isto misturado com as plantas medicinais, as árvores, a relva, que perfeitamente integradas num conjunto arquitectónico harmonioso, constroem um verdadeiro oásis, um verdadeiro espelho do paraíso. A escolha das árvores para este espaço era feita de forma a perpetuar esta imagem, sendo privilegiadas espécies de folhagem perene (laranjeiras, limoeiros, etc.) em detrimento das de folha caduca.

Enfim, no seio da morada comunitária, este espaço preservado, onde o próprio senhor protector entra muito raramente, único sítio não afectado a funções determinadas, é o lugar onde se medita sobre os mistérios de Deus, onde se avança para o conhecimento. O chefe da comunidade reúne aí os monges ao fim da tarde, para o sermão. Aqui se realizam os exercícios propriamente escolares, a leitura, a lenta meditação dos textos no intervalo das salmodias (Duby, 1979).

2.6 - O claustro e o som

No claustro podemos encontrar uma dicotomia entre o “lugar de silêncio” e o “lugar de som”. A maioria das pessoas se questionadas quanto às funções do claustro, responderiam que é um lugar de meditação, de oração e de leitura, portanto um “lugar de silêncio”. No entanto, e como atrás foi referido, nos claustros decorriam também aulas para crianças, sermões no final da tarde, cerimónias fúnebres, procissões com cânticos e oração e decorriam conversas entre os monges quando lhes era permitido. Pode-se assim concluir que o claustro é também um “lugar de som”.

Se por um lado o claustro devia isolar os monges do mundo exterior, permitindo o recolhimento e a meditação, por outro devia ter boas condições acústicas quando utilizados como “lugar de som”.

No claustro eram abundantes outros sons agradáveis para os monges e os poderiam ajudar seu recolhimento e na procura da paz espiritual, como o cantar das aves ou ainda o som das águas da fonte, que poderia “mascarar” outros sons, interiores ou exteriores, “menos agradáveis”.

3 – MÉTODO

3.1 - Selecção da amostra

Para se efectuar este estudo os claustros, a seleccionar para a amostra, deveriam verificar os seguintes requisitos:

- terem as quatro galerias unidas e fechadas;
- os pavimentos e as paredes, do interior das galerias, deveriam estar revestidas;
- as galerias não deveriam estar ocupadas com mobiliário;
- a zona central deveria estar limpa (pátio), sem elementos estranhos ao local;
- a zona do claustro deveria estar isolada à circulação de pessoas durante as medições acústicas.

Do grande número de mosteiros existentes em Portugal, muitos têm os seus claustros em ruínas ou já nem têm claustro, como é caso do Mosteiro de Pombeiro (Felgueiras), Mosteiro de Rendufe (Braga), Mosteiro de Vilar de Frades (Braga), Mosteiro de S. Salvador (Paço de Sousa), Sé de Lisboa (Lisboa), Convento de São Francisco (Santarém) e muitos outros (fig. 3.1 e 3.2).



Fig. 3.1 - Claustro da Sé de Lisboa

Foto do autor



Fig. 3.2 - Claustro do Convento de São Francisco (Santarém)

Foto do autor

Dos claustros inicialmente seleccionados para efectuar o estudo, não foi possível fazer as medições na Sé de Évora (Évora), Mosteiro da Flor da Rosa (Portalegre) e Mosteiro de Santa Cruz (Coimbra), por estes se encontrarem em obras. Por motivos de segurança também não foi possível efectuar as medições no Mosteiro de Salzelas, visto apresentar problemas estruturais.

O claustro do Convento de Mafra, foi igualmente retirado do plano de medições por este possuir uma galeria fechada e isolada das restantes (fig. 3.3).



Fig. 3.3 - Claustro do Convento de Mafra

Foto do autor

O facto dos claustros terem de estar isolados à circulação de pessoas durante as medições, aproximadamente duas horas e trinta minutos, fez com que por exemplo o Mosteiro de Alcobaça não pudesse fazer parte do plano de medições. À semelhança de outros mosteiros, está aberto todos os dias da semana para visitas, sem possibilidade de estas serem interrompidas por duas a três horas. O mesmo aconteceu com mosteiros agora utilizados para o serviço educativo (Mosteiro de Santo Tirso, Santo Tirso), serviço judicial (Convento de São João Novo, Porto), etc.

Foram seleccionados para a amostra um claustro circular, exemplar único em Portugal e três claustros arquitectonicamente bastante modificados, um fechado na zona dos arcos das galerias com vidro e dois com a zona central fechada através de uma cobertura em vidro. Os

restantes claustros são representativos dos claustros das ordens religiosas que se podem encontrar por toda a Europa.

A amostra final corresponde a vinte claustros, cobrindo várias épocas construtivas e estilos arquitectónicos.

3.2 - A amostra

No quadro 3.1 apresentam-se os claustros seleccionados para o estudo, com a indicação da sua localização e a época construtiva. Na figura 3.4 representa-se a localização geográfica dos claustros em estudo em relação ao território nacional.

Quadro 3.1 – Lista dos claustros em estudo

Claustro	Código	Concelho	Época Construtiva
Sé do Porto	SP	Porto	Séc. XIV
Mosteiro de Grijó	MG	V. N. Gaia	Séc. XVII
Mosteiro de Cete	MC	Paredes	Séc. XVII
Igreja de S. Gonçalo	SG	Amarante	Séc. XVI - XVII
Mosteiro da Batalha – D. João I	BJ	Batalha	Séc. XV
Mosteiro da Batalha – D. Afonso V	BA	Batalha	Séc. XV
Sé Velha de Coimbra	VC	Coimbra	Séc. XIII
Convento de Cristo – Claustro Cemitério	TC	Tomar	Séc. XV
Convento de Cristo – Claustro Hospedaria	TH	Tomar	Séc. XVI
Convento de Cristo – Claustro Principal	TP	Tomar	Séc. XVI
Convento dos Cardais	CC	Lisboa	Séc. XVII - XVIII
Mosteiro dos Jerónimos	MJ	Lisboa	Séc. XVI
Mosteiro de Arouca	MA	Arouca	Séc. XVIII
Mosteiro do Lorvão	ML	Penacova	Séc. XVII - XVIII
Mosteiro de Tibães	MT	Braga	Séc. XVIII
Mosteiro de Vila Boa do Bispo	MB	Marco Canaveses	Séc. XIII - XVII
Convento do Beato	CB	Lisboa	Séc. XVI
Convento São Bento da Vitória	BV	Porto	Séc. XVII - XVIII
Convento de Alpendurada	CA	Marco Canaveses	Séc. XI
Igreja e claustro da Serra do Pilar	IP	V. N. Gaia	Séc. XVI



**Fig. 3.4 - Localização geográfica dos claustros estudados
em relação ao território nacional**
Adaptado de IGP

3.3 - Caracterização histórica da amostra

Apresenta-se de seguida uma breve descrição histórica e arquitectónica dos imóveis, na sua maioria Monumentos Nacionais, de que fazem parte os claustros objecto do estudo.

3.3.1 - Sé do Porto (SP)

Designações: Sé do Porto / Sé Catedral do Porto

Categoria / Tipologia: Sé, Catedral / Arquitectura Religiosa

Localização: Sé / Porto / Porto

Protecção: Grau – MN, Monumento Nacional

Decreto de 16-6-1910, DG 136 de 23 de Junho 1910

Utilização inicial – Cultural: Sé.

Utilização actual – Cultural: Sé.

Nos séculos XII e XIII, as principais cidades europeias conheceram um movimento criador de imensas catedrais, as igrejas onde o bispo celebra.

No Porto, a Catedral ergueu-se entre meados do século XII e finais do XIII, sucedendo a outra igreja implantada no mesmo local mas de reduzidas dimensões.

De arquitectura românica, gótica – presente nas arcadas quebradas – e barroca, a planta é de cruz latina, com três naves de cinco tramos e uma capela-mor rectangular (que veio a sofrer remodelações barrocas).

A Sé obedece a um modelo comum às igrejas catedrais com claustro à direita rodeado por construções de diferentes épocas. A partir dos finais do século XIV, organizaram-se em torno do claustro gótico, as dependências catedralícias: a sacristia, a Casa do Cabido e as capelas funerárias de João Gordo.

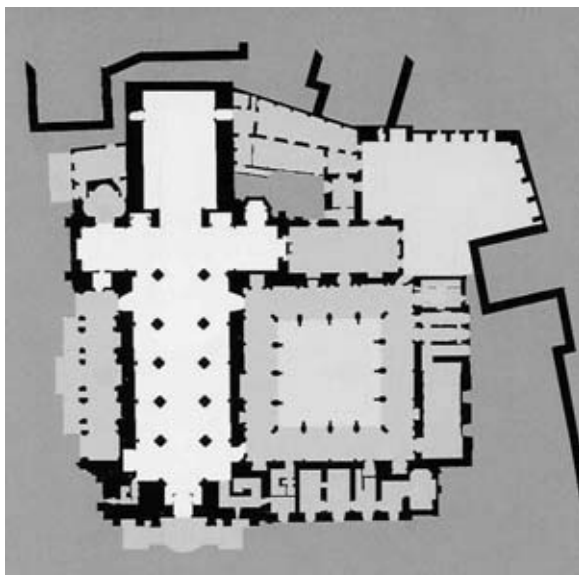


Fig. 3.5 - Planta da Sé do Porto

IPPAR, 2002

O claustro que se encontra junto à fachada lateral sul é obra do bispo D. João, o terceiro nome, que governou a diocese portuense nos reinados de D. Fernando e D. João I (1373 e 1390). Foi iniciado em 1385, para o qual a Câmara do Porto no auge patriótico da batalha de Aljubarrota concorreu para o seu esplendor com mil pedras lavradas pelos melhores canteiros do tempo.

O claustro segue o exemplo da Sé Velha de Coimbra, com uma planta quadrada e arcadas de três arcos sobre pares de colunas.



**Fig. 3.6 - Claustro
(Sé do Porto)**

Foto do autor

O claustro, com porta de acesso na nave do lado da epístola, tem alas contraforta das e arcaria quebrada. Cada grande arco é subdividido em três vãos também apontados, assentes em colunas duplas, e vazado no tímpano do óculo circular. As galerias são cobertas por abóbadas de cruzaria apoiadas em pilares compostos de ambos os lados, e as paredes forradas a azulejos figurativos azuis e brancos, formando painéis cujas cenas são inspiradas no Cântico dos Cânticos. Em redor dispõem-se cinco capelas. O acesso à galeria superior faz-se por escadaria a Sul.



Fig. 3.7 - Galeria do claustro (Sé do Porto)

IPPAR, 2002

3.3.2 - Mosteiro de Grijó (MG)

Designações: Mosteiro de Grijó / Mosteiro de São Salvador de Grijó

Categoria / Tipologia: Mosteiro / Arquitectura Religiosa

Localização: Grijó / Vila Nova de Gaia / Porto

Protecção: Grau – IPP, Imóvel de Interesse Público

Decreto n.º 28536, DG 66 de 22 de Março 1938

Utilização inicial – Cultural e devocional. Convento dos Cónegos Regrantes de Santo Agostinho.

Utilização actual – Cultural (Igreja) / turística e residencial (turismo de habitação, caso do mosteiro e cerca) / cultural (exposições e conferências, nas casas do mosteiro) / recreativa (realização de casamentos, aniversários, nas casas do mosteiro e cerca).

O mosteiro foi construído no século XVI e albergou os cónegos regantes de Santo Agostinho, no entanto o primitivo Mosteiro de São Salvador de Grijó foi fundado em 922 no lugar de Muraceses.

De arquitectura maneirista, trata-se de uma igreja de planta longitudinal, de nave única com capelas colaterais intercomunicantes, encimadas por tribunas entre pilastras e transepto inscrito. O frontispício, tipo retábulo, possui galilé aberta por três arcos e claustro com entablamento recto nos dois pisos.

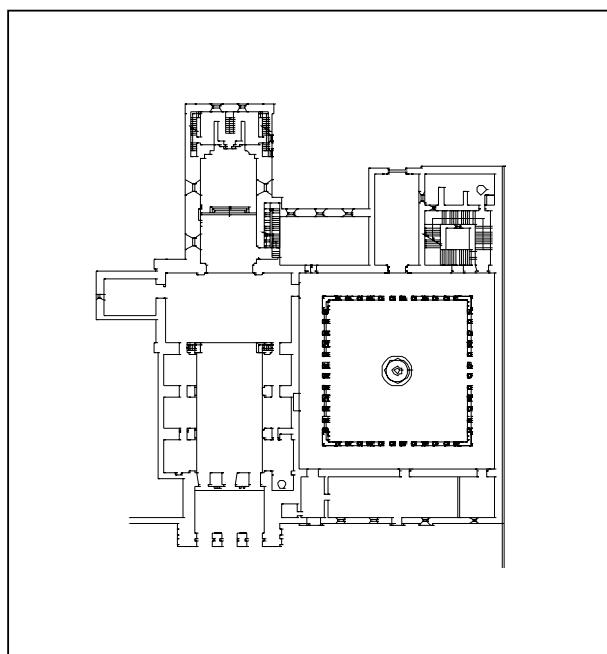


Fig. 3.8 - Planta da igreja e do claustro (Most. de Grijó)

IPPAR / ARTOP

As dependências conventuais estão desenvolvidas à direita, com um claustro de planta quadrada.



Fig. 3.9 - Claustro (Most. de Grijó)

Foto do autor

O claustro, do século XVII é de dois pisos, tendo no primeiro tramos e colunata jónica e no segundo colunelos coríntios e tecto de madeira. As paredes da quadra entre os 2 pisos são revestidas a azulejos com figuras policromadas de apóstolos e de doutores da igreja. Ao centro do claustro, chafariz circular de 2 taças. O pavimento do pátio foi construído com lajes de pedra, nos finais de 1601.



Fig. 3.10 - Galeria do claustro (Most. de Grijó)

IPPAR / Jorge da Costa

3.3.3 - Mosteiro de Cete (MC)

Designações: Mosteiro de Cete / Mosteiro de São Pedro de Cete

Categoria / Tipologia: Mosteiro / Arquitectura Religiosa

Localização: Cete / Paredes / Porto

Protecção: Grau – MN, Monumento Nacional

Decreto – 16-06-1910, DG 136 de 23 de Junho de 1910

Utilização inicial – Cultural e devocional. Mosteiro beneditino.

Utilização actual – Cultural. Igreja com culto.

O Mosteiro de Cete, ou S. Pedro de Cete, no vale do rio Sousa, é um testemunho tardio da arquitectura românica do Entre Minho-e-Douro. Iniciado por meados do século XII – embora tenha sido fundado no século IX – é um vasto templo que se ergueu por iniciativa dos beneditinos clumienses e que, no início do século XIV, ainda era objecto de uma campanha de reconstrução.

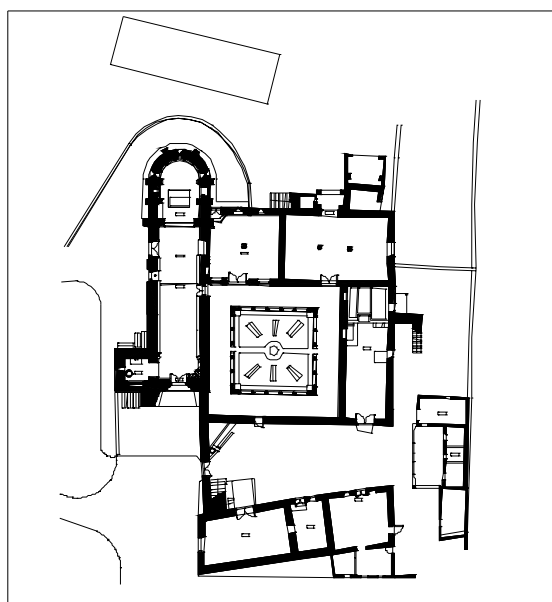


Fig. 3.11 - Planta do Mosteiro de Cete

IPPAR / Da Escala Topográfica e Desenho, Lda.
(2001)

Planta longitudinal, composta por nave única e capela-mor de dois tramos e remate semicircular.

O claustro é de um piso, pré-manuelino, apresenta quatro galerias com arcaria de volta perfeita e simples chanfros, suportada por colunas oitavadas e de capiteis não decorados.



Fig. 3.12 - Claustro (Most. de Cete)

Foto do autor



Fig. 3.13 - Galeria do claustro (Most. de Cete)

Foto do autor

3.3.4 - Igreja de São Gonçalo e Claustro (SG)

Designação: Igreja de São Gonçalo e Claustro

Categoria / Tipologia: Igreja / Arquitectura Religiosa

Localização: (São Gonçalo) / Amarante / Porto

Protecção: Grau – MN, Monumento Nacional

Decreto – 16-06-1910, DG 136 de 23 Junho de 1910

Utilização inicial – Cultural e devocional: Mosteiro dominicano

Utilização actual – Cultural e devocional: Igreja com culto

Integrada num complexo monástico dominicano dos séculos XVI / XVII, a Igreja de São Gonçalo, é de arquitectura maneirista, mandada erguer no reinado de D. João III (1540).

A edificação do mosteiro dominicano foi lançada em 1543, tendo a obra ficado a cargo de Frei Julião Romero.

A igreja é em cruz latina, de transepto inscrito, com cruzeiro coberto por abóbada, e naves com capelas colaterais precedidas por galilé, tendo um claustro de dois pisos na ala norte.

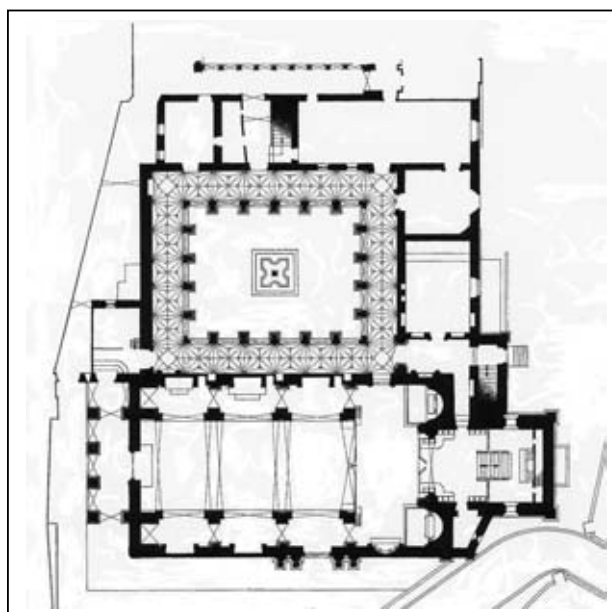


Fig. 3.14 - Planta da igreja e do claustro (S. Gonçalo - Amarante)

DGEMN / DREMNorte / DM, Desenho n.º 2480, sd (a)

O claustro é constituído por alas com 5 arcos plenos, reforçados no exterior por pilares quadrangulares jónicos, encimados por um entablamento toscano; cobertura em abóbada artesoada. No andar superior as abóbadas são polinervadas, com bocetes nos cruzamentos, e a colunata é jónica. O conjunto fica completo com, dois portais (renascença), num dos ângulos, e um chafariz no centro do pátio.



Fig. 3.15 - Claustro (S. Gonçalo - Amarante)

Foto do autor



**Fig. 3.16 - Galeria do claustro
(S. Gonçalo - Amarante)**

Foto do autor

3.3.5 - Mosteiro da Batalha (BJ e BA)

Designações: Mosteiro da Batalha / Mosteiro de Nossa Senhora da Vitória / Mosteiro de Santa Maria da Vitória

Categoria / Tipologia: Mosteiro / Arquitectura Religiosa

Localização: Batalha / Batalha / Leiria

Protecção: Grau – MN, Monumento Nacional

Decreto – 10-1-1907 de 12 de Janeiro de 1907

Decreto – 16-6-1910, DG 136 de 23 de Junho de 1910

Inscrito em 1983 na lista do Património Mundial da UNESCO.

Utilização inicial – Cultural e devocional: Mosteiro dominicano

Utilização actual – Cultural e devocional / turística

Pensa-se que o Mosteiro da Batalha tenha sido iniciado entre 1386/1388 até cerca de 1517, começando por dirigir as suas obras o arquitecto português Afonso Domingues. Esta duração justifica a existência, nas suas propostas artísticas, de soluções góticas (predominantes), manuelinas e renascentistas.

Planta composta, irregular. Igreja de planta em cruz latina com cabeceira de abside rectangular e topo poligonal, ladeada por 4 absidiolos rectangulares de topo facetado iguais em comprimento. Para Norte seguem muro do Claustro Real com porta em arco quebrado, corpo saliente do Refeitório e pano do Claustro D. Afonso V confrontados e rematados em platibanda rendilhada.

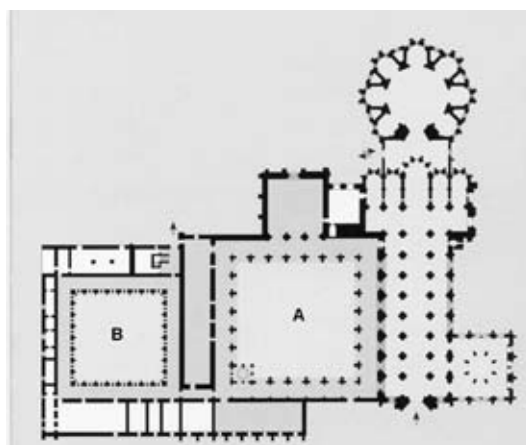


Fig. 3.17 - Planta do Mosteiro da Batalha

IPPAR, sd (a)

A – Claustro D. João I (BJ)

B – Claustro D. Afonso V (BA)

O Claustro Real ou de D. João I fazia parte do programa inicial do Mosteiro, devendo ter sido projectado por Mestre Afonso Domingues.

É o mais antigo, o maior e o principal dos claustros do Mosteiro, ordenando dependências fundamentais da vida monástica.

O claustro é formado por um pátio central descoberto, por quatro galerias abobadadas, dando para este pátio por arcadas, e por dependências anexas.

Combinam-se aqui as linguagens do gótico do séc. XV com a do manuelino quinhentista.

As quatro galerias abóbadas serviam simultaneamente como meio de ligação entre as várias dependências claustrais, e como local de diversas actividades monásticas.



Fig. 3.18 - Claustro D. João I (Batalha)

IPPC, 1989

Têm características arquitectónicas idênticas, com pequenas diferenças entre as de sul-este e as de norte-oeste (nervuras das abóbadas e capitéis das colunas). Usam abóbadas de cruzamento de ogivas, com nervuras auxiliares, que vão descarregar em colunelos adossados

aos muros que limitam a galeria. Estes têm capitéis esculpidos, com motivos de folhagem, ou (os mais antigos) pequenas cabeças humanas.

No pavimento das galerias foram sepultados muitos dos dominicanos que passaram pelo Mosteiro.

Os arcos góticos que deitam para o pátio central estão preenchidos com composições escultóricas, usando motivos de troncos, ramos, folhas, frutos e os símbolos manuelinos (esfera armilar e cruz de Cristo), formando bandeiras rendilhadas, assentes em colunelos.



Fig. 3.19 - Galeria do claustro D. João I (Batalha)

Foto do autor

O segundo claustro do Mosteiro foi construído durante o reinado de D. Afonso V, daí lhe advindo o nome pelo qual ficou conhecido.



Fig. 3.20 - Claustro D. Afonso V (Batalha)

Foto do autor

Bastante mais pequeno que o claustro principal, o de D. Afonso V foi levantado encostado àquele. Apresenta já dois pisos, e por isso maior número de dependências monásticas, cujas funções respondiam às necessidades mais comuns do viver diário dos frades dominicanos.

O claustro expressa um programa arquitectónico e uma sensibilidade artística diferentes das restantes zonas do Mosteiro. Muito mais simples, austero, com outra escala como que reflecte um certo ar de humildade mendicante. Esta simplicidade justifica-se face ao afastamento do programa monumental, joanino, às suas funções, e à época em que foi construído.

Durante o 3.º quartel do séc. XV o gótico nacional procurou reagir a certas tendências ornamentais do gótico flamejante, indo retomar a pureza construtiva e decorativa inicial. As abóbadas de ogivas das galerias voltaram ao processo de cruzamento simples das duas ogivas, muito volumosas, e cujas pedras de fecho perderam o rendilhado exuberante anterior. Os vãos dando para o pátio central, de grandes dimensões no Claustro Real, são agora definidos por arcos mais baixos e estreitos, dispostos dois a dois, com colunas de corte angular, que apresentam capitéis sem qualquer decoração.

Idêntica simplicidade domina no segundo piso, que corre todo à volta sobre as galerias abobadadas inferiores. As colunas são do mesmo tipo e a cobertura de pedra é substituída pela de madeira. O seu revestimento exterior é em telha, constituindo um telhado inclinado de uma só água.



Fig. 3.21 - Galeria do claustro D. Afonso V (Batalha)

Foto do autor

3.3.6 - Sé Velha de Coimbra (VC)

Designações: Sé Velha de Coimbra / Igreja da Sé Velha, compreendendo o túmulo de D. Sesnando

Categoria / Tipologia: Sé, Catedral / Arquitectura Religiosa

Localização: Almedina / Coimbra / Coimbra

Protecção: Grau – MN, Monumento Nacional

Decreto – 10-1-1907 de 17 de Janeiro de 1907

Decreto – 16-6-1910, DG 136 de 23 de Junho de 1910

Utilização inicial – Cultural e devocional: sé

Utilização actual – Cultural e devocional: sé

A sua construção foi iniciada por acção do Bispo D. Miguel Salomão, em 1162; contudo, teve origens anteriores à fundação da nacionalidade, sendo antecédida por outros templos.

Esta obra foi projectada por mestre Roberto, arquitecto de origem francesa.

Trata-se de um edifício construído ao longo de várias épocas, motivo por que compreende diversos estilos, nomeadamente românico, gótico, renascentista e maneirista.

Planta longitudinal composta por 3 naves, transepto e cabeceira com ábside e absidiólas.

Volumes articulados, massa paralelepípedica dominante rematada por merlões de tipo castelo.

A fachada Sul tem adossado o claustro e construções anexas.

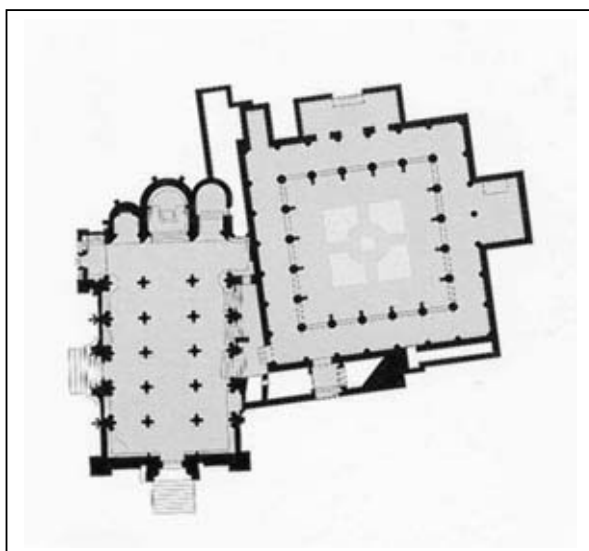


Fig. 3.22 - Planta da igreja e do claustro da Sé Velha de Coimbra

IPPAR, sd (b)

O claustro, iniciado em 1218, foi o primeiro edifício em estilo gótico construído em Portugal, depois do Mosteiro de Alcobaça. Possui belíssimos arcos de ogiva, cinco em cada lanço, que incluem rosáceas singelas e variadas nos tímpanos. Os capitéis apresentam já acentuado naturalismo na sua decoração. As abóbadas ogivadas e reforçadas com arcos torais, cobrem as quatro galerias, cada uma de cinco arcos subdivididos em dois de volta plena e separados por pilares com colunelos adossados, guardam numerosos sepulcros e algumas capelas com trechos arquitectónicos de elevado mérito.



Fig. 3.23 - Claustro (Sé Velha de Coimbra)

Foto do autor



Fig. 3.24 - Galeria do claustro (Sé Velha de Coimbra)

Foto do autor

3.3.7 - Convento de Cristo (TC, TH e TP)

Designações: Convento de Cristo / Mosteiro de Cristo

Categoria / Tipologia: Mosteiro / Arquitectura Religiosa

Localização: São João Baptista / Tomar / Santarém

Protecção: Grau – MN, Monumento Nacional

Decreto – 10-01-1907, DG 14 de 17 de Janeiro de 1907

Decreto – 16-06-1910, DG 136 de 23 de Junho de 1910

Inscrito em 1983 na lista do Património Mundial da UNESCO.

Utilização inicial – Cultural e devocional/ Militar: Casa-Mãe da Ordem dos Templários e Sede da Ordem de Cristo

Utilização actual – Cultural e devocional / Turística / Assistencial

O Convento da Ordem de Cristo e o Castelo Templário, em Tomar, formam um conjunto monumental único no seu género. O Castelo foi fundado em 1160 por Dom Gualdim Pais, Mestre provincial da Ordem do Templo em Portugal, e dentro das suas muralhas viveram as primeiras gentes de Tomar.

A Ordem do Templo foi extinta em 1312, mas os seus bens e, em parte, a sua vocação, foram transmitidos, em Portugal, à Ordem de Cristo, criada em 1319.

É com a Ordem de Cristo que a nação portuguesa se abre para a empresa das descobertas marítimas do séc. XV. Tomar é, então, sede da Ordem, e o Infante D. Henrique, o Navegador, é o seu Administrador Temporal.

Com a expansão da fé cristã e do reino, também a sede da Ordem de Cristo se dilata. Os séculos e a história de Portugal vão deixando, na arquitectura do Convento, testemunhos do tempo e dos homens que lideraram os destinos de Portugal.

O Convento de Cristo encerra no seu conjunto arquitectónico testemunhos da arte do Românico, Templária, do Gótico e do Manuelino, ao tempo das Descobertas, do Renascimento joanino, do Maneirismo, nas suas várias facetas e, por fim, do Barroco, presente em várias ornamentação arquitectónica.

Complexo monacal de planta composta, irregular. Volumes articulados, horizontalista e Charola de massa verticalista. A Charola, poligonal, é o centro do conjunto de edificações, dominando-as visualmente. A norte e a este estão a Sacristia, os Claustros do Cemitério e da Lavagem, as ruínas dos Paços, as Enfermarias e ainda a Sala dos Cavaleiros e a Botica. A oeste, a Igreja os claustros e as dependências conventuais, acompanhando a planta cruciforme dos braços N – S e E – O dos Dormitórios, no prolongamento da Igreja e do Claustro de Santa Bárbara. A NE o Claustro da Hospedaria, a NO o da Micha, a SE o de D. João III e a SO o dos Corvos.

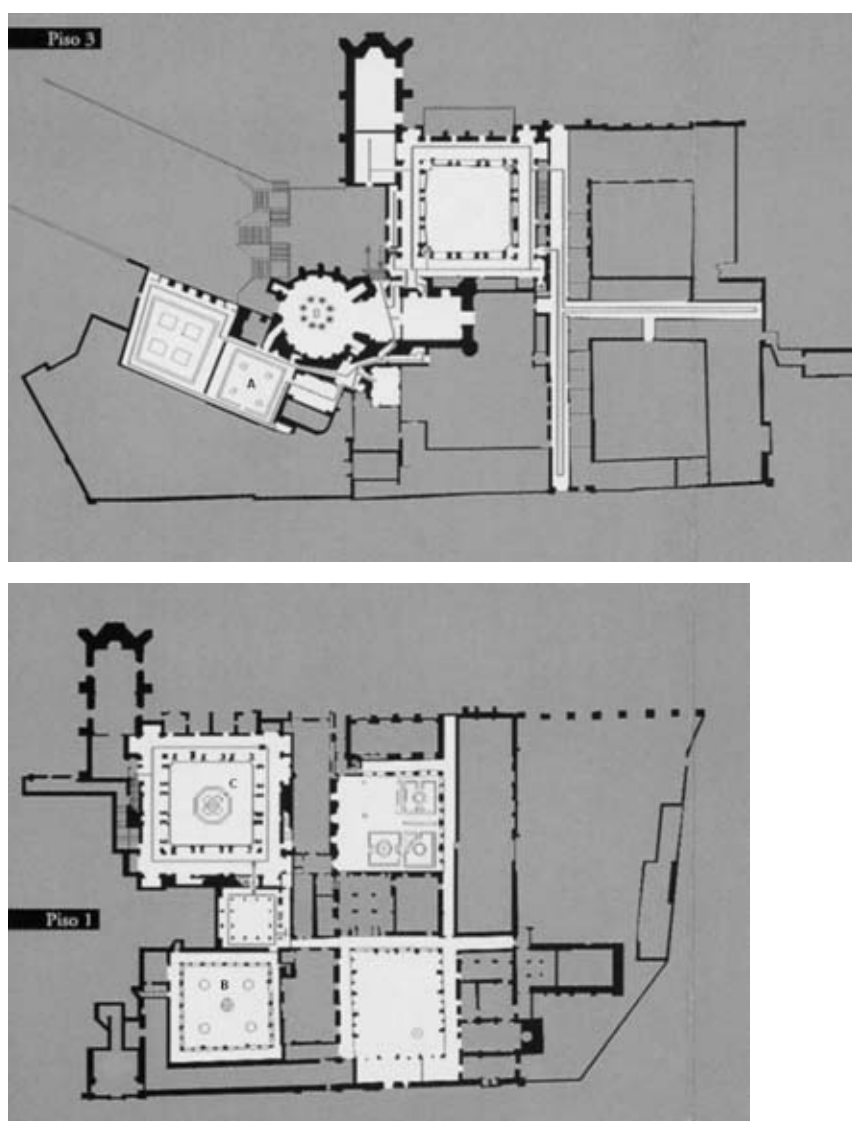


Fig. 3.25 - Planta do Convento de Cristo (Tomar)
IPPAR, sd (c)

A – Claustro do Cemitério
B – Claustro da Hospedaria
C – Claustro Principal

O Claustro do Cemitério foi o primeiro a ser construído, por decisão do Infante D. Henrique, é uma bela construção gótica, quatrocentista, do arquitecto Fernão Gonçalves. Quadrangular, um piso com cinco tramos por ala, tem a toda a volta, uma galeria abobadada, sustentada por colunas duplas, fustes lisos, rematados por capitéis com motivos vegetativos. O chão da galeria é lajeado por pedras de sepultura, numeradas, correndo nas paredes uma silharia de azulejos azuis e brancos. No centro do claustro, arrumam-se canteiros, forrados a azulejos mudéjares de corda seca ou esmaltados a azul e branco.



Fig. 3.26 - Claustro do Cemitério (Tomar)

Foto do autor



Fig. 3.27 - Galeria do claustro do Cemitério (Tomar)

Foto do autor

Obra de 1541-1542, o Claustro da Hospedaria destinava-se à aposentadoria dos visitantes nobres do Convento. Quadrangular, constituído por dois pisos e um andar suplementar, no lado norte. No seu piso térreo, quatro alas com arcadas duplas, separadas por contrafortes, galerias cobertas por abóbada polinervada, colunas compósitas sustentam a galeria envolvente e, no pavimento central, lageado, existem cinco alegretes.



Fig. 3.28 - Claustro da Hospedaria (Tomar)

Foto do autor



Fig. 3.29 - Galeria do claustro da Hospedaria (Tomar)

Foto do autor

O claustro principal, também conhecido por Claustro de D. João III ou Claustro dos Filipes começou a ser construído por João de Castilho em 1533. Tem dois pisos, cobertura em terraço com balustrada e galerias abobadadas em arcos de volta inteira, assentes em largos pilares, por sua vez chapados com colunas toscanas, cujos capitéis culminam num entablamento clássico. No espaço que medeia entre cada par de colunas, rasga-se um portal encimado por frestura. Nos topos norte/sul, duas escadas helicoidais estabelecem a ligação com o terraço e estão cobertas por guaritas que terminam em cúpulas semiesféricas, com pináculos. No centro do claustro existe uma fonte sobre uma plataforma octogonal.



Fig. 3.30 - Claustro Principal (Tomar)
IPPAR, sd (c)



Fig. 3.31 - Galeria do claustro Principal (Tomar)
Foto do autor

3.3.8 - Convento dos Cardais (CC)

Designações: Convento dos Cardais / Capela do Convento dos Cardais / Capela de Nossa Senhora da Conceição dos Cardais

Categoria / Tipologia: Convento / Arquitectura Religiosa

Localização: Mercês / Lisboa / Lisboa

Protecção: Grau – IIP, Imóvel de Interesse Público

Decreto – n.º 30762, DG 225 de 26 de Setembro de 1940;

Decreto – n.º 30838, DG 254 de 1 de Outubro de 1940;

Decreto – n.º 32973, DG 175 de 18 de Agosto de 1943 (Capela)

Utilização inicial – Cultural: convento

Utilização actual – Cultural: capela; Assistencial: instituição de caridade;

Cultural museu



Fig. 3.32 - Planta do Convento dos Cardais

DGEMN / DRMLisboa, Desenho n.º 17757

Construído nos séculos XVII e XVIII, este templo de arquitectura barroca, sofreu algumas alterações ao longo dos tempos em consequência, quer de diversas campanhas de obras, como de adaptações resultantes das suas diferentes funcionalidades.

Considerado um dos principais exemplos do denominado "estilo nacional", onde a relativamente simplificada estrutura arquitectónica contrasta com um vasto e complexo programa decorativo de inspiração barroca, este complexo religioso é constituído por uma igreja, dois claustros, refeitório e restantes dependências.



Fig. 3.33 - Claustro (Conv. dos Cardais - Lisboa)

Foto do autor

O claustro maior, de planta quadrangular, encontra-se a oeste da igreja e é composto por um piso de cinco tramos por cada lanço e abóbadas de arestas. A passagem para o jardim é feita por três arcos de volta perfeita em cantaria apoiados em pilares de secção quadrangular, as paredes envolventes estão decoradas com silhares de azulejos de padrão floral azul e branco. No centro do claustro existe um pequeno tanque de pedra redondo com repuxo. O claustro está pavimentado com sepulturas.



**Fig. 3.34 - Galeria do claustro
(Conv. dos Cardais - Lisboa)**
Foto do autor

3.3.9 - Mosteiro dos Jerónimos (MJ)

Designações: Mosteiro dos Jerónimos / Mosteiro de Santa Maria de Belém

Categoria / Tipologia: Mosteiro / Arquitectura Religiosa

Localização: Santa Maria de Belém / Lisboa / Lisboa

Protecção: Grau – MN, Monumento Nacional

Decreto – 10-01-1907, DG 14 de 17 Janeiro de 1907

Decreto – 16-06-1910, DG 136 de 23 de Junho de 1910

Inscrito em 1983 na lista do Património Mundial da UNESCO.

Utilização inicial: Cultural e devocional: Mosteiro (Sede) da Ordem de São Jerónimo;
Mausoléu; Palácio

Utilização actual: Cultural e devocional e cultural: Igreja, Museus e Biblioteca

Data de 1496 o pedido feito pelo rei D. Manuel I à Santa Sé, no sentido de lhe ser concedida autorização para se erigir um grande mosteiro à entrada de Lisboa, perto das margens de Lisboa.

Em 1501 começaram os trabalhos e aproximadamente um século depois as obras estavam concluídas.

O edifício exhibe uma extensa fachada de mais de trezentos metros, obedecendo a um princípio de horizontalidade que lhe confere uma fisionomia calma e repousante. Foi construído em calcário de lioz que se tirava muito próximo do local de implantação.

O Mosteiro dos Jerónimos é habitualmente apontado como a «jóia» do estilo manuelino. Este estilo, exclusivamente português, integra elementos arquitectónicos do gótico final e do renascimento, associando-lhe uma simbologia régia, cristológica e naturalista, que o torna único e digno de admiração.

Para ocupar o Mosteiro, D. Manuel escolheu os monges da Ordem de S. Jerónimo.

Complexo de planta composta, constituída por 2 rectângulos, abarcando 2 quadras, a menor constituída pelo Claustro, circundado pela Portaria, Refeitório, Sacristia, Sala do Capítulo e Igreja, e a maior por um vasto edifício que inclui o antigo Dormitório, adossado a 3 alas de 2 pisos envolvendo pátio rectangular. Volumes articulados de massa horizontal.

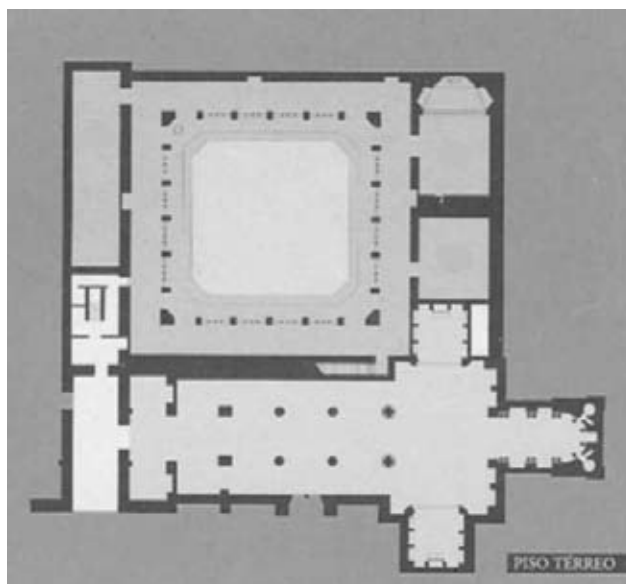


Fig. 3.35 - Planta da igreja e claustro do Mosteiro dos Jerónimos
IPPAR, sd (d)

A norte da igreja, o claustro estabelece a ligação com as dependências monacais. Planta quadrada de dois pisos, desenvolve-se em duas galerias sobrepostas e pátio em quadra ajardinado.



Fig. 3.36 - Claustro (Most. dos Jerónimos)

Foto do autor

A galeria inferior compõe-se de quatro arcos abatidos de cada face, rasgados para o pátio, divididos por pilares de secção quadrada, arcos que se desdobram em dois, oferecendo, assim, quatro vãos centrados por três mainéis, com composição rendilhada nos tímpanos ou espelhos; os arcos dos ângulos são de vão franqueado; as alas, de abóbada de cruzaria de ogiva rebaixada, e que se descriminam nas suas dependências e pormenores manuelinos das paredes.



Fig. 3.37 - Galeria do claustro (Most. dos Jerónimos)

Foto de Nuno Calvet (Gil e Calvet, 1989 - Vol. II)

3.3.10 - Mosteiro de Arouca (MA)

Designações: Mosteiro de Arouca / Mosteiro de Arouca e o túmulo de Santa Mafalda / Convento de Santa Maria e o túmulo da Santa / Convento de Santa Mafalda e o túmulo de Santa Mafalda / Mosteiro de Santa Maria de Arouca

Categoria / Tipologia: Mosteiro / Arquitectura Religiosa

Localização: Arouca / Arouca / Aveiro

Protecção: Grau – MN, Monumento Nacional

Decreto – 16-06-1910, DG 136 de 23 de Junho de 1910

Utilização inicial – Cultural e devocional: mosteiro feminino da Ordem de Cister

Utilização actual – Cultural / Turística / Cultural: Museu de Arouca, serviços públicos

O Mosteiro de Arouca foi fundado no século X, em honra de São Pedro. Trata-se de uma arquitectura religiosa, classicista e barroca.

Após a fundação, o mosteiro adoptou (1085/1095) a Regra de São Bento.

Em 1220, D. Mafalda, filha de D. Sancho I, professa no convento. Seis anos mais tarde, a pedido de D. Mafalda, por bula papal, a comunidade adere à ordem cisterciense.

O actual, é produto de diversas épocas, em consequência das destruições por que passou em 1550, em 1725 e, mais modernamente, em 1932, provocadas por incêndios.

O mosteiro desenvolve-se em corpos que se articulam perpendicularmente formando perspectivas de austeras fachadas bem de acordo com a tradição cisterciense e a sobriedade portuguesa, persistente mesmo já em plena época barroca.

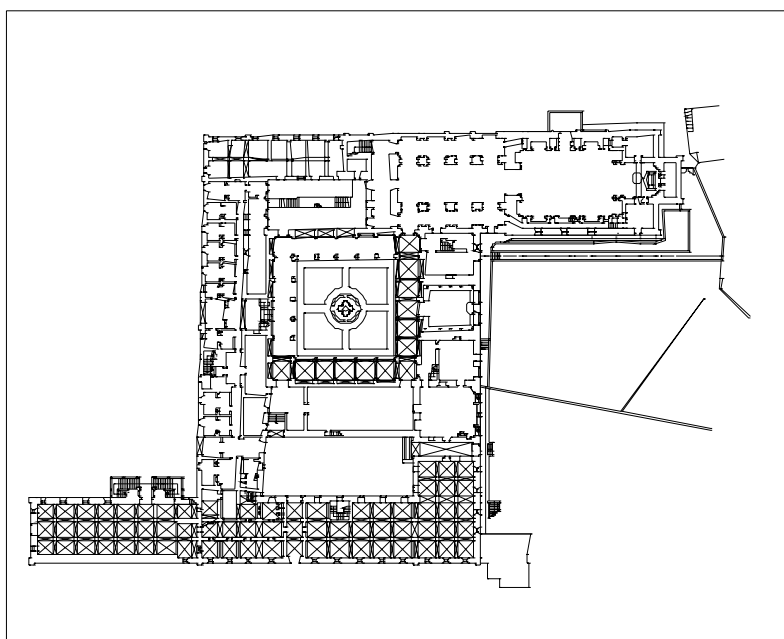


Fig. 3.38 - Planta do Mosteiro de Arouca

IPPAR / Humberto Vieira/Abílio Mourão – Arquitectos (2000)

Planta rectangular composta, com o eixo maior orientado de norte para sul, tendo anexos, nos lados menores, dois rectângulos opostos. Os lados menores opostos albergam a norte a igreja e os celeiros a sul. O conjunto desenvolve-se em torno do claustro e de dois pátios longitudinais, em torno dos quais se organizam as antigas celas monásticas. Claustro datado entre 1781/85, é composto por dois pisos arquivoltados com segmentos marcados pela ordem

toscana e jónica no piso superior, que inclui no intradorso da arcaria varandas em ferro. Tem ao centro um chafariz de granito lavrado.



Fig. 3.39 - Claustro (Most. de Arouca)

Foto do autor



**Fig. 3.40 - Galeria do claustro
(Most. de Arouca)**

Foto do autor

3.3.11 - Mosteiro de Lorvão (ML)

Designação: Mosteiro de Lorvão

Categoria / Tipologia: Mosteiro – Itinerário de Cister / Arquitectura Religiosa

Localização: Lorvão / Penacova / Coimbra

Protecção: Grau – MN, Monumento Nacional

Decreto – 16-06-1910, DG 136 de 23 de Junho de 1910

Utilização inicial – Cultural: mosteiro cisterciense

Utilização actual – Hospitalar e assistencial: hospital

Cultural: museu (sala do capítulo)

Tendo um enredado de datas e circunstâncias traçado uma história primitiva do Mosteiro de S. Mamede de Lorvão – o seu primeiro nome – que viria já do século VI, tem-se demonstrado insustentável.

O mais provável é ter sido construído no tempo da reconquista dos territórios entre Douro e Mondego, época de Afonso III de Leão, segunda metade do século IX.

O Mosteiro de Lorvão transformou-se, por volta de 1200, em convento cisterciense de mulheres e nele se recolheu a rainha D. Teresa.

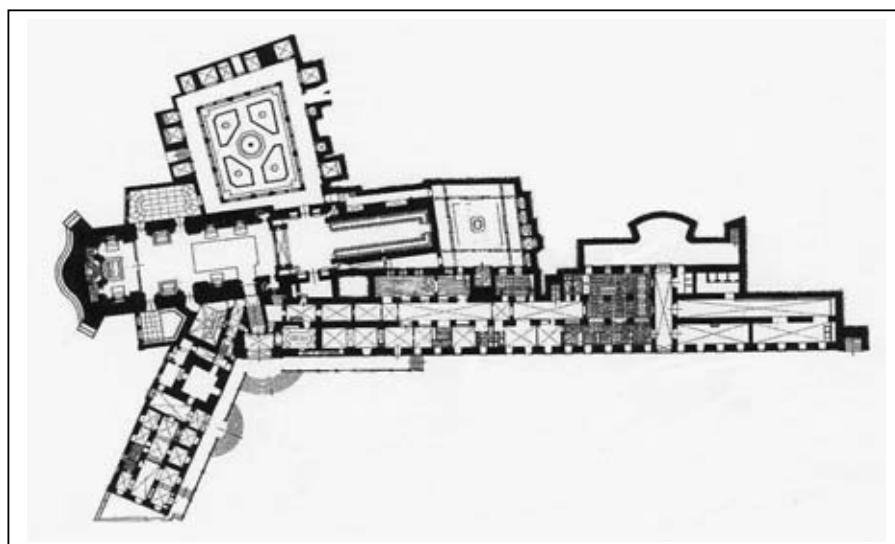


Fig. 3.41 - Planta do Mosteiro do Lorvão

DGEMN / DREMCentro/DM, Desenho n.º 41914

Implantado no estreito vale, condicionado ainda por um riacho, o mosteiro ergue-se em complexo traçado, com frequentes recursos a encontros não perpendiculares de paredes, mais claramente sensíveis nos dois claustros.

Ao longo do tempo sofreu várias alterações significativas, sendo que praticamente nada resta da obra medieval dos séculos XII e XIII.

De arquitectura maneirista, barroca, os traços actuais do mosteiro expressam o resultado das reformas executadas durante os séculos XVII e XVIII.

Planta composta pelos corpos da Igreja de planta longitudinal, claustros, dormitórios e hospício a construir volumetria movimentada com destaque para a cúpula do zimbório.

O claustro de dois pisos apresenta tramos irregulares definidos por colunas dóricas e alguns com capelas. Na quadra ajardinada existe um chafariz com um obelisco e um pequeno tanque.



Fig. 3.42 - Claustro (Most. de Lorvão)
Foto do autor



Fig. 3.43 - Galeria do claustro (Most. de Lorvão)
Foto do autor

3.3.12 - Mosteiro de Tibães (MT)

Designações: Mosteiro de Tibães / Conjunto formado pelo Cruzeiro, Igreja e Mosteiro de Tibães, Fontes e construções Arquitectónicas

Categoria / Tipologia: Mosteiro / Arquitectura Religiosa

Localização: Mire de Tibães / Braga / Braga

Protecção: Grau – MN, Monumento Nacional

Decreto – 16-06-1910

Utilização inicial – Cultural e devocional: convento beneditino (casa-mãe da ordem em Portugal)

Utilização actual – Cultural e devocional: igreja

Cultural: museu

Educativa: Escola de Conservação e Restauro

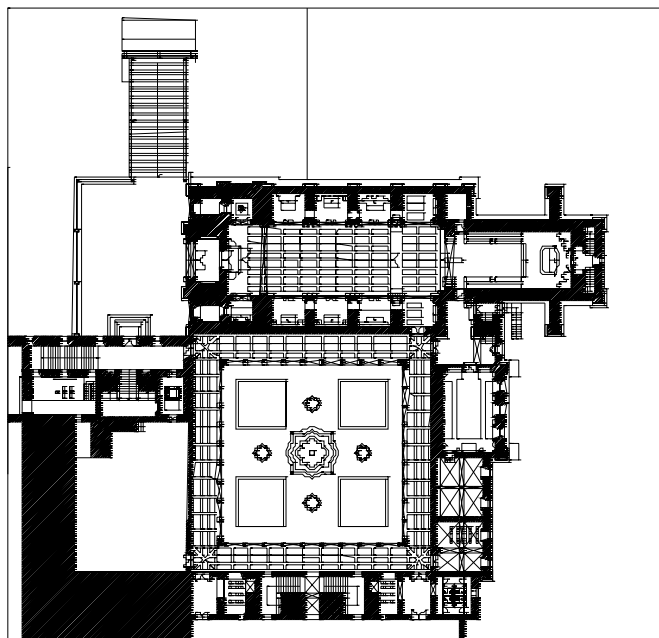


Fig. 3.44 - Planta do Mosteiro de Tibães

IPPAR / João Carlos dos Santos, arquitecto (1998)

Bastante vagas são as conjecturas sobre a possível fundação do Mosteiro de Tibães em 562, graças a S. Martinho de Dume e por sugestão do próprio rei dos Suevos, Teodomiro, e a sua devoção a S. Martinho de Tours.

Arrasado pelos mouros no século VIII, foi depois reconstruído e ampliado cerca de 1080 pelo cavaleiro portugalense Paio Guterres da Silva.

Em 1567 tornou-se a Casa-Mãe da Congregação de São Bento em Portugal e no Brasil e na primeira metade do século XVII, dada a decadência das antigas construções e o afluxo de meios proporcionados pela Congregação, deu-se início à grande campanha de que resultou o conjunto que hoje existe.

É uma construção de arquitectura maneirista e barroca.

Conjunto conventual, formando planta em L irregular composta por igreja, seis claustros e dependências conventuais.



Fig. 3.45 - Claustro (Most. de Tibães)

IPPAR / Luís Ferreira Alves

O Claustro do Cemitério evolui em dois andares, o inferior composto por arcadas de volta perfeita assentes em colunas toscanas, formando nove tramos e, em cada ala do piso superior, quatro janelas de sacada com bandeira, guarda de metal e remate em cornija. Nas alas, painéis de azulejo, nas inferiores de carácter historiado, contando a vida de São Bento, com molduras recortadas, policromas e divididos por pilastras e vasos floridos. Na base de cada painel, cartela com inscrição latina sustentada por dois anjos. Pavimento lajeado e cobertura das alas inferiores de madeira em apainelados geométricos, assente em mísulas de talha. Na quadra, quatro canteiros com árvores e, no centro, fonte com tanque encurvado, com taça polilobada, decorada com carrancas.

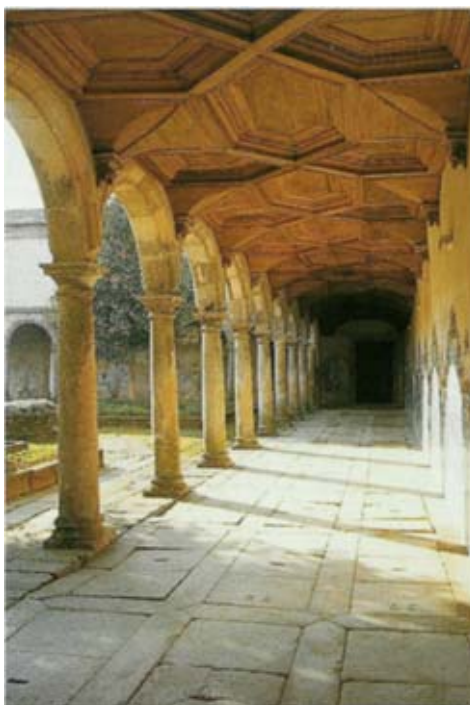


Fig. 3.46 - Galeria do claustro (Most. de Tibães)
IPPAR, sd (e)

3.3.13 - Mosteiro de Vila Boa do Bispo (MB)

Designação: Mosteiro de Vila Boa do Bispo

Categoria / Tipologia: Mosteiro / Arquitectura Religiosa

Localização: Vila Boa do Bispo / Marco de Canaveses / Porto

Protecção: Grau – IPP, Imóvel de Interesse Público

Decreto n.º 129/77, DR 226 de 29 de Setembro de 1977

Utilização inicial – Cultural e devocional: Convento crúzio

Utilização actual – residencial



Fig. 3.47 - Mosteiro de Vila Boa do Bispo

Foto do autor

Este mosteiro terá sido edificado entre os séculos XIII e XVII.

Edifício de planta simples quadrangular e volume de três pisos com claustro central.

O claustro de dois pisos possui ao centro um chafariz. O pórtico envolvente, com arcos de volta perfeita é encimado no alinhamento de pilares por uma janela de guilhotina. Estas janelas pelos vestígios que apresentam, terão sido varandas. Todos os tectos interiores são em madeira, incluindo os do claustro em caixotões.



Fig. 3.48 - Claustro (Most. V. Boa do Bispo)

Foto do autor



Fig. 3.49 - Galeria do claustro (Most. V. Boa do Bispo)

Foto do autor

3.3.14 - Convento do Beato António (CB)

Designações: Convento do Beato António / Convento de S. Bento de Xabregas

Categoria / Tipologia: Convento / Arquitectura Religiosa

Localização: Beato / Lisboa / Lisboa

Protecção: Grau – IIP Imóvel de Interesse Público

Decreto n.º 29/84, DR 145 de 25 de Junho de 1984

Utilização inicial – Cultural

Utilização actual – Cultural / Industrial / Garagem

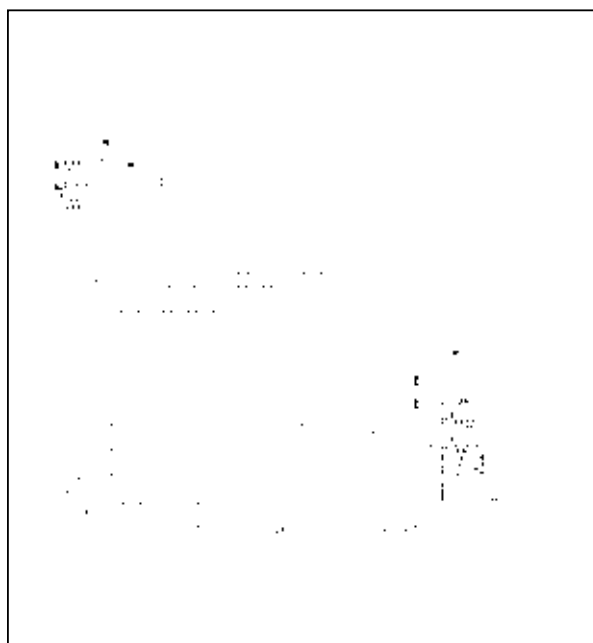


Fig. 3.50 - Planta do Convento do Beato (Lisboa)

Nacional, J+C arquitectos, lda (2000)

O primitivo convento foi mandado construir por D. Afonso V, no cumprimento do desejo testamental de sua mulher, a rainha D. Isabel.

O edifício teve por objectivo servir de hospício aos "Bons Homens de Vilar", da congregação dos Lóios que a partir da bula do papa Pio XI, datada de 1461, passaram a designar-se por Cónegos Seculares de S. João Evangelista, santo da devoção de D. Isabel.

Já em período filipino e devido ao crescente desenvolvimento desta casa conventual, decidiu-se pela construção de um novo espaço que viria a substituir o anterior, tendo sido escolhido para esta missão Frei António da Conceição (1520-1602).

Este convento tem sido alvo de campanhas recentes de recuperação, nomeadamente no claustro.



Fig. 3.51 - Claustro (Conv. do Beato, Lisboa)

Foto do autor

Planta composta pelo rectângulo em que se inscreve a antiga igreja e pelas primitivas dependências conventuais organizadas em U em torno do claustro.

O claustro, de dois pisos, é integralmente de cantaria de mármore actualmente coberto por uma estrutura metálica. Apresenta em cada uma das suas alas 7 arcos de volta inteira encimados por janelas de sacada rectangulares.



Fig. 3.52 - Galeria do claustro (Conv. do Beato, Lisboa)

Foto do autor

3.3.15 - Igreja e Convento de São Bento da Vitória (BV)

Designação: Igreja e Convento de São Bento da Vitória

Categoria / Tipologia: Igreja / Arquitectura Religiosa

Localização: Vitória / Porto / Porto

Protecção: Grau – MN, Monumento Nacional

Decreto n.º 129/77, DR 226 de 29 de Setembro de 1977

Utilização inicial – Cultural e devocional: Mosteiro beneditino

Utilização actual – Igreja com culto

Cultural: Orquestra Clássica do Porto e Arquivo Distrital no Convento

Nos finais do século XVI e início do seguinte assiste-se, no Porto, ao estabelecimento de novas ordens religiosas que influenciam fortemente o urbanismo da cidade, ao conceberem-se “novos e grandiosos” edifícios inspirados pelo movimento da Contra-Reforma por padrões maneiristas. Neste contexto, o convento de São Bento da Vitória surge como um dos exemplos mais significativos. Fundado em 1598 o convento de São Bento da Vitória viu começarem as obras de construção do edifício conventual, e respectiva igreja, em 1604. A conclusão dos trabalhos foi, no entanto, muito demorada, arrastando-se, sensivelmente, até 1690.

O claustro principal iniciado em 1608 e terminado entre 1725 e 1728, revela uma tipologia arquitectónica invulgar, utilizando motivos serlianos.

Planta composta por igreja cruciforme, de nave única e transepto saliente, dois claustros e dependências conventuais desenvolvidas à esquerda.



Fig. 3.53 - Vista aérea do Convento São Bento da Vitória (Porto)

Foto de Filipe Jorge (Monteiro e Meréres, 2000)

O claustro contíguo à portaria, todo em cantaria, possui dois pisos separados por uma cornija e ritmados por duplas pilastras com vãos rectangulares entre elas. Em cada ala, abre-se no 1.º piso três arcos plenos e no 2.º janelas de sacada com bandeira, balustrada de cantaria e frontões triangulares e circular. O claustro é actualmente coberto por uma estrutura metálica.



Fig. 3.54 - Claustro (Conv. São Bento da Vitória, Porto)

Foto do autor



**Fig. 3.55 - Galeria do claustro
(São Bento da Vitória, Porto)**

Foto do autor

3.3.16 - Convento de Alpendurada (CA)

Designação: Convento de Alpendurada

Categoria / Tipologia: Igreja / Arquitectura Religiosa

Localização: Alpendurada / Marco de Canaveses / Porto

Protecção: Igreja: em vias de classificação como Imóvel de Interesse Público (IIP)

Convento: sem protecção

Utilização inicial – Cultural e devocional: Mosteiro beneditino

Utilização actual – Cultural

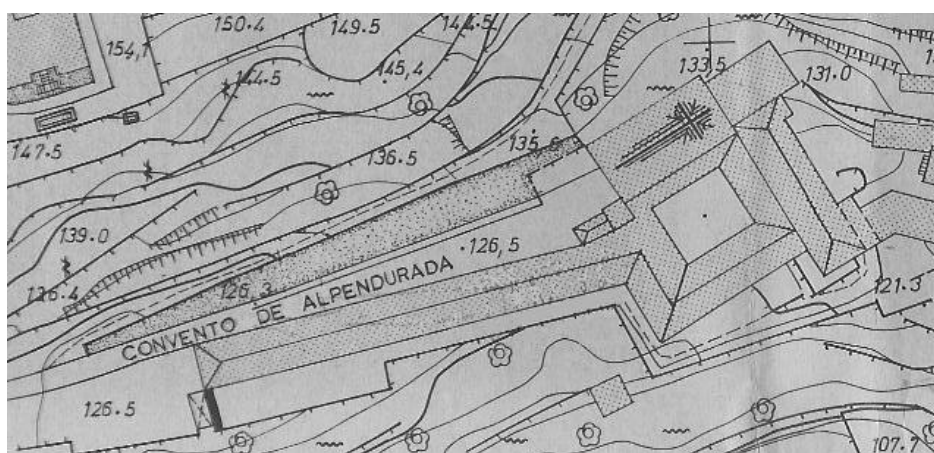


Fig. 3.56 - Levantamento aerofotogramétrico do Convento de Alpendurada

Câmara Municipal do Marco de Canaveses - D.G.P.U. (IPPAR, sd) (f)

O mosteiro beneditino de Alpendurada foi fundado nos meados do século XI, reinando ainda Fernando Magno de Castela e Leão, pelo Padre Velino. Segundo Aguiar (1947) a Benedictina Lusitana e o Elucidário de Santa Rosa de Viterbo, atribuem-lhe a fundação ao ano de 1062, muito embora uma inscrição existente no convento aponte para o ano 1055 e a legenda do retrato do fundador (Padre Avelino) para 1059. Era então reduzido a uma pequena casa, podendo albergar apenas treze monges e uma capela dedicada a S. João Baptista.

Este mosteiro, de acanhadas dimensões, foi muito ampliado e a sua capela transformada na actual majestosa igreja, no ano de 1072.

O convento de Alpendurada foi, desde a sua fundação até ao ano de 1834 (ano em que foi extinto por decreto de 30 de Maio e comprado em hasta pública pela família dos condes de Alpendurada), habitado por monges de S. Bento, tendo havido apenas um curto espaço de 12 anos (1599-1611), em que dele tomaram conta comendatários. Entre os seus comendatários, contam-se o capelão-mor de el-rei D. João II e o bispo de Malhorca, D. Lourenço, e em 1481, o bispo do Porto, D. João Azevedo, sucedendo-lhe os seus dois filhos D. António e D. Manuel Azevedo.

Passado que foi este curto período, regressaram os monges do mosteiro de S. Bento do Porto, onde se tinham recolhido com todos os seus bens, daqui levados, inclusive os sinos da torre e órgão, ficando a receber parte dos rendimentos deste convento e indo a outra parte para o mencionado convento do Porto.

Dada a tolerância religiosa do Estado Novo, com o conseqüente renascimento das ordens religiosas, o mosteiro de Alpendurada foi, durante vários anos, habitado pela Companhia de Jesus e mais tarde pela Congregação do Imaculado Coração de Maria, mediante arrendamento ao seu proprietário particular (Aguiar, 1947).

O convento é muito extenso e tem dois andares com grandes corredores, largas salas e numerosos e amplos quartos ou celas. Tem, a seu lado nascente, uma sumptuosa igreja, que lhe fica contígua, de linhas amplas e majestosas, cujo orago S. João Baptista o é também da freguesia. À excepção da igreja, que é do povo, hoje tudo pertence a um proprietário particular.



Fig. 3.57 - Claustro
(Conv. de Alpendurada)
Foto do autor



Fig. 3.58 - Galeria do claustro (Conv. de Alpendurada)
Foto do autor

3.3.17 - Igreja e claustro da Serra do Pilar (IP)

Designação: Igreja e Claustro da Serra do Pilar

Categoria / Tipologia: Igreja / Arquitectura Religiosa

Localização: Santa Marinha / Vila Nova de Gaia / Porto

Protecção: Grau – MN, Monumento Nacional

Decreto – 16-06-1910, DG 136 de 23 de Junho de 1910

Utilização inicial – Cultural: convento dos Cónegos de Santo Agostinho

Utilização actual – Igreja com culto, zona do convento ocupada pelo Regimento de Artilharia n.º 5

Em 1537 fundava-se na Serra de São Nicolau de Vila Nova, na fronteira com a cidade do Porto, um novo mosteiro, com a invocação de São Salvador do Mundo e traça elaborada por Diogo de Castilho e João de Ruão. No ano de 1542 estava já realizada a primeira fase construtiva, e assim os religiosos do mosteiro de São Salvador de Grijó, por este mosteiro se encontrar em ruínas, ocuparam o espaço habitável. Em 1567 terminava a primeira fase de obras do mosteiro, estando então edificados a igreja e os anexos.

A construção do claustro circular iniciou-se em 1576, estando no ano seguinte a sua abóbada concluída. No entanto o claustro só ficaria concluído nos primeiros anos da década de 80, depois de executados os portais, as capelinhas circundantes e a obra de canalização.

Em 1597 era lançada a primeira pedra da “igreja rotunda” do mosteiro, dedicada a Santo Agostinho, que só ficaria concluída mais de meio século depois, em 1672.

No final do século XVII, em 1690, o prior do convento mandou desmontar o claustro para ser deslocado 15 metros para nascente, de modo a que pudesse ser construído um retrocoro entre a capela-mor da igreja e o claustro.

Planta composta por igreja circular, capela-mor rectangular, claustro circular e dependências conventuais dispostas lateralmente formando duas alas estreitas.

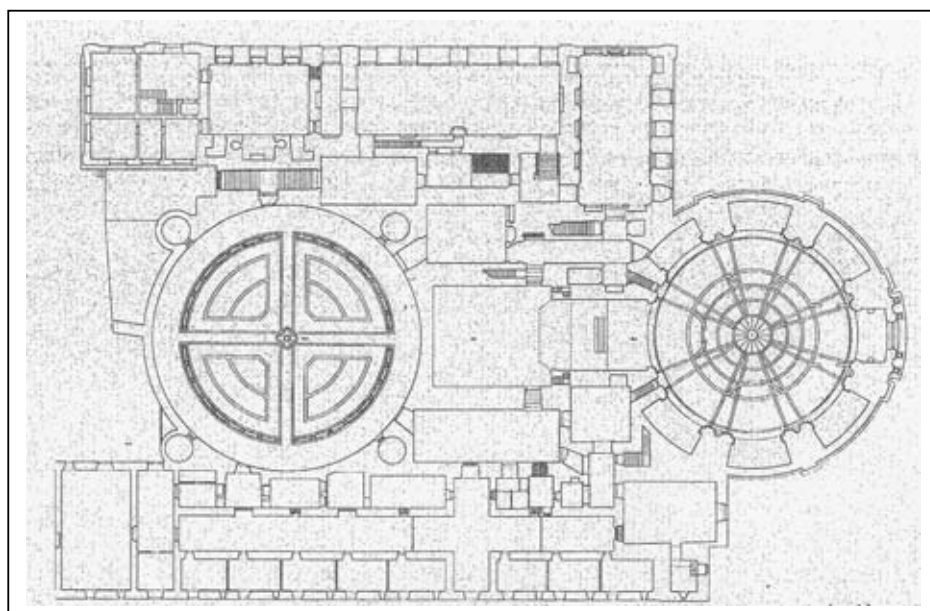


Fig. 3.59 - Planta do Mosteiro da Serra do Pilar

DGEMN / DREM Norte/DM, Desenho n.º 170630, sd (b)

Claustro circular de um piso com ala coberta por abóbada circular de volta inteira com nervura central apoiada em 36 colunas jónicas que suportam cornija; esta é sobrepujada por platibanda decorada por almofadas rectangulares e “rendilhado” formado por volutas e cartelas intercaladas por pináculos, no alinhamento das colunas. O claustro possui ao centro um chafariz de taça, derivado dos modelos de chafarizes quinhentistas da *escola dos Lopes*.



Fig. 3.60 - Claustro
(Most. da Serra do Pilar, V. N. Gaia)
Foto do autor



Fig. 3.61 - Galeria do claustro
(Most. da Serra do Pilar, V. N. Gaia)
Foto do autor

3.4 - Caracterização geométrica e arquitectónica da amostra

Após a caracterização histórica e arquitectónica dos claustros apresenta-se no quadro 3.2 o resumo das características arquitectónicas, nomeadamente os materiais de revestimento do claustro, no quadro 3.3 os parâmetros geométricos mais relevantes e no quadro 3.4 o resumo estatístico dos valores obtidos para os principais parâmetros geométricos.

Quadro 3.2 – Características arquitectónicas dos claustros em estudo

	Pavimento	Paredes	Abóbadas / Tecto	Pavimento da zona central	Ao centro	N.º de pisos	Aberto/ fechado
Sé do Porto	Pedra	Pedra	Pedra	Pedra	Pelourinho	1	Aberto
Most. de Grijó	Pedra	Reboco	Pedra/ Reboco	Pedra	Chafariz	2	Aberto
Most. de Cete	Pedra	Pedra	Telha/ Madeira	Jardim	—	1	Aberto
Igreja de S. Gonçalo	Pedra	Pedra	Pedra	Pedra	Chafariz	2	Aberto
Most. da Batalha – Cl. D. João I	Pedra	Pedra	Pedra	Jardim	—	1	Aberto
Most. da Batalha — Cl. D. Afonso V	Pedra	Pedra	Pedra	Jardim	Lago	2	Aberto
Sé Velha de Coimbra	Pedra	Pedra	Pedra/ Reboco	Jardim	Lago	1	Aberto
Conv. Cristo – Cl. Cemitério	Pedra	Azul./Reboco	Pedra/ Reboco	Pedra/Jardim	—	1	Aberto
Conv. Cristo – Cl. Hospedaria	Pedra	Reboco	Reboco	Pedra/Jardim	—	2	Aberto
Conv. Cristo – Cl. Principal	Pedra/Ladrilho cerâmico	Pedra/Reboco	Pedra/ Reboco	Pedra	Chafariz	2	Aberto
Conv. dos Cardais	Ladrilho cerâmico	Azul./Reboco	Reboco	Tijoleira de barro/Jardim	Lago	1	Aberto
Most. dos Jerónimos	Pedra	Pedra	Pedra	Gravilha/Jardim	Lago	2	Aberto
Most. de Arouca	Pedra	Reboco	Pedra/ Reboco	Jardim	Chafariz	2	Aberto
Most. do Lorvão	Pedra	Reboco	Reboco	Jardim	Lago	2	Aberto
Most. de Tibães	Pedra	Azul./Reboco	Madeira	Pedra/Jardim	Chafariz	2	Aberto
Most. de Vila Boa do Bispo	Pedra	Pedra	Madeira	Jardim	Chafariz	2	Aberto
Conv. do Beato	Alcatifa	Reboco	Reboco	Alcatifa	—	2	Fechado cobertura
Conv. São Bento da Vitória	Reboco	Reb/Pedra/ Painéis acústicos	Pedra /Reboco	Madeira	Mobiliário da Orquestra	2	Fechado cobertura
Conv. de Alpendurada	Pedra	Azulejo/Pedra	Madeira	Jardim	Chafariz	2	Fechado galerias
Igreja e claustro da Serra do Pilar	Pedra/Ladrilho cerâmico	Reboco	Pedra/ Reboco	Pedra	Chafariz	1	Aberto

Quadro 3.3 – Parâmetros geométricos dos claustros em estudo

	Forma geométrica	Comp. / Diâmet. (m)	Larg. (m)	Área total (m²)	Área galerias (m²)	Larg. galerias (m)	Altura max. (m)	Altura mín. (m)	Altura média (m)
Sé do Porto	Quadrado	26,5	26,5	702,3	396,0	4,5	5,8	2,8	4,3
Most. de Grijó	Quadrado	28,5	28,5	812,3	350,0	3,5	6,9	5,2	6,1
Most. de Cete	Quadrado	16,8	16,8	282,2	156,8	2,8	4,8	3,9	4,4
Igreja de S. Gonçalo	Rectângulo	26,4	21,9	578,2	261,0	3,1	5,0	3,5	4,3
Most. Batalha – Claustro D. João I	Rectângulo	55,0	50,0	2.750,0	1.034,0	5,5	7,3	3,2	5,2
Most. Batalha – Claustro D. Afonso V	Quadrado	44,0	44,0	1.936,0	711,0	4,5	5,4	4,0	4,7
Sé Velha de Coimbra	Quadrado	31,6	31,6	998,6	478,7	4,4	5,3	2,6	4,0
Conv. Cristo – Cl. Cemitério	Quadrado	19,0	19,0	361,0	159,4	2,4	6,0	5,0	5,5
Conv. Cristo – Cl. Hospedaria	Quadrado	27,0	27,0	729,0	218,2	2,2	3,9	2,6	3,3
Conv. Cristo – Cl. Principal	Quadrado	35,4	35,4	1.253,2	608,0	5,0	6,8	4,0	5,4
Conv. dos Cardais	Quadrado	14,8	14,8	217,6	122,5	2,5	4,6	3,4	4,0
Most. dos Jerónimos	Quadrado	55,0	55,0	3.025,0	1.210,2	6,2	6,2	2,4	4,3
Most. de Arouca	Quadrado	31,0	31,0	961,0	432,0	4,0	6,2	4,5	5,4
Most. do Lorvão	Rectângulo	30,7	28,5	875,0	365,4	3,5	3,7	3,7	3,7
Most. de Tibães	Quadrado	33,5	33,5	1.118,9	429,8	3,6	4,1	3,6	3,9
Most. de Vila Boa do Bispo	Rectângulo	25,4	24,8	629,9	287,8	3,3	4,4	4,4	4,4
Conv. do Beato	Quadrado	34,6	34,6	1.197,2	424,3	3,4	4,2	2,8	3,5
Conv. São Bento da Vitória	Quadrado	35,5	35,5	1.260,3	504,0	4,0	8,5	6,2	7,4
Conv. de Alpendurada	Rectângulo	28,1	25,4	713,7	325,5	3,5	4,3	4,3	4,3
Ig. e claustro da S. do Pilar	Circulo	29,0	—	660,5	245,0	3,0	5,4	4,0	4,7

Quadro 3.4 – Valores estatísticos dos parâmetros geométricos

	Valor mínimo	Mediana	Valor médio	Valor máximo	Desvio padrão
Comprimento das galerias (m)	14,8	29,9	31,4	55,0	10,5
Largura das galerias (m)	2,2	3,5	3,7	6,2	1,0
Altura máxima das galerias (m)	3,7	5,4	5,4	8,5	1,3
Altura média das galerias (m)	3,3	4,3	4,6	7,4	1,0
Área total do claustro (m ²)	218	844	1.053	3.025	741
Área das galerias (m ²)	123	381	436	1.210	279

3.5 - Metodologia e equipamento

3.5.1 - Parâmetros acústicos medidos

Com vista à caracterização acústica dos espaços, foram medidos em cada claustro os seguintes parâmetros objectivos:

- RASTI - *Rapid Speech Transmission Index*;
- Propagação do ruído emitido;
- Tempo de reverberação;
- Ruído de fundo.

Os parâmetros objectivos são obtidos por equipamentos através de relações energéticas ou temporais do sinal recolhido.

O RASTI é um processo prático e rápido de medir o STI (*Speech Transmission Index*) que quantifica indirectamente a inteligibilidade da palavra. O valor do RASTI varia entre zero e um, correspondendo respectivamente a uma má inteligibilidade e a uma excelente inteligibilidade. É utilizado de uma maneira geral em todos os espaços em que seja necessário avaliar o modo como a palavra é percebida.

Para esta medição o equipamento utilizado é constituído por um conjunto de um emissor e um receptor (figs. 3.62 a 3.65).

O emissor emite um som do tipo rosa que é modulado sinusoidalmente por várias frequências, de modo a simular as modulações típicas da voz humana (nos 500 e 2000 Hz). Este som é captado por um microfone omnidireccional ligado à unidade receptora RASTI, que efectua a conversão num valor numérico (entre 0 e 1). Esta operação deve ser realizada em diferentes lugares, permitindo assim avaliar a inteligibilidade da palavra no lugar onde se colocou o receptor.

Através da utilização de uma tabela de conversão, apresentada na Norma CEI 268-16 (CEI, 1988), os valores do RASTI podem corresponder a uma escala subjectiva de inteligibilidade da palavra (quadro 3.5).

Quadro 3.5 – Tabela de conversão do RASTI numa escala de inteligibilidade da palavra

RASTI	INTELIGIBILIDADE
0 - 0,30	Má
0,30 - 0,45	Medíocre
0,45 - 0,60	Suficiente
0,60 - 0,75	Bom
0,75 - 1,00	Excelente

A avaliação da propagação do ruído emitido é realizada através da medição do nível de pressão sonora contínuo equivalente com a curva (ou filtro) A, L_{Aeq} . Pretende-se com este parâmetro caracterizar numericamente a evolução, ao longo do claustro, da propagação de um qualquer ruído elevado nele produzido.

O L_{eq} é um parâmetro descritor energético que se define como o nível que se actuasse constante num dado intervalo de tempo, “produziria” a mesma energia que o som que se pretende avaliar. Permite avaliar segundo um único valor (médio) o acontecimento acústico, num dado intervalo de tempo.

A curva (ou filtro) A representa um conjunto de correcções algébricas efectuadas aos níveis de pressão sonora em função das frequências do som captado. Os filtros electrónicos estão introduzidos nos aparelhos de medida para corrigir os valores rasteados, para que a sensibilidade dos equipamentos seja aproximadamente semelhante à do ouvido humano.

O tempo de reverberação, TR , é o intervalo de tempo (medido em segundo) que um qualquer som demora a extinguir-se por completo, após múltiplas reflexões num espaço. Por definição é o tempo em que o nível de pressão sonora demora a decair 60 dB desde que a fonte sonora pára de emitir.

Devido ao nível do ruído de fundo habitualmente existente nos espaços torna-se difícil medir um decaimento de 60 dB, a não ser que seja emitido um som de intensidade muitíssimo elevado e por isso desaconselhável. Na prática torna-se mais simples e viável calcular um

decaimento de 30 dB ou 20 dB e extrapolar para os 60 dB (esses valores de TR obtidos pelos decaimentos de 30 e 20 dB denominam-se respectivamente TR30 e TR20).

No método clássico de medição do tempo de reverberação o recinto é excitado por ruído rosa (ou outro adequado) que é desligado abruptamente. Regista-se o nível de pressão sonora num ponto do recinto e calcula-se o tempo de decaimento correspondente a 20 ou 30 dB. Pode-se de seguida fazer a extrapolação para o valor de 60 dB. A utilização de filtros de bandas de frequência normalizadas permite discriminar o tempo de reverberação para essas frequências. Para se obterem resultados fiáveis deve-se efectuar várias medições no mesmo ponto e repetir a operação em vários pontos do recinto.

Um dos efeitos mais importantes de um local com um tempo de reverberação excessivo é a redução da inteligibilidade da palavra. Tal deve-se a que o baixo nível sonoro de emissão das consoantes e o curto período de duração são suplantados pelo “rasto sonoro” de vogais imediatamente antecedentes (que são emitidas a nível mais elevado e com maior duração).

O tempo de reverberação está intimamente relacionado com as condições geométricas e com as características de absorção sonora do recinto.

Na avaliação do ruído de fundo, quantificam-se os sons escutados no local que não os da fonte sonora de teste, como por exemplo ruídos de tráfego e todos os tipos de ruído que perturbam a audição, a comunicação e o silêncio. Pretende-se caracterizar o efeito do ruído ambiente ao longo deste tipo de espaço e avaliar o tipo de isolamento obtido face a estes ruídos.

Recorreu-se neste caso a descritores estatísticos e energéticos para permitir segundo um único valor caracterizar o acontecimento acústico, num dado intervalo de tempo.

O descritor energético utilizado foi L_{eq} e os descritores estatísticos foram os L_{10} , L_{50} e L_{95} .

Os parâmetros estatísticos estão associados a quantis de densidade de probabilidade. Assim, define-se L_N como sendo o nível que num dado intervalo de tempo é excedido em N% da duração temporal desse intervalo.

Utilizou-se a curva (ou filtro) A, determinando-se assim o L_{A10} , L_{A50} , L_{A95} e o L_{Aeq} .

3.5.2 - Metodologia de trabalho

As medições efectuadas nos claustros decorreram entre os dias 29 de Setembro e 20 de Novembro de 2003.

Antes de se iniciarem as medições eram fechadas todas as portas, para assim se isolar ao máximo o espaço do claustro dos restantes espaços conventuais. A presença ou passagem de pessoas era inviabilizada.

Sempre que possível, a fonte de água existente no pátio era desligada.

Para a **medição do RASTI**, utilizou-se um equipamento constituído por um emissor (unidade fixa) e um receptor (unidade móvel) (figs. 3.62 a 3.65).

A unidade fixa (a fonte sonora) emitiu um ruído rosa que foi filtrado nas duas bandas de oitava, 500 Hz e 2 kHz.

Os níveis de pressão sonora de referência podem ser de 59 dB na banda de 500 Hz e de 50 dB na banda de 2 kHz. No entanto, neste estudo em virtude do tamanho dos espaços os níveis de pressão sonora foram aumentados em mais 10 dB, usando o modo de “Ref.+10 dB”, isto é, 69 dB na banda dos 500 Hz e 60 dB na banda dos 2 kHz.

A unidade móvel efectuou uma medida simples (single) de 8 segundos, com o ruído filtrado nas bandas de oitava de 500 Hz e 2 kHz.

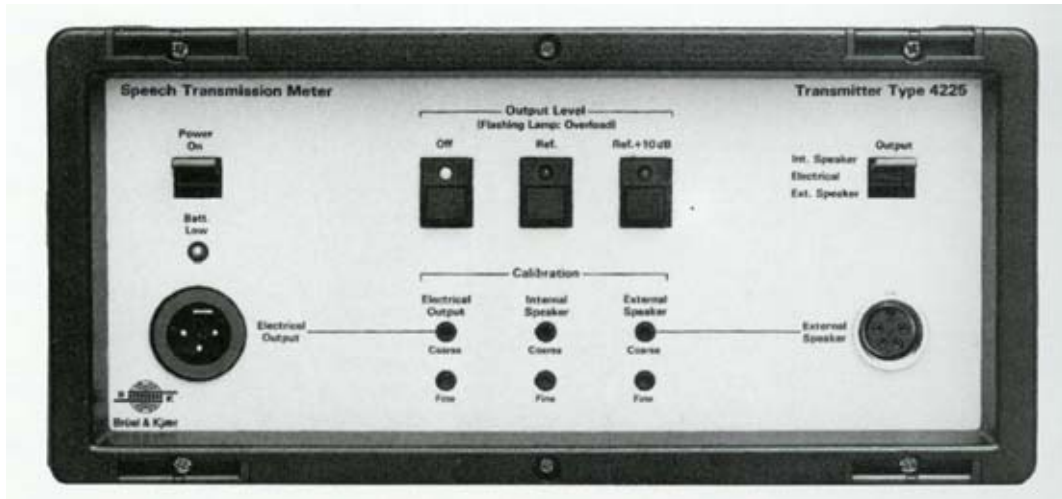


Fig. 3.62 - Unidade emissora para medição do RASTI (Brüel & Kjær, 1986)

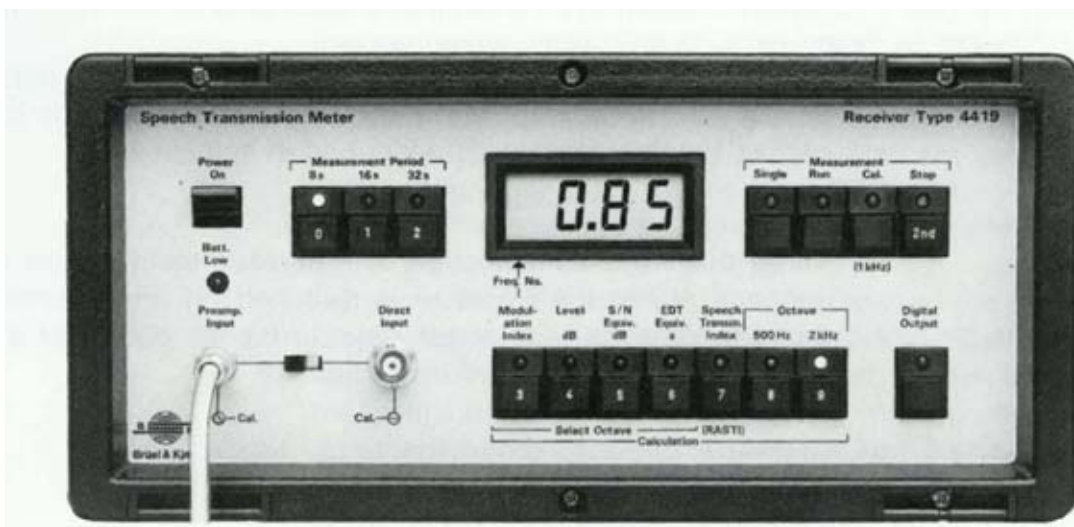


Fig. 3.63 - Unidade receptora para medição do RASTI (Brüel & Kjær, 1986)

A fonte sonora foi colocada num tripé, com altura correspondente à da cabeça de um presumível orador, posicionada em (S) com o eixo apontado para o eixo longitudinal da galeria do claustro. O equipamento receptor foi colocado em treze posições (de A a M) (fig. 3.66).



Fig. 3.64 - Unidade emissora montada num tripé (RASTI)
(Brüel & Kjær, 1986)



Fig. 3.65 - Operador com unidade receptora (RASTI)
(Brüel & Kjær, 1986)

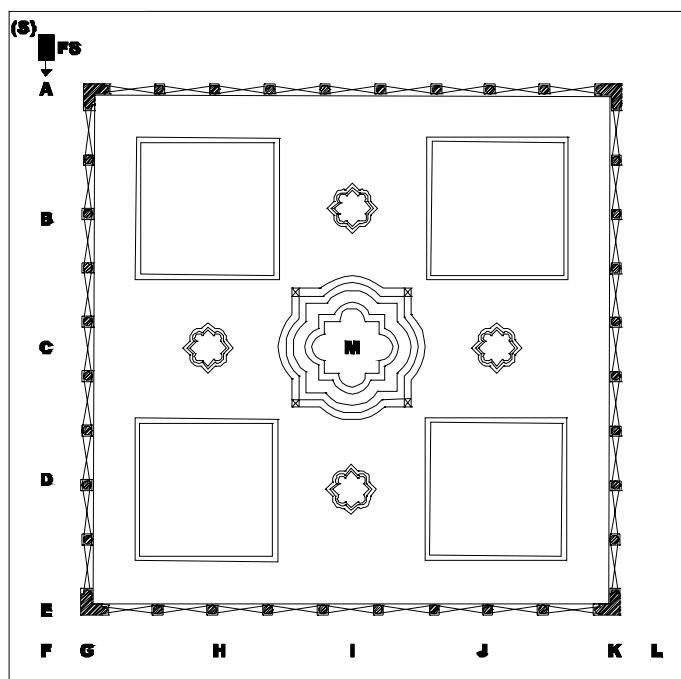


Fig. 3.66 - Distribuição dos pontos de medição no claustro para avaliação do RASTI, com a fonte sonora em (S)

Cada medição foi feita a uma altura de aproximadamente 1,30 m e foi repetida três vezes em cada ponto.

O valor do RASTI utilizado nos cálculos correspondeu, para cada ponto, à média aritmética dos três valores obtidos com o equipamento de medição.

De seguida a fonte sonora foi colocada em (S*) e efectuaram-se as medições conforme descrito anteriormente, em doze posições (de A a B e de D a M) (fig. 3.67).

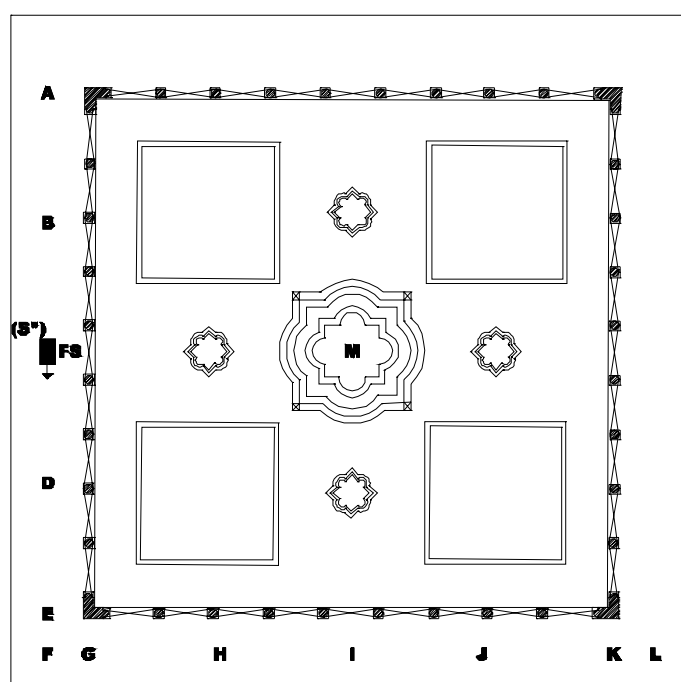


Fig. 3.67 - Distribuição dos pontos de medição no claustro para avaliação do RASTI, com a fonte sonora em (S*)

Na avaliação **da propagação do ruído emitido**, utilizou-se uma fonte sonora para a emissão de ruído (fig. 3.69) e um sonómetro para avaliar o mesmo (fig. 3.68).

A fonte sonora emitiu um ruído com características aproximadas de ruído rosa entre os 100 Hz e 5 kHz.

O sonómetro efectuou a medição do L_{Aeq} , com 15 segundos de emissão de ruído.

A fonte sonora foi colocada na posição (S) com um ângulo de 30° com o eixo apontado para o eixo diagonal do claustro.

As medições foram efectuadas em seis posições (de 1 a 6) (fig. 3.70).



Fig. 3.68 - Sonómetro
(Brüel & Kjær, sd (a))

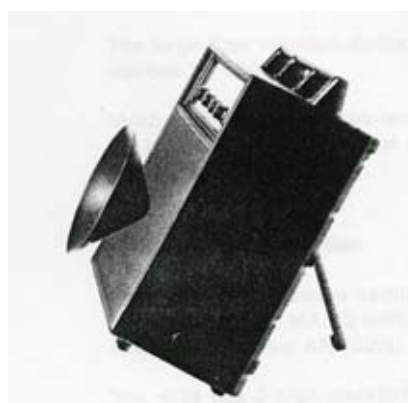


Fig. 3.69 - Fonte sonora
(Brüel & Kjær, sd (b))

O valor de L_{Aeq} utilizado correspondeu, para cada ponto, à média aritmética dos dois valores obtidos com o equipamento de medição.

De seguida a fonte sonora foi colocada em (S*) e efectuaram-se as medições conforme descrito anteriormente, em cinco posições (2 a 6) (fig. 3.71).

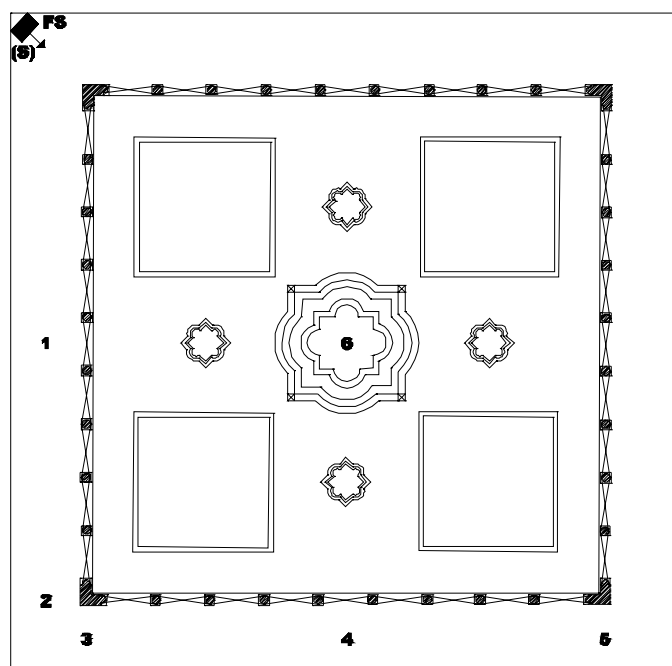


Fig. 3.70 - Distribuição dos pontos de medição no claustro, com a fonte sonora em (S)

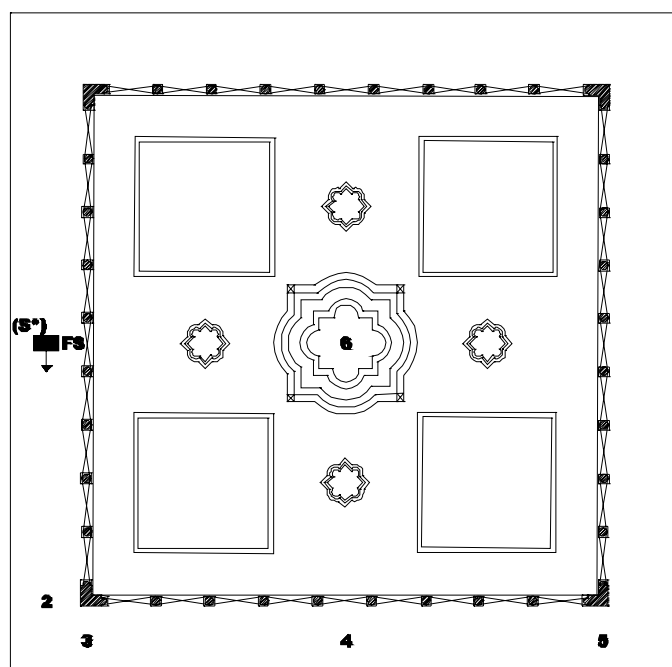


Fig. 3.71 - Distribuição dos pontos de medição no claustro, com a fonte sonora em (S*)

Para medição do **tempo de reverberação**, utilizou-se uma fonte sonora (fig. 3.69) para a emissão de ruído e um sonómetro para avaliar o mesmo (fig. 3.68).

A fonte sonora emitiu um ruído de características aproximadas de ruído rosa.

Após a emissão do sinal sonoro o sonómetro registava o nível de pressão sonora, no ponto de medição, e calculava o seu decaimento correspondente a 30 dB, TR30, nas frequências entre os 125 Hz e 4kHz, por bandas de 1/1 de oitava.

A fonte sonora foi colocada na posição (S) com um ângulo de 30° com o eixo apontado para o eixo oblíquo do claustro.

As medições foram efectuadas em quatro posições, (1, 2, 4 e 6) (fig. 3.70).

Os valores obtidos nas medições correspondem à extrapolação do valor obtido para um decaimento de 60 dB. Assim, o valor final corresponde, para cada ponto, à média aritmética dos três valores obtidos de TR30.

De seguida a fonte sonora foi colocada em (S*) e efectuaram-se as medições conforme descrito anteriormente, em três posições (2, 4 e 6) (fig. 3.71).

Para a **avaliação do ruído de fundo** utilizou-se um sonómetro (fig. 3.68).

O sonómetro efectuou a medição dos L_{A10} , L_{A50} , L_{A95} e do L_{Aeq} , com 15 segundos de “silêncio” total, isto é, sem emissão de ruído provocado por uma fonte sonora.

O valor final da medição corresponde, para cada ponto, à média aritmética dos três valores obtidos.

As medições foram efectuadas em quatro posições, nos pontos 1, 3, 6 e no exterior do edifício.

3.5.3- Equipamento utilizado

Para a realização das medições objecto deste trabalho, foi utilizado o seguinte equipamento:

- Equipamento de RASTI Brüel & Kjær mod. 3361, constituído por um emissor mod. 4225 e um receptor mod. 4419;
- Sonómetro Brüel & Kjær mod. 2260 Investigator;
- Fonte sonora Brüel & Kjær mod. 4224;
- Calibrador de microfone Brüel & Kjær mod. 4231;
- Microfone de 13 mm Brüel & Kjær mod. 4189;
- Tripé portátil Brüel & Kjær mod. UA0049;
- Modulo estatístico, Brüel & Kjær mod. BZ7210;
- Modulo estatístico, Brüel & Kjær mod. BZ7204.

3.6 - Tratamento dos dados recolhidos

Os valores obtidos nas medições dos parâmetros acústicos, descritos anteriormente, foram registados manualmente em fichas de medições (Anexo A) e posteriormente transcritos para ficheiro EXCEL.

Nos claustros onde não foi possível o acesso ao levantamento arquitectónico, foi efectuado no local o levantamento de todos parâmetros geométricos necessários, assim como ao registo dos materiais que constituíam o espaço objecto do estudo.

Depois de efectuadas as medições calculou-se a média aritmética dos valores obtidos para cada ponto de medição e para cada parâmetro acústico em estudo e, com base no levantamento arquitectónico, obteve-se a distância em planta entre a fonte sonora e os pontos de medição no caso da avaliação da propagação do ruído emitido e na avaliação do RASTI.

No Anexo B encontram-se listados os resultados obtidos nas medições acústicas efectuadas em cada claustro.

Para além dos parâmetros geométricos obtidos directamente do levantamento do espaço em estudo e relacionados com a própria geometria dos claustros, foi necessário calcular a absorção sonora das duas galerias perpendiculares onde foram efectuadas as medições.

Assim e para se proceder ao cálculo deste parâmetro foi necessário ter em conta todos os materiais que constituíam a envolvente.

A absorção sonora foi calculada através da fórmula:

$$A = \Sigma (\alpha_i \times S_i) + m \times V$$

sendo,

A – absorção sonora equivalente (m^2);

α_i – coeficiente de absorção sonora do material;

S_i – superfície real do material (m^2);

m – taxa de atenuação sonora do ar (m^{-1}) [aparece por vezes na literatura como “4m”];

V – volume do espaço em análise (m^3).

Como já foi referido o cálculo da absorção sonora foi efectuado nas duas galerias perpendiculares onde foram efectuadas as medições dos parâmetros acústicos.

A cada material da envolvente correspondeu um α , coeficiente de absorção sonora médio. O coeficiente de absorção sonora considerado para cada material foi obtido através da média de vários coeficientes de absorção sonora, para o mesmo material, que foi possível encontrar tabelados em bibliografia da especialidade, como por exemplo, (Cyril, 1991; Carvalho, 2004 e site da internet www.ptb.de). Os coeficientes de absorção sonora obtidos são os da média dos 500-1000 Hz.

No quadro 3.6 apresentam-se os coeficientes de absorção sonora considerados neste estudo.

Quadro 3.6 – coeficientes de absorção sonora, α , em função dos materiais (500-1000 Hz)

Material	α
pedra	0,01
reboco	
azulejo	
ladrilhos cerâmicos	
telha	0,05
alcatifa	0,10
vidro	0,15
madeira	0,20

Para a zona das galerias em contacto com o ar exterior (zonas de passagem para o pátio central) considerou-se um coeficiente de absorção sonora de 1. Na verdade este valor pode ser ligeiramente inferior, talvez 0,9 (dependendo das características de reflexão da zona central), mas como não há dados disponíveis para maior precisão, considerou-se igual a 1.

Em alguns claustros existem pequenas capelas cujo acesso é feito através das galerias dos próprios claustros. Assim, sempre que existia uma abertura para uma capela foram considerados os seguintes coeficientes de absorção sonora (quadro 3.7):

Quadro 3.7 – coeficientes de absorção sonora, α , em função da profundidade da capela (500-1000 Hz)

Profundidade da capela	α
< 2 x largura da entrada	0,3
< 3 x largura da entrada	0,6
≥ 2 x largura da entrada	
≥ 2 x largura da entrada + retábulo em talha	
≥ 3 x largura da entrada	1,0

O valor considerado para a taxa de atenuação sonora do ar, α , contido nas galerias em estudo foi de 0,0015, média dos 500-1000 Hz.

Todos os cálculos necessários ao desenvolvimento deste trabalho, cujos resultados serão apresentados nos capítulos seguintes, foram efectuados no “Microsoft Excel” e no programa estatístico “Systat”.

4 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo caracterizam-se os valores obtidos para os parâmetros acústicos seleccionados para este trabalho, comparando-os entre si, quer dentro de cada claustro (análise intra-claustros), quer entre os 20 claustros (análise inter-claustros).

A análise de cada parâmetro permitirá obter ou confirmar dados estatísticos básicos sobre o seu comportamento.

É usada a análise estatística para determinar o relacionamento que existe entre os parâmetros acústicos objectivos.

4.1 - Análise intra-claustros

Na análise “intra-claustros” é possível caracterizar a variabilidade dos valores medidos no interior de cada claustro, devido aos diferentes pontos de medição e devido às várias leituras efectuadas em cada ponto. Essa variabilidade espacial permite caracterizar a homogeneidade do campo sonoro.

4.1.1 - Valores obtidos

Nos quadros 4.1 a 4.11 são apresentados os valores médios obtidos nas medições em cada claustro, para os seguintes parâmetros:

- **RASTI**

São apresentados os valores médios das medições com a fonte sonora posicionada no ponto 1 (FS 1), posicionada no ponto 2 (FS 2) e o valor médio global das duas séries de medições (FS 1 + FS 2) (quadro 4.1).

Foram utilizados 25 pontos de medição em cada claustro.

– Propagação do ruído emitido

É apresentado o valor de dL , isto é, o decréscimo do som (nível sonoro) emitido no interior do claustro quando a fonte sonora é posicionada no ponto 1 (FS 1), posicionada no ponto 2 (FS 2) e o valor médio global das duas séries de medições (FS 1 + FS 2). Com FS 1 é calculado o decréscimo do som (nível sonoro) no ponto oposto à fonte e com FS 2 é calculado o decréscimo de som (nível sonoro) no mesmo ponto (quadro 4.2).

– Tempo de reverberação

São apresentados os valores médios das medições com a fonte sonora posicionada no ponto 1 (FS 1), posicionada no ponto 2 (FS 2) e o valor médio global das duas séries de medições (FS 1 + FS 2), para as bandas de frequências 125, 250, 500, 1000, média dos 500/1000, 2000 e 4000 Hz (quadros 4.3 a 4.9).

Em cada claustro foram utilizados 7 pontos de medição.

– Ruído de fundo

São apresentados os valores médios das medições no interior do claustro nos parâmetros L_{A10} , L_{A50} , L_{A95} e L_{Aeq} , o valor dos mesmos parâmetros medido no exterior do claustro e a diferença entre eles (quadros 4.10 e 4.11).

Em cada claustro foram utilizados 4 pontos de medição.

Quadro 4.1 – Valores médios obtidos, em cada claustro, para o parâmetro RASTI

Claustro	Código	Parâmetro		
		FS 1 rasti 1	FS 2 rasti 2	FS 1 + FS 2 rasti
Sé do Porto	SP	0,41	0,45	0,43
Mosteiro de Grijó	MG	0,48	0,48	0,48
Mosteiro de Cête	MC	0,64	0,64	0,64
Mosteiro de S. Gonçalo	SG	0,54	0,55	0,55
Most. da Batalha - Cl. D. João I	BJ	0,34	0,32	0,33
Most. da Batalha - Cl. D. Afonso V	BA	0,42	0,45	0,44
Sé Velha de Coimbra	VC	0,42	0,46	0,44
Convento de Cristo - Cl. Cemitério	TC	0,57	0,55	0,56
Convento de Cristo - Cl. Hospedaria	TH	0,58	0,56	0,57
Convento de Cristo - Cl. Principal	TP	0,40	0,43	0,42
Convento dos Cardais	CC	0,56	0,58	0,57
Mosteiro dos Jerónimos	MJ	0,34	0,38	0,36
Mosteiro de Arouca	MA	0,44	0,46	0,45
Mosteiro do Lorvão	ML	0,52	0,52	0,52
Mosteiro de Tibães	MT	0,60	0,62	0,61
Mosteiro de Vila Boa do Bispo	MB	0,58	0,57	0,58
Convento do Beato	CB	0,47	0,47	0,47
Convento São Bento da Vitória	BV	0,48	0,49	0,49
Convento de Alpendurada	CA	0,46	0,47	0,47
Igreja e claustro da Serra do Pilar	IP	0,59	nd	0,59

nd - não disponível

Quadro 4.2 – Valores médios obtidos, em cada claustro, para o parâmetro dL referente à propagação do ruído emitido

Claustro	Código	Parâmetro		
		FS 1 dL ₁ = L1-L5 (dB(A))	FS 2 dL ₂ = L2-L5 (dB(A))	FS 1 + FS 2 dL (dB(A))
Sé do Porto	SP	9,4	9,6	9,5
Mosteiro de Grijó	MG	7,9	8,3	8,1
Mosteiro de Cête	MC	8,0	9,7	8,9
Mosteiro de S. Gonçalo	SG	7,3	8,3	7,8
Most. da Batalha - Cl. D. João I	BJ	15,5	15,2	15,4
Most. da Batalha - Cl. D. Afonso V	BA	15,4	14,7	15,1
Sé Velha de Coimbra	VC	10,9	12,0	11,5
Convento de Cristo - Cl. Cemitério	TC	6,0	6,5	6,3
Convento de Cristo - Cl. Hospedaria	TH	11,5	12,2	11,9
Convento de Cristo - Cl. Principal	TP	9,0	9,2	9,1
Convento dos Cardais	CC	4,6	6,6	5,6
Mosteiro dos Jerónimos	MJ	11,5	11,2	11,4
Mosteiro de Arouca	MA	8,8	9,8	9,3
Mosteiro do Lorvão	ML	8,6	9,1	8,9
Mosteiro de Tibães	MT	11,2	11,7	11,5
Mosteiro de Vila Boa do Bispo	MB	8,2	10,0	9,1
Convento do Beato	CB	5,3	8,4	6,9
Convento São Bento da Vitória	BV	11,4	10,8	11,1
Convento de Alpendurada	CA	11,7	9,8	10,8
Igreja e claustro da Serra do Pilar	IP	4,3	nd	4,3

nd - não disponível

Quadro 4.3 – Valores médios obtidos, em cada claustro, para o parâmetro TR, para a banda de frequência dos 125 Hz

Claustro	Código	Parâmetro		
		FS 1 TR125 ₁ (s)	FS 2 TR125 ₂ (s)	FS 1 + FS 2 TR125 (s)
Sé do Porto	SP	3,37	3,15	3,26
Mosteiro de Grijó	MG	3,42	3,97	3,70
Mosteiro de Cête	MC	1,20	1,02	1,11
Mosteiro de S. Gonçalo	SG	2,08	2,06	2,07
Most. da Batalha - Cl. D. João I	BJ	4,28	6,98	5,63
Most. da Batalha - Cl. D. Afonso V	BA	3,27	3,32	3,30
Sé Velha de Coimbra	VC	3,30	3,43	3,37
Convento de Cristo - Cl. Cemitério	TC	2,07	2,13	2,10
Convento de Cristo - Cl. Hospedaria	TH	2,43	2,32	2,38
Convento de Cristo - Cl. Principal	TP	4,53	4,47	4,50
Convento dos Cardais	CC	2,41	2,09	2,25
Mosteiro dos Jerónimos	MJ	4,59	4,88	4,74
Mosteiro de Arouca	MA	2,65	2,47	2,56
Mosteiro do Lorvão	ML	2,92	3,00	2,96
Mosteiro de Tibães	MT	1,77	1,79	1,78
Mosteiro de Vila Boa do Bispo	MB	1,62	1,54	1,58
Convento do Beato	CB	4,13	4,49	4,31
Convento São Bento da Vitória	BV	2,88	2,69	2,79
Convento de Alpendurada	CA	1,67	1,81	1,74
Igreja e claustro da Serra do Pilar	IP	5,53	nd	5,53

nd - não disponível

Quadro 4.4 – Valores médios obtidos, em cada claustro, para o parâmetro TR, para a banda de frequência dos 250 Hz

Claustro	Código	Parâmetro		
		FS 1 TR250 ₁ (s)	FS 2 TR250 ₂ (s)	FS 1 + FS 2 TR250 (s)
Sé do Porto	SP	2,59	2,48	2,54
Mosteiro de Grijó	MG	3,24	3,15	3,20
Mosteiro de Cête	MC	0,84	0,82	0,83
Mosteiro de S. Gonçalo	SG	1,77	1,81	1,79
Most. da Batalha - Cl. D. João I	BJ	3,57	5,84	4,71
Most. da Batalha - Cl. D. Afonso V	BA	2,51	2,93	2,72
Sé Velha de Coimbra	VC	2,99	3,36	3,18
Convento de Cristo - Cl. Cemitério	TC	1,95	1,91	1,93
Convento de Cristo - Cl. Hospedaria	TH	1,79	1,90	1,85
Convento de Cristo - Cl. Principal	TP	4,26	4,06	4,16
Convento dos Cardais	CC	2,00	1,94	1,97
Mosteiro dos Jerónimos	MJ	4,36	4,25	4,31
Mosteiro de Arouca	MA	2,60	2,55	2,58
Mosteiro do Lorvão	ML	2,18	2,15	2,17
Mosteiro de Tibães	MT	1,61	1,43	1,52
Mosteiro de Vila Boa do Bispo	MB	1,72	1,72	1,72
Convento do Beato	CB	5,13	5,15	5,14
Convento São Bento da Vitória	BV	2,59	2,62	2,61
Convento de Alpendurada	CA	1,66	1,66	1,66
Igreja e claustro da Serra do Pilar	IP	4,19	nd	4,19

nd - não disponível

Quadro 4.5 – Valores médios obtidos, em cada claustro, para o parâmetro TR, para a banda de frequência dos 500 Hz

Claustro	Código	Parâmetro		
		FS 1 TR500 ₁ (s)	FS 2 TR500 ₂ (s)	FS 1 + FS 2 TR500 (s)
Sé do Porto	SP	2,40	2,35	2,38
Mosteiro de Grijó	MG	2,94	2,88	2,91
Mosteiro de Cête	MC	0,98	0,97	0,98
Mosteiro de S. Gonçalo	SG	1,82	1,80	1,81
Most. da Batalha - Cl. D. João I	BJ	3,32	5,52	4,42
Most. da Batalha - Cl. D. Afonso V	BA	2,36	2,76	2,56
Sé Velha de Coimbra	VC	2,51	2,48	2,50
Convento de Cristo - Cl. Cemitério	TC	1,89	1,84	1,87
Convento de Cristo - Cl. Hospedaria	TH	1,77	1,78	1,78
Convento de Cristo - Cl. Principal	TP	3,79	3,69	3,74
Convento dos Cardais	CC	2,02	1,83	1,93
Mosteiro dos Jerónimos	MJ	3,90	3,95	3,93
Mosteiro de Arouca	MA	2,59	2,53	2,56
Mosteiro do Lorvão	ML	1,91	1,92	1,92
Mosteiro de Tibães	MT	1,50	1,46	1,48
Mosteiro de Vila Boa do Bispo	MB	1,78	1,80	1,79
Convento do Beato	CB	5,13	5,04	5,09
Convento São Bento da Vitória	BV	2,63	2,64	2,64
Convento de Alpendurada	CA	2,12	2,01	2,07
Igreja e claustro da Serra do Pilar	IP	3,05	nd	3,05

nd - não disponível

Quadro 4.6 – Valores médios obtidos, em cada claustro, para o parâmetro TR, para a banda de frequência dos 1000 Hz

Claustro	Código	Parâmetro		
		FS 1 TR1000 ₁ (s)	FS 2 TR1000 ₂ (s)	FS 1 + FS 2 TR1000 (s)
Sé do Porto	SP	2,42	2,43	2,43
Mosteiro de Grijó	MG	3,02	2,97	3,00
Mosteiro de Cête	MC	1,06	0,99	1,03
Mosteiro de S. Gonçalo	SG	2,11	1,84	1,98
Most. da Batalha - Cl. D. João I	BJ	3,19	5,12	4,16
Most. da Batalha - Cl. D. Afonso V	BA	2,40	2,81	2,61
Sé Velha de Coimbra	VC	2,95	2,86	2,91
Convento de Cristo - Cl. Cemitério	TC	1,80	1,77	1,79
Convento de Cristo - Cl. Hospedaria	TH	1,72	1,72	1,72
Convento de Cristo - Cl. Principal	TP	3,56	3,50	3,53
Convento dos Cardais	CC	1,88	1,82	1,85
Mosteiro dos Jerónimos	MJ	3,74	3,81	3,78
Mosteiro de Arouca	MA	2,61	2,49	2,55
Mosteiro do Lorvão	ML	1,81	1,77	1,79
Mosteiro de Tibães	MT	1,51	1,44	1,48
Mosteiro de Vila Boa do Bispo	MB	1,75	1,68	1,72
Convento do Beato	CB	4,56	4,50	4,53
Convento São Bento da Vitória	BV	2,67	2,61	2,64
Convento de Alpendurada	CA	2,28	2,40	2,34
Igreja e claustro da Serra do Pilar	IP	2,78	nd	2,78

nd - não disponível

Quadro 4.7 – Valores médios obtidos, em cada claustro, para o parâmetro TR, para a banda de frequência dos 500, 1000 e média dos 500/1000 Hz

Claustro	Código	Parâmetro		
		TR500 (s)	TR1000 (s)	TR500/1000 (s)
Sé do Porto	SP	2,38	2,43	2,40
Mosteiro de Grijó	MG	2,91	3,00	2,95
Mosteiro de Cête	MC	0,98	1,03	1,00
Mosteiro de S. Gonçalo	SG	1,81	1,98	1,89
Most. da Batalha - Cl. D. João I	BJ	4,42	4,16	4,29
Most. da Batalha - Cl. D. Afonso V	BA	2,56	2,61	2,58
Sé Velha de Coimbra	VC	2,50	2,91	2,70
Convento de Cristo - Cl. Cemitério	TC	1,87	1,79	1,83
Convento de Cristo - Cl. Hospedaria	TH	1,78	1,72	1,75
Convento de Cristo - Cl. Principal	TP	3,74	3,53	3,64
Convento dos Cardais	CC	1,93	1,85	1,89
Mosteiro dos Jerónimos	MJ	3,93	3,78	3,85
Mosteiro de Arouca	MA	2,56	2,55	2,56
Mosteiro do Lorvão	ML	1,92	1,79	1,85
Mosteiro de Tibães	MT	1,48	1,48	1,48
Mosteiro de Vila Boa do Bispo	MB	1,79	1,72	1,75
Convento do Beato	CB	5,09	4,53	4,81
Convento São Bento da Vitória	BV	2,64	2,64	2,64
Convento de Alpendurada	CA	2,07	2,34	2,20
Igreja e claustro da Serra do Pilar	IP	3,05	2,78	2,92

nd - não disponível

Quadro 4.8 – Valores médios obtidos, em cada claustro, para o parâmetro TR, para a banda de frequência dos 2000 Hz

Claustro	Código	Parâmetro		
		FS 1 TR2000 ₁ (s)	FS 2 TR2000 ₂ (s)	FS 1 + FS 2 TR2000 (s)
Sé do Porto	SP	2,06	2,00	2,03
Mosteiro de Grijó	MG	2,53	2,38	2,46
Mosteiro de Cête	MC	1,00	0,98	0,99
Mosteiro de S. Gonçalo	SG	1,68	1,62	1,65
Most. da Batalha - Cl. D. João I	BJ	2,65	3,90	3,28
Most. da Batalha - Cl. D. Afonso V	BA	2,00	2,29	2,15
Sé Velha de Coimbra	VC	2,31	1,99	2,15
Convento de Cristo - Cl. Cemitério	TC	1,60	1,58	1,59
Convento de Cristo - Cl. Hospedaria	TH	1,57	1,53	1,55
Convento de Cristo - Cl. Principal	TP	2,84	2,79	2,82
Convento dos Cardais	CC	1,64	1,59	1,62
Mosteiro dos Jerónimos	MJ	3,08	3,06	3,07
Mosteiro de Arouca	MA	2,23	2,16	2,20
Mosteiro do Lorvão	ML	1,57	1,59	1,58
Mosteiro de Tibães	MT	1,32	1,26	1,29
Mosteiro de Vila Boa do Bispo	MB	1,48	1,50	1,49
Convento do Beato	CB	3,10	3,11	3,11
Convento São Bento da Vitória	BV	2,53	2,53	2,53
Convento de Alpendurada	CA	2,15	2,23	2,19
Igreja e claustro da Serra do Pilar	IP	2,34	nd	2,34

nd - não disponível

Quadro 4.9 – Valores médios obtidos, em cada claustro, para o parâmetro TR, para a banda de frequência dos 4000 Hz

Claustro	Código	Parâmetro		
		FS 1 TR4000 ₁ (s)	FS 2 TR4000 ₂ (s)	FS 1 + FS 2 TR4000 (s)
Sé do Porto	SP	1,88	1,80	1,84
Mosteiro de Grijó	MG	2,18	2,04	2,11
Mosteiro de Cête	MC	0,96	0,90	0,93
Mosteiro de S. Gonçalo	SG	1,42	1,40	1,41
Most. da Batalha - Cl. D. João I	BJ	2,18	2,96	2,57
Most. da Batalha - Cl. D. Afonso V	BA	1,68	1,81	1,75
Sé Velha de Coimbra	VC	1,63	1,61	1,62
Convento de Cristo - Cl. Cemitério	TC	1,33	1,32	1,33
Convento de Cristo - Cl. Hospedaria	TH	1,33	1,27	1,30
Convento de Cristo - Cl. Principal	TP	2,20	2,10	2,15
Convento dos Cardais	CC	1,37	1,29	1,33
Mosteiro dos Jerónimos	MJ	2,50	2,49	2,50
Mosteiro de Arouca	MA	1,87	1,84	1,86
Mosteiro do Lorvão	ML	1,39	1,40	1,40
Mosteiro de Tibães	MT	1,10	1,09	1,10
Mosteiro de Vila Boa do Bispo	MB	1,28	1,30	1,29
Convento do Beato	CB	2,28	2,28	2,28
Convento São Bento da Vitória	BV	2,12	2,17	2,15
Convento de Alpendurada	CA	1,67	1,60	1,64
Igreja e claustro da Serra do Pilar	IP	1,92	nd	1,92

nd - não disponível

Quadro 4.10 – Valores médios obtidos, em cada claustro, para os parâmetros L_{A10int} , L_{A10ext} , L_{A50int} e L_{A50ext}

Claustro	Código	Parâmetros					
		L_{A10int} (dB)	L_{A10ext} (dB)	$L_{A10ext} - L_{A10int}$ (dB)	L_{A50int} (dB)	L_{A50ext} (dB)	$L_{A50ext} - L_{A50int}$ (dB)
Sé do Porto	SP	43,1	49,2	6,1	41,0	47,9	6,9
Mosteiro de Grijó	MG	40,4	49,3	9,0	39,5	48,2	8,7
Mosteiro de Cête	MC	36,4	43,4	7,0	33,8	41,1	7,3
Mosteiro de S. Gonçalo	SG	41,0	52,7	11,7	38,3	49,9	11,6
Most. da Batalha - Cl. D. João I	BJ	53,2	55,0	1,8	51,5	53,5	2,0
Most. da Batalha - Cl. D. Afonso V	BA	46,8	55,0	8,2	42,5	53,5	11,1
Sé Velha de Coimbra	VC	41,2	56,1	14,8	39,3	51,9	12,6
Convento de Cristo - Cl. Cemitério	TC	36,6	41,2	4,6	33,8	36,8	3,0
Convento de Cristo - Cl. Hospedaria	TH	38,5	41,2	2,7	35,5	36,8	1,3
Convento de Cristo - Cl. Principal	TP	44,2	41,2	-3,0	39,0	36,8	-2,2
Convento dos Cardais	CC	42,2	55,9	13,6	39,2	50,5	11,4
Mosteiro dos Jerónimos	MJ	43,9	58,3	14,5	42,1	55,9	13,8
Mosteiro de Arouca	MA	48,9	52,7	3,8	47,5	50,7	3,2
Mosteiro do Lorvão	ML	45,6	50,0	4,4	43,1	48,7	5,6
Mosteiro de Tibães	MT	32,5	43,3	10,8	29,0	41,2	12,2
Mosteiro de Vila Boa do Bispo	MB	38,4	47,3	8,8	34,9	39,9	4,9
Convento do Beato	CB	47,3	54,5	7,2	46,7	53,7	7,0
Convento São Bento da Vitória	BV	29,6	55,1	25,5	25,5	50,7	25,2
Convento de Alpendurada	CA	43,9	45,7	1,7	41,6	40,6	-1,0
Igreja e claustro da Serra do Pilar	IP	47,9	51,4	3,5	44,4	49,2	4,8

Quadro 4.11 – Valores médios obtidos, em cada claustro, para os parâmetros L_{A95int} , L_{A95ext} , L_{Aeqint} e L_{Aeqext}

Claustro	Código	Parâmetros					
		L_{A95int} (dB)	L_{A95ext} (dB)	$L_{A95ext} - L_{A95int}$ (dB)	L_{Aeqint} (dB)	L_{Aeqext} (dB)	$L_{Aeqext} - L_{Aeqint}$ (dB)
Sé do Porto	SP	39,0	46,9	7,9	41,7	48,2	6,6
Mosteiro de Grijó	MG	38,6	47,2	8,6	40,0	48,5	8,5
Mosteiro de Cête	MC	32,3	39,6	7,3	34,7	42,1	7,3
Mosteiro de S. Gonçalo	SG	36,8	48,1	11,2	39,7	50,7	11,0
Most. da Batalha - Cl. D. João I	BJ	47,7	52,2	4,5	51,9	57,4	5,5
Most. da Batalha - Cl. D. Afonso V	BA	38,7	52,2	13,5	44,4	57,4	12,9
Sé Velha de Coimbra	VC	38,1	48,1	10,0	40,1	53,5	13,3
Convento de Cristo - Cl. Cemitério	TC	31,9	34,8	2,9	34,6	37,8	3,2
Convento de Cristo - Cl. Hospedaria	TH	32,6	34,8	2,2	37,4	37,8	0,4
Convento de Cristo - Cl. Principal	TP	35,6	34,8	-0,8	41,5	37,8	-3,7
Convento dos Cardais	CC	37,2	47,5	10,3	40,5	52,7	12,2
Mosteiro dos Jerónimos	MJ	40,5	53,6	13,1	42,6	56,3	13,7
Mosteiro de Arouca	MA	46,4	48,2	1,8	48,2	51,1	2,9
Mosteiro do Lorvão	ML	41,1	47,8	6,7	44,1	49,1	5,0
Mosteiro de Tibães	MT	27,4	39,1	11,7	30,6	41,7	11,1
Mosteiro de Vila Boa do Bispo	MB	30,9	33,3	2,5	36,0	43,6	7,6
Convento do Beato	CB	46,0	53,1	7,1	46,9	53,9	7,1
Convento São Bento da Vitória	BV	23,7	48,1	24,5	27,5	52,1	24,6
Convento de Alpendurada	CA	39,6	38,3	-1,3	42,3	42,8	0,4
Igreja e claustro da Serra do Pilar	IP	42,2	47,2	5,0	45,7	49,7	4,0

4.1.2 - Variabilidade em cada claustro (intra-claustros)

Atendendo a que uma das “medidas” da dispersão dos valores intra-claustros é o desvio padrão, nos quadros 4.12 e 4.13 são representados os valores do desvio padrão para os parâmetros acústicos de cada claustro.

A análise do desvio padrão é de grande interesse, visto permitir analisar a variação de valores dentro do mesmo claustro (homogeneidade espacial do campo sonoro).

Nesta análise não foi incluído o parâmetro “propagação do ruído” porque, por existirem apenas dois valores de decréscimo do ruído, ($dL_1=L_1-L_5$) e ($dL_2=L_2-L_5$), para a fonte sonora colocada no ponto 1 e no ponto 2 respectivamente, foi considerado que os resultados não seriam representativos.

Quadro 4.12 – Valores do desvio padrão para os parâmetros acústicos, RASTI, L_{A10} , L_{A50} , L_{A95} e L_{Aeq} de cada claustro, (+) e (-) assinalam os valores mais e menos elevados em cada parâmetro

Claustro	Código	Desvio Padrão				
		RASTI	Ruído de fundo (dB)			
			L_{A10}	L_{A50}	L_{A95}	L_{Aeq}
Sé do Porto	SP	0,10	1,23	1,26	1,30	1,29
Mosteiro de Grijó	MG	0,12	0,71	0,53	0,50	0,33
Mosteiro de Cête	MC	0,08	0,51	0,81	0,80	0,46
Mosteiro de S. Gonçalo	SG	0,11	0,87	0,95	1,18	0,74
Most. da Batalha - Cl. D. João I	BJ	0,13	1,85	1,56	3,90	1,71
Most. da Batalha - Cl. D. Afonso V	BA	0,12	0,33	1,33	0,19 (-)	0,34
Sé Velha de Coimbra	VC	0,10	1,17	1,22	0,91	1,17
Convento de Cristo - Cl. Cemitério	TC	0,10	0,14 (-)	0,31 (-)	0,37	0,25 (-)
Convento de Cristo - Cl. Hospedaria	TH	0,12	0,45	0,95	1,01	0,77
Convento de Cristo - Cl. Principal	TP	0,10	1,02	1,92	1,34	1,35
Convento dos Cardais	CC	0,09	0,57	0,37	0,95	0,25 (-)
Mosteiro dos Jerónimos	MJ	0,11	0,87	0,37	0,35	0,46
Mosteiro de Arouca	MA	0,12	2,14	2,13	2,17	1,87
Mosteiro do Lorvão	ML	0,10	1,62	0,57	0,45	1,19
Mosteiro de Tibães	MT	0,11	0,33	1,04	1,32	0,64
Mosteiro de Vila Boa do Bispo	MB	0,09	3,70	2,42	0,34	3,21
Convento do Beato	CB	0,15 (+)	2,17	2,20	2,31	2,22
Convento São Bento da Vitória	BV	0,12	0,37	1,37	1,46	0,47
Convento de Alpendurada	CA	0,09	10,01 (+)	10,60 (+)	10,82 (+)	10,21 (+)
Igreja e claustro da Serra do Pilar	IP	0,06 (-)	1,70	1,27	0,80	1,30

Quadro 4.13 – Valores do desvio padrão para os parâmetros acústicos, TR125, TR250, TR500, TR1000, TR2000 e TR4000 de cada claustro, (+) e (-) assinalam os valores mais e menos elevados em cada parâmetro

Claustro	Código	Desvio Padrão					
		Tempo de reverberação (s)					
		TR125	TR250	TR500	TR1000	TR2000	TR4000
Sé do Porto	SP	0,23	0,17	0,09	0,11	0,12	0,25
Mosteiro de Grijó	MG	0,47	0,33	0,26	0,43	0,31	0,32
Mosteiro de Cête	MC	0,14	0,05 (-)	0,04 (-)	0,05 (-)	0,03 (-)	0,05
Mosteiro de S. Gonçalo	SG	0,31	0,10	0,10	0,38	0,10	0,09
Most. da Batalha - Cl. D. João I	BJ	2,38 (+)	2,36 (+)	2,57 (+)	2,04 (+)	1,41 (+)	1,06 (+)
Most. da Batalha - Cl. D. Afonso V	BA	0,38	0,44	0,37	0,43	0,27	0,17
Sé Velha de Coimbra	VC	0,29	0,70	0,33	0,93	0,51	0,18
Convento de Cristo - Cl. Cemitério	TC	0,15	0,09	0,06	0,05 (-)	0,05	0,02 (-)
Convento de Cristo - Cl. Hospedaria	TH	0,16	0,11	0,09	0,09	0,11	0,11
Convento de Cristo - Cl. Principal	TP	0,13	0,18	0,19	0,15	0,13	0,14
Convento dos Cardais	CC	0,26	0,11	0,11	0,05 (-)	0,04	0,07
Mosteiro dos Jerónimos	MJ	0,37	0,36	0,25	0,27	0,18	0,20
Mosteiro de Arouca	MA	0,21	0,08	0,08	0,16	0,12	0,17
Mosteiro do Lorvão	ML	0,18	0,09	0,09	0,08	0,06	0,08
Mosteiro de Tibães	MT	0,20	0,16	0,11	0,13	0,11	0,06
Mosteiro de Vila Boa do Bispo	MB	0,09 (-)	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07
Convento do Beato	CB	0,25	0,17	0,12	0,07	0,09	0,08
Convento São Bento da Vitória	BV	0,17	0,07	0,08	0,06	0,06	0,04
Convento de Alpendurada	CA	0,48	0,18	0,28	0,31	0,31	0,17
Igreja e claustro da Serra do Pilar	IP	0,26	0,20	0,21	0,23	0,13	0,08

Na análise dos quadros 4.12 e 4.13 verifica-se uma grande variabilidade nos valores obtidos em cada claustro, apesar de o número de medições em cada claustro e para cada parâmetro ser sempre o mesmo.

Análise individual de cada parâmetro:

– RASTI

Verifica-se que 40% dos claustros têm valores de desvio padrão entre pontos de medição inferiores ou iguais a 0,10 e só 15% dos claustros têm um valor de desvio padrão superior

a 0,12. Neste parâmetro o valor do desvio padrão mais alto verifica-se no claustro do Convento do Beato e o valor mais baixo verifica-se no claustro da Igreja da Serra do Pilar. A forma circular do claustro da Igreja do Pilar poderá justificar a elevada homogeneidade verificada. A curvatura das paredes terá facilitado a propagação do som.

No caso do claustro do Convento do Beato, a elevada absorção do material que reveste o pavimento (alcatifa), poderá provocar um decréscimo significativo no valor do nível sonoro do som nos pontos mais afastados da fonte sonora. Enquanto que as altas frequências são absorvidas as baixas mantêm, originando uma distorção do som e consequentemente a perda da inteligibilidade.

– **TR 125**

Constata-se que 40% dos claustros têm valores de desvio padrão entre pontos de medição inferiores ou iguais a 0,20 s e só 15% dos claustros têm um valor de desvio padrão superior a 0,40 s. Neste parâmetro o valor do desvio padrão mais alto verifica-se no claustro D. João I do Mosteiro da Batalha e o valor mais baixo verifica-se no claustro do Mosteiro de Vila Boa do Bispo.

– **TR 250**

Verifica-se que 75% dos claustros têm valores de desvio padrão entre pontos de medição inferiores ou iguais a 0,20 s e só 15% dos claustros têm um valor de desvio padrão superior a 0,40 s. De realçar que 35% dos claustros têm valores inferiores ou iguais a 0,10 s. Neste parâmetro o valor do desvio padrão mais alto verifica-se no claustro D. João I do Mosteiro da Batalha e o valor mais baixo verifica-se no claustro do Mosteiro de Cete.

– **TR 500**

Verifica-se que 65% dos claustros têm valores de desvio padrão entre pontos de medição inferiores ou iguais a 0,20 s e só 5% dos claustros têm um valor de desvio padrão superior a 0,40 s. De realçar que 45% dos claustros têm valores inferiores ou iguais a 0,10 s. Neste parâmetro o valor do desvio padrão mais alto verifica-se no claustro D. João I do Mosteiro da Batalha e o valor mais baixo verifica-se no claustro do Mosteiro de Cete.

– **TR 1000**

Constata-se que 60% dos claustros têm valores de desvio padrão entre pontos de medição inferiores ou iguais a 0,20 s e só 20% dos claustros têm um valor de desvio padrão

superior a 0,40 s. De realçar que 40% dos claustros têm valores inferiores ou iguais a 0,10 s. Neste parâmetro o valor do desvio padrão mais alto verifica-se no claustro D. João I do Mosteiro da Batalha e o valor mais baixo verifica-se no claustro do Mosteiro de Cete e no claustro do Cemitério do Convento de Cristo.

– **TR 2000**

Verifica-se que 75% dos claustros têm valores de desvio padrão entre pontos de medição inferiores ou iguais a 0,20 s e só 10% dos claustros têm um valor de desvio padrão superior a 0,40 s. De realçar que 40% dos claustros têm valores inferiores ou iguais a 0,10 s. Neste parâmetro o valor do desvio padrão mais alto verifica-se no claustro D. João I do Mosteiro da Batalha e o valor mais baixo verifica-se no claustro do Mosteiro de Cete.

– **TR 4000**

Verifica-se que 75% dos claustros têm valores de desvio padrão entre pontos de medição inferiores ou iguais a 0,20 s e só 5% dos claustros têm um valor de desvio padrão superior a 0,40 s. De realçar que 40% dos claustros têm valores inferiores ou iguais a 0,10 s. Neste parâmetro o valor do desvio padrão mais alto verifica-se no claustro D. João I do Mosteiro da Batalha e o valor mais baixo verifica-se no claustro do Cemitério do Convento de Cristo.

No claustro D. João I do Mosteiro da Batalha, um dos pontos de medição situava-se junto à entrada para a Sala do Capítulo (Túmulo do Soldado Desconhecido), sala esta de grandes dimensões. Este facto poderá estar na origem do elevado TR medido nesse ponto (por efeito de espaço acoplado) originando assim um elevado desvio padrão que se verifica para todas as frequências.

O claustro do Mosteiro de Cete, o claustro do cemitério do Convento de Cristo, o claustro do Convento dos Cardais e o claustro do Mosteiro de Vila Boa do Bispo, apresentam uma maior homogeneidade relativamente aos restantes. Este facto poderá ser explicado pelas reduzidas dimensões dos referidos claustros e pela constituição da sua envolvente.

– **L_{A10}**

Verifica-se que 35% dos claustros têm valores de desvio padrão entre pontos de medição inferiores ou iguais a 0,60 dB e 50% dos claustros têm um valor de desvio padrão superior

a 1,0 dB. Neste parâmetro o valor do desvio padrão mais alto verifica-se no claustro do Convento de Alpendurada e o valor mais baixo verifica-se no claustro do Cemitério do Convento de Cristo

– **L_{A50}**

Verifica-se que 25% dos claustros têm valores de desvio padrão entre pontos de medição inferiores ou iguais a 0,60 dB e 60% dos claustros têm um valor de desvio padrão superior a 1,0 dB. Neste parâmetro o valor do desvio padrão mais alto verifica-se no claustro do Convento de Alpendurada e o valor mais baixo verifica-se no claustro do Cemitério do Convento de Cristo.

– **L_{A95}**

Constata-se que 30% dos claustros têm valores de desvio padrão entre pontos de medição inferiores ou iguais a 0,60 dB e 50% dos claustros têm um valor de desvio padrão superior a 1,0 dB. Neste parâmetro o valor do desvio padrão mais alto verifica-se no claustro do Convento de Alpendurada e o valor mais baixo verifica-se no claustro D. Afonso V do Mosteiro da Batalha.

– **L_{Aeq}**

Constata-se que 35% dos claustros têm valores de desvio padrão entre pontos de medição inferiores ou iguais a 0,60 dB e 50% dos claustros têm um valor de desvio padrão superior a 1,0 dB. Neste parâmetro o valor do desvio padrão mais alto verifica-se no claustro do Convento de Alpendurada e o valor mais baixo verifica-se no claustro do Cemitério do Convento de Cristo e no claustro do Convento dos Cardais.

No centro do claustro do Convento de Alpendurada existe uma fonte, a qual, aquando das medições não foi possível desligar, além disso as galerias são fechadas com vidro. Assim, ao efectuar-se as medições no centro do claustro, obteve-se um elevado valor do ruído de fundo (devido à água da fonte) relativamente aos pontos de medição localizados nas galerias, facto que terá originado o valor de desvio padrão encontrado.

O claustro D. Afonso V do Mosteiro da Batalha, o claustro do Cemitério do Convento de Cristo e o claustro do Convento dos Cardais, apresentam uma elevada homogeneidade neste parâmetro.

Quanto menor for o desvio padrão para qualquer parâmetro maior é a uniformidade dos valores medidos no interior do claustro. Assim, um claustro, com os valores médios dos parâmetros analisados dentro da gama dos valores ideais, tem bom comportamento acústico se o desvio padrão for baixo.

A representação gráfica dos valores obtidos em cada claustro permite fazer uma análise simples da variação espacial dos parâmetros acústicos dentro de cada claustro. As figuras 4.1 a 4.16 representam essa distribuição, assinalando o valor médio em cada claustro e o domínio de variação mín.-máx., e ainda a média global dos valores obtidos nos vinte claustros.

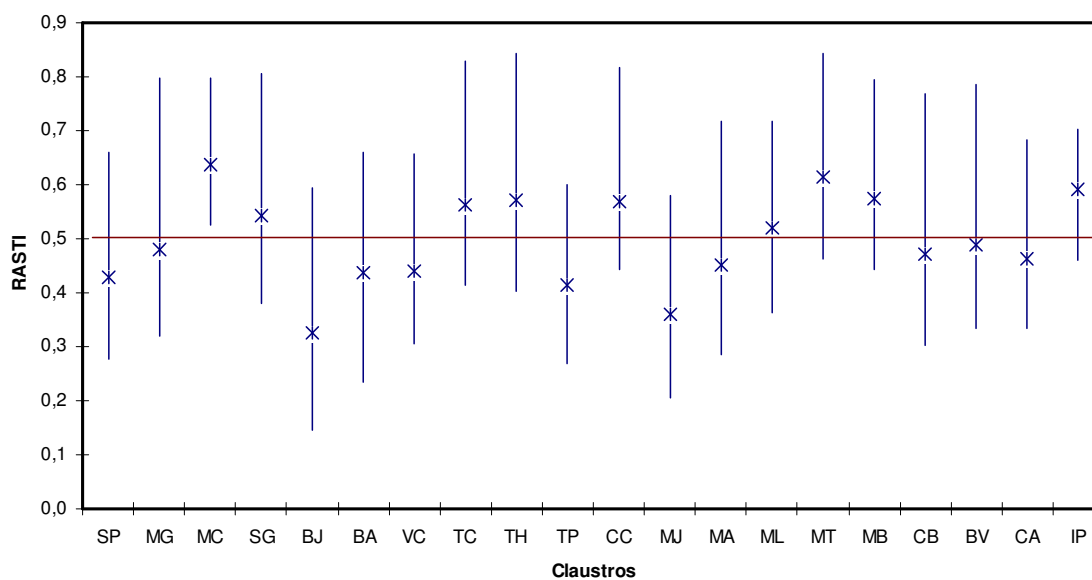


Fig. 4.1 - Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro RASTI de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do RASTI de todos os 20 claustros

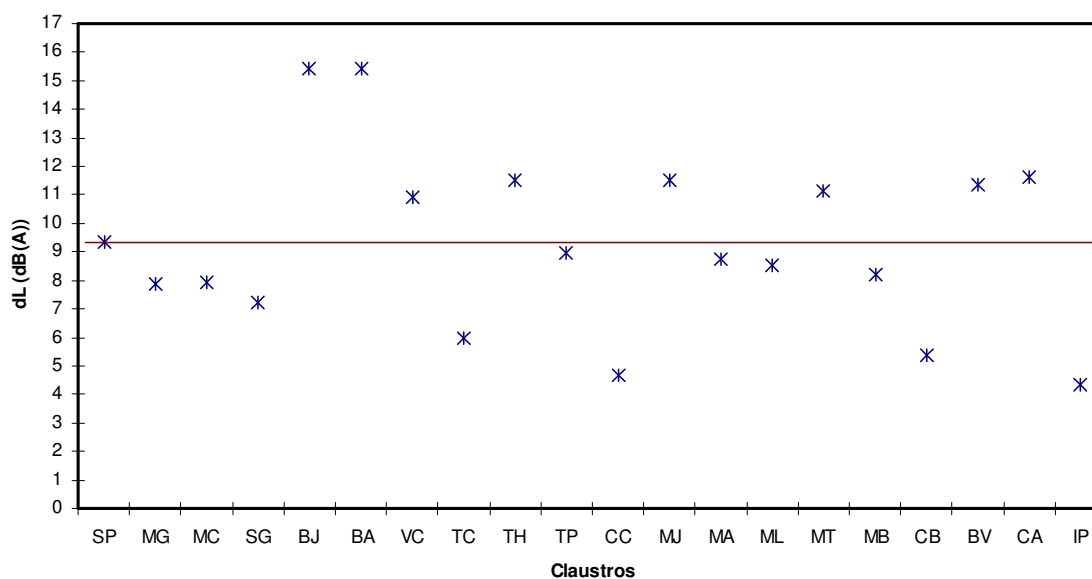


Fig. 4.2 - Valor médio do parâmetro “propagação do ruído” de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global da “propagação do ruído” de todos os 20 claustros

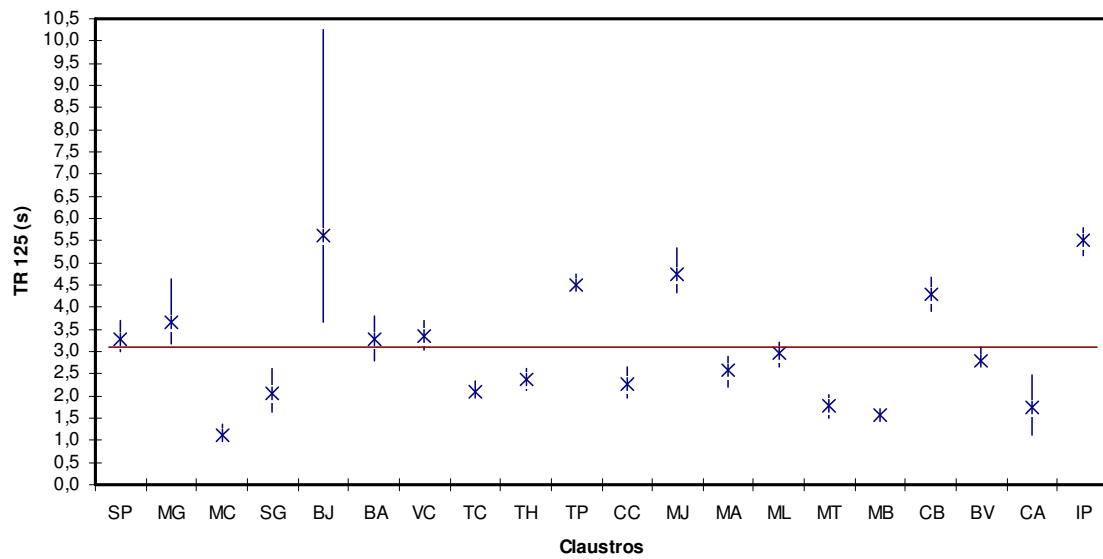


Fig. 4.3 - Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro TR125 de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do TR125 de todos os 20 claustros

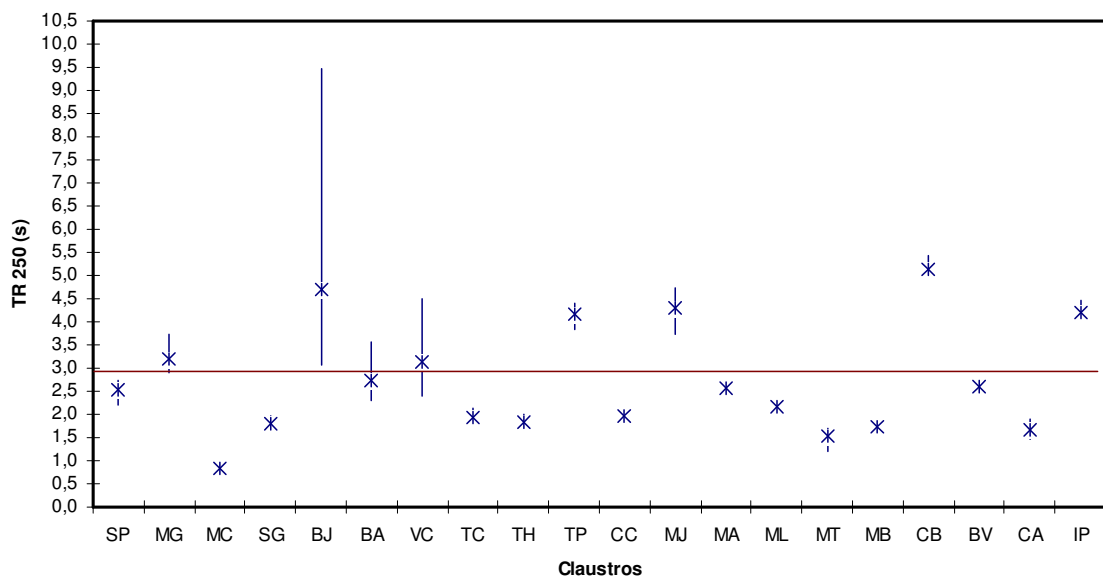


Fig. 4.4 - Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro TR250 de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do TR250 de todos os 20 claustros

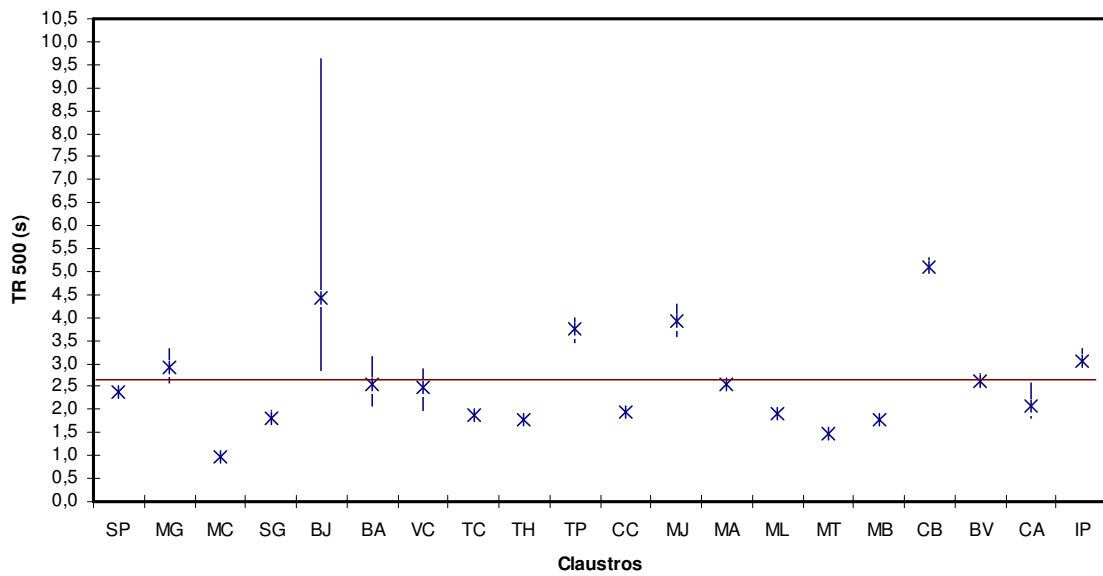


Fig. 4.5 - Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro TR500 de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do TR500 de todos os 20 claustros

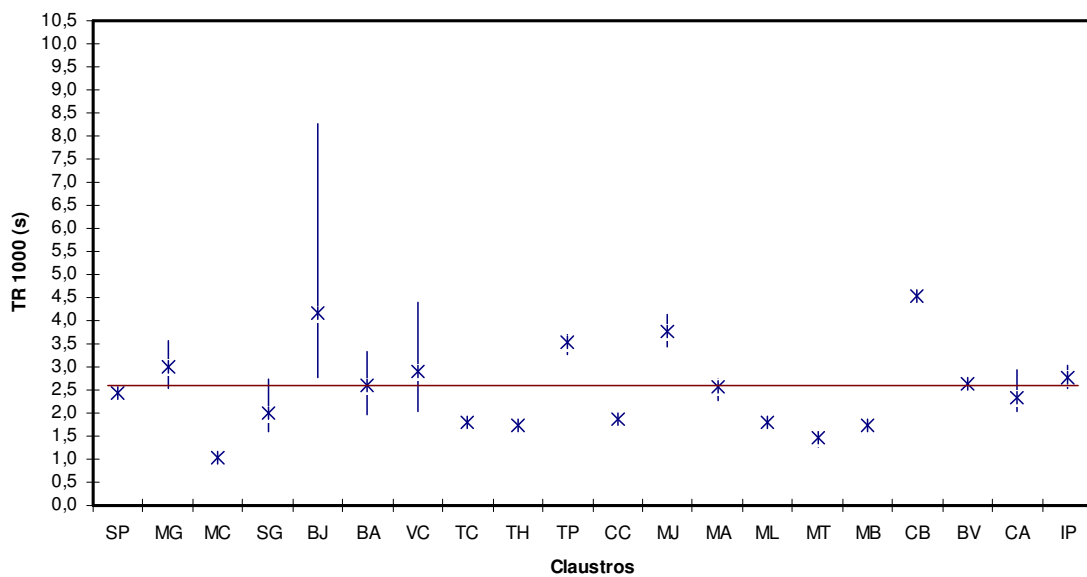


Fig. 4.6 - Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro TR1000 de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do TR1000 de todos os 20 claustros

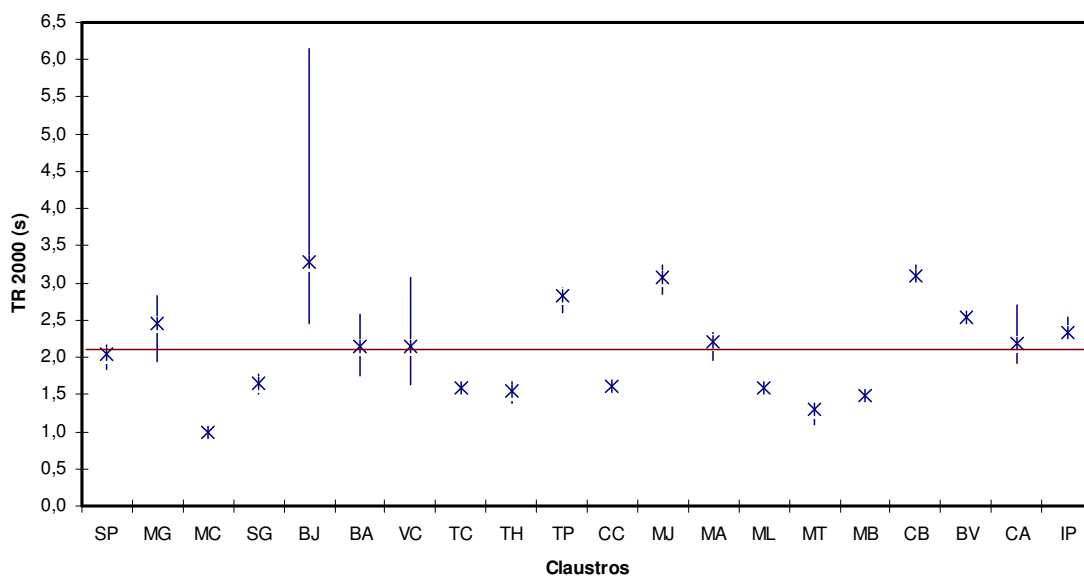


Fig. 4.7 - Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro TR2000 de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do TR2000 de todos os 20 claustros

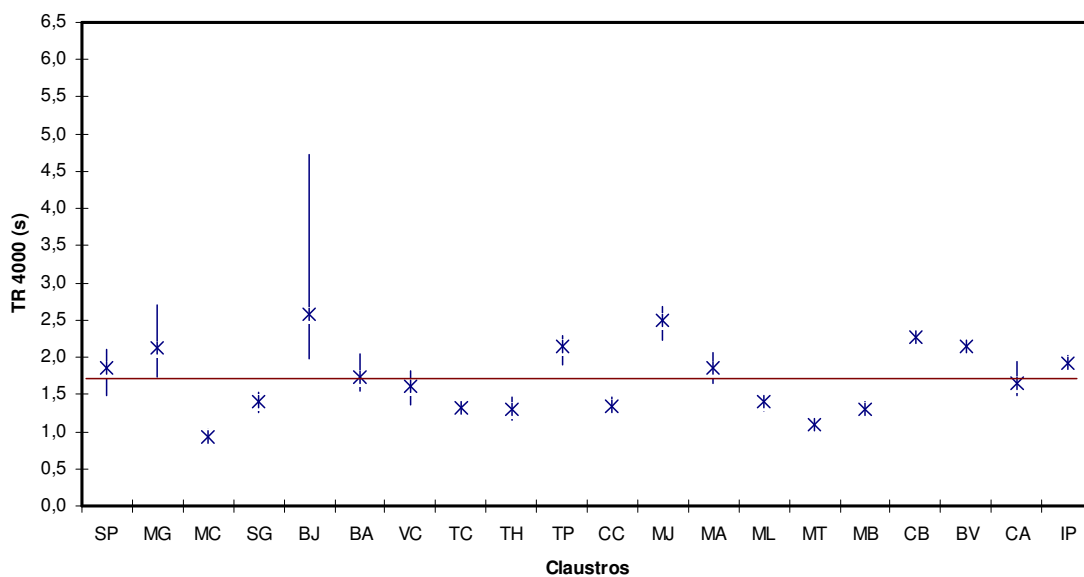


Fig. 4.8 - Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro TR4000 de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do TR4000 de todos os 20 claustros

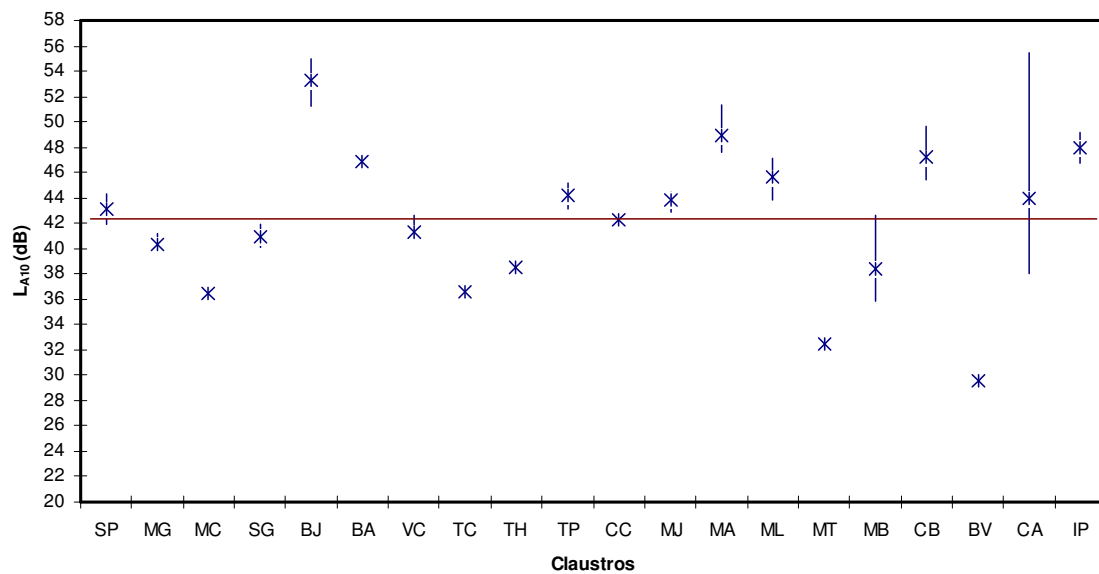


Fig. 4.9 - Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro L_{A10} de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do L_{A10} de todos os 20 claustros

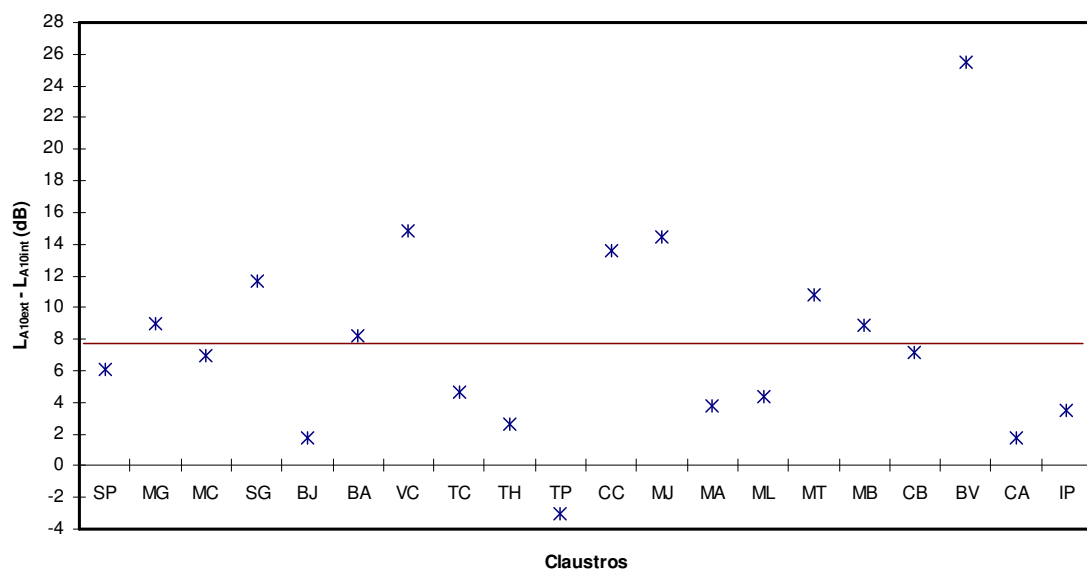


Fig. 4.10 - Valor médio do parâmetro $L_{A10ext} - L_{A10int}$ de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do $L_{A10ext} - L_{A10int}$ de todos os 20 claustros

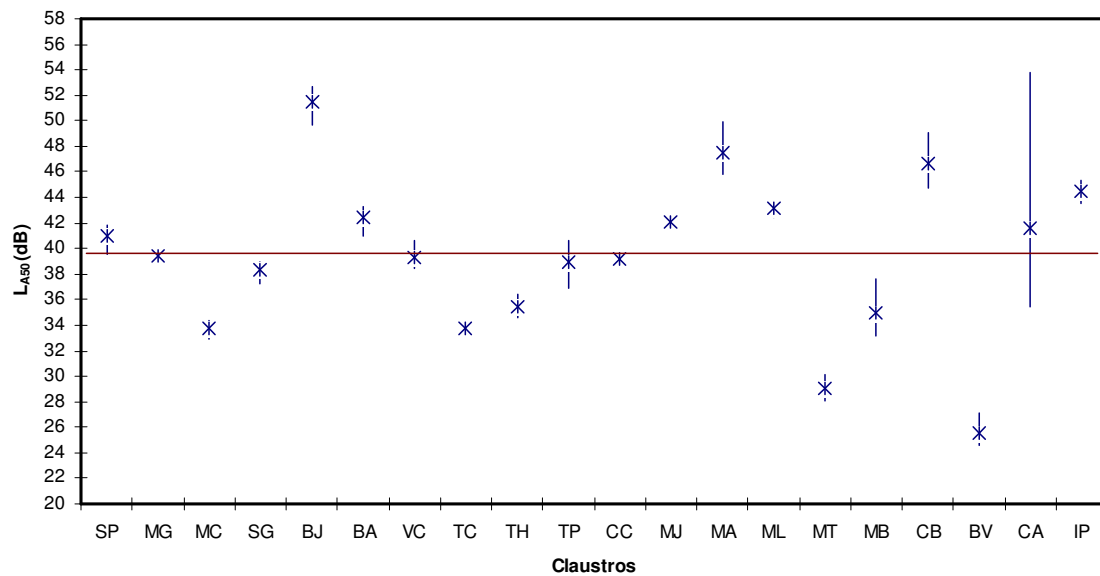


Fig. 4.11 - Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro L_{A50} de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do L_{A50} de todos os 20 claustros

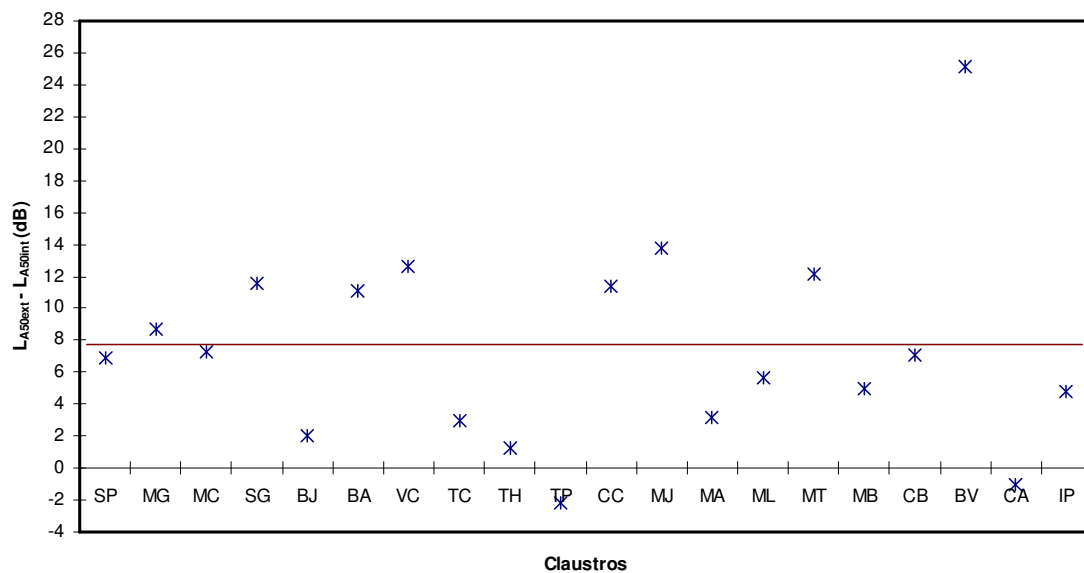


Fig. 4.12 - Valor médio do parâmetro $L_{A50ext} - L_{A50int}$ de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do $L_{A50ext} - L_{A50int}$ de todos os 20 claustros

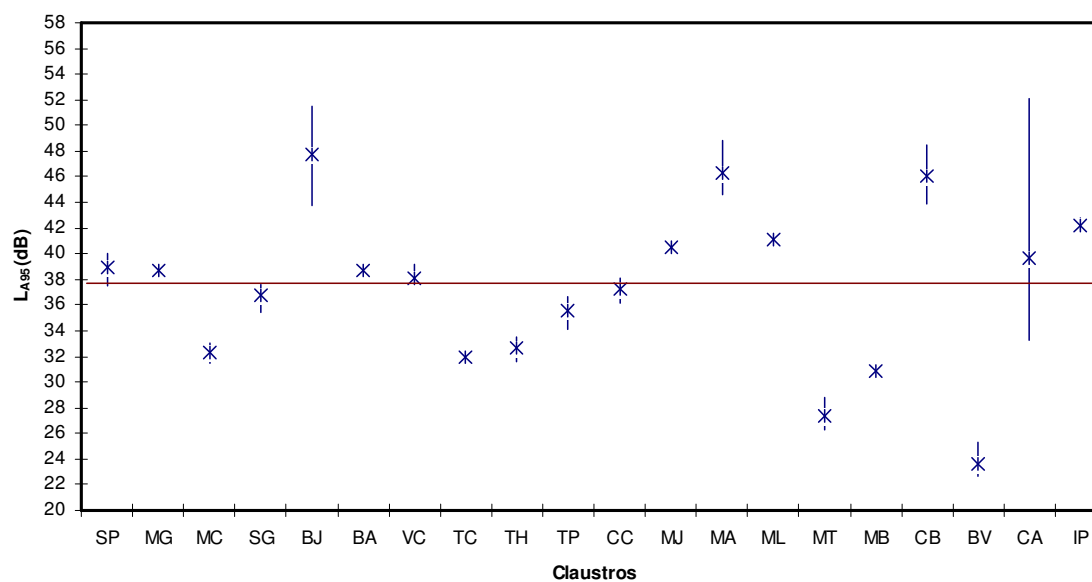


Fig. 4.13 - Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro L_{A95} de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do L_{A95} de todos os 20 claustros

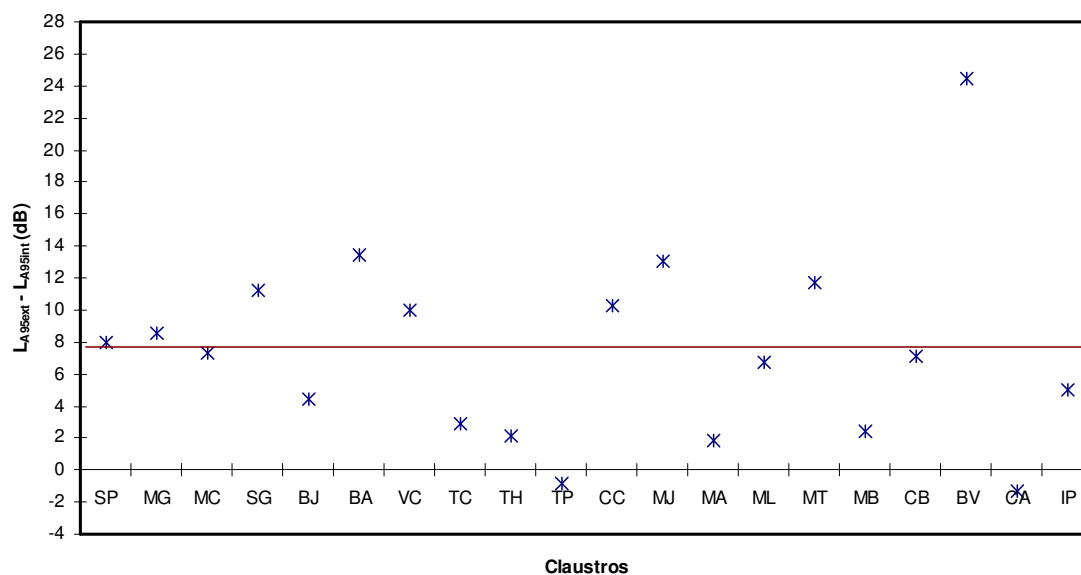


Fig. 4.14 - Valor médio do parâmetro $L_{A95ext} - L_{A95int}$ de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do $L_{A95ext} - L_{A95int}$ de todos os 20 claustros

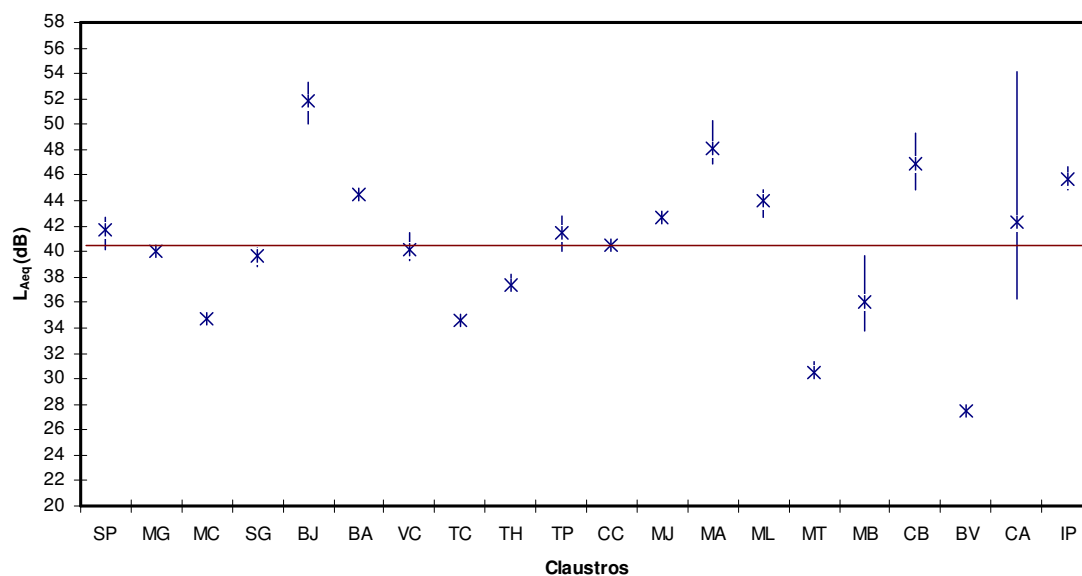


Fig. 4.15 - Variabilidade numérica (com valores máximo, mínimo e médio) do parâmetro L_{Aeq} de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do L_{Aeq} de todos os 20 claustros

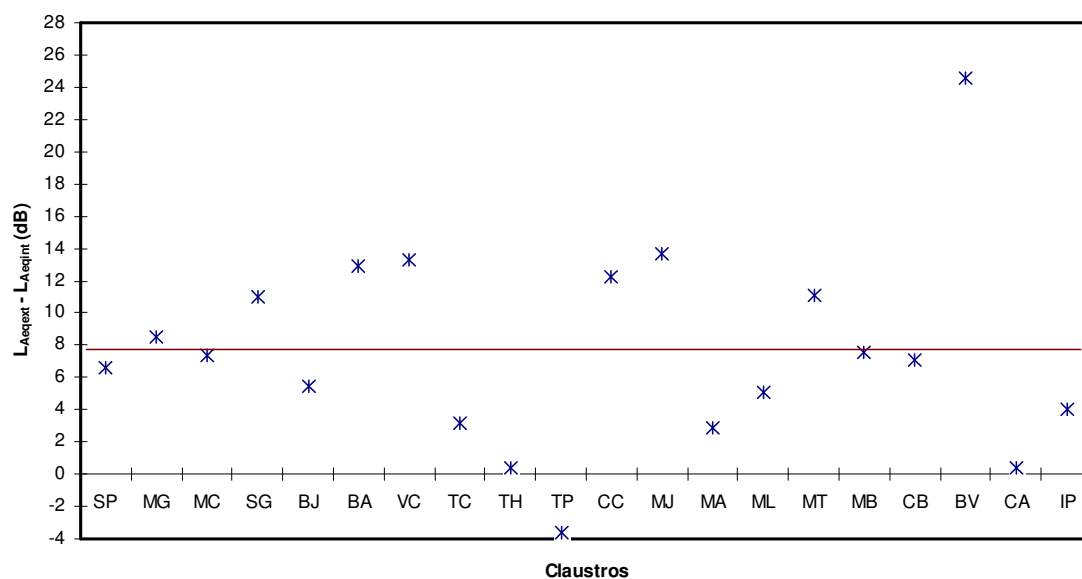


Fig. 4.16 - Valor médio do parâmetro $L_{Aeqext} - L_{Aeqint}$ de cada claustro e linha horizontal com a representação do valor médio global do $L_{Aeqext} - L_{Aeqint}$ de todos os 20 claustros

4.2 - Análise inter-claustros

A análise inter-claustros permite caracterizar os valores médios medidos em cada claustro e caracterizar a sua variabilidade em relação ao posicionamento de uma amostra total e no grupo a que pertence.

4.2.1 - Análise estatística global

Nas medições efectuadas em cada claustro foram registados os resultados dos parâmetros acústicos em estudo.

Nos quadros 4.14 a 4.18, apresentam-se os resultados que descrevem os valores estatísticos básicos referentes a todos os 20 valores médios obtidos.

Quadro 4.14 – Dados estatísticos básicos do parâmetro RASTI
referente aos 20 valores médios (amostra total)

	RASTI
Valor mínimo	0,33
Valor médio	0,50
Mediana	0,48
Valor máximo	0,64
Erro padrão	0,08

Quadro 4.15 – Dados estatísticos básicos do parâmetro
“propagação do ruído” referente aos 20 valores médios
(amostra total)

	dL (=L1-L5) (dB(A))
Valor mínimo	4,4
Valor médio	9,3
Mediana	8,9
Valor máximo	15,5
Erro padrão	3,1

Quadro 4.16 – Dados estatísticos básicos do parâmetro TR referente aos 20 valores médios (amostra total)

	TR 125 (s)	TR 250 (s)	TR 500 (s)	TR 1000 (s)	TR 2000 (s)	TR 4000 (s)
Valor mínimo	1,13	0,83	0,98	1,03	0,99	0,93
Valor médio	2,96	2,65	2,51	2,47	2,05	1,68
Mediana	2,87	2,47	2,23	2,38	2,09	1,63
Valor máximo	5,63	5,13	5,09	4,53	3,28	2,57
Erro padrão	1,17	1,15	1,05	0,94	0,66	0,48

Quadro 4.17 – Dados estatísticos básicos dos parâmetros L_{A10} , $(L_{A10ext}-L_{A10int})$, L_{A50} e $(L_{A50ext}-L_{A50int})$ referentes aos 20 valores médios (amostra total)

	L_{A10} (dB)	$L_{A10ext} - L_{A10int}$ (dB)	L_{A50} (dB)	$L_{A50ext} - L_{A50int}$ (dB)
Valor mínimo	29,6	-3,0	25,5	-2,2
Valor médio	42,1	7,8	39,4	7,5
Mediana	42,7	7,1	39,4	7,0
Valor máximo	53,2	25,5	51,5	25,2
Erro padrão	5,7	6,3	6,2	6,2

Quadro 4.18 – Dados estatísticos básicos dos parâmetros L_{A95} , $(L_{A95ext}-L_{A95int})$, L_{Aeq} e $(L_{Aeqext}-L_{Aeqint})$ referentes aos 20 valores médios (amostra total)

	L_{A95} (dB)	$L_{A95ext} - L_{A95int}$ (dB)	L_{Aeq} (dB)	$L_{Aeqext} - L_{Aeqint}$ (dB)
Valor mínimo	23,7	-1,3	27,5	-3,7
Valor médio	37,3	7,4	40,5	7,7
Mediana	38,4	7,2	41,0	7,2
Valor máximo	47,7	24,5	51,9	24,6
Erro padrão	6,2	6,0	5,9	6,2

Os quadros 4.19 a 4.23 referem-se à análise dos dados registados no grupo dos 17 claustros “abertos” (claustros do tipo normal), isto é, sem os dados registados nos claustros do Convento do Beato, do Convento São Bento da Vitória e do Convento de Alpendurada, que têm adaptações modernas que encerram as galerias ou o pátio (claustros “fechados”).

Quadro 4.19 – Dados estatísticos básicos do parâmetro RASTI referente aos 17 valores médios (claustros “abertos”)

	RASTI
Valor mínimo	0,33
Valor médio	0,50
Mediana	0,52
Valor máximo	0,64
Erro padrão	0,09

Quadro 4.20 – Dados estatísticos básicos do parâmetro “propagação do ruído” referente aos 17 valores médios (claustros “abertos”)

	dL (L1-L5) (dB(A))
Valor mínimo	4,4
Valor médio	9,3
Mediana	8,8
Valor máximo	15,5
Erro padrão	3,1

Quadro 4.21 – Dados estatísticos básicos do parâmetro TR referente aos 17 valores médios (claustros “abertos”)

	TR 125 (s)	TR 250 (s)	TR 500 (s)	TR 1000 (s)	TR 2000 (s)	TR 4000 (s)
Valor mínimo	1,13	0,83	0,98	1,03	0,99	0,93
Valor médio	2,97	2,56	2,37	2,35	1,96	1,63
Mediana	2,95	2,39	1,94	1,99	1,65	1,41
Valor máximo	5,63	4,71	4,42	4,15	3,28	2,57
Erro padrão	1,19	1,06	0,93	0,88	0,65	0,49

Quadro 4.22 – Dados estatísticos básicos dos parâmetros L_{A10} , $(L_{A10ext}-L_{A10int})$, L_{A50} e $(L_{A50ext}-L_{A50int})$ referentes aos 17 valores médios (claustros “abertos”)

	L_{A10} (dB)	$L_{A10ext} - L_{A10int}$ (dB)	L_{A50} (dB)	$L_{A50ext} - L_{A50int}$ (dB)
Valor mínimo	32,5	-3,0	29,0	-2,2
Valor médio	42,4	6,8	39,7	6,5
Mediana	42,2	6,1	39,3	6,9
Valor máximo	53,2	14,8	51,5	13,8
Erro padrão	5,2	5,2	5,5	4,9

Quadro 4.23 – Dados estatísticos básicos dos parâmetros L_{A95} , $(L_{A95ext}-L_{A95int})$, L_{Aeq} e $(L_{Aeqext}-L_{Aeqint})$ referentes aos 17 valores médios (claustros “abertos”)

	L_{A95} (dB)	$L_{A95ext} - L_{A95int}$ (dB)	L_{Aeq} (dB)	$L_{Aeqext} - L_{Aeqint}$ (dB)
Valor mínimo	27,4	-0,8	30,6	-3,7
Valor médio	37,5	6,5	40,8	6,9
Mediana	38,1	7,3	40,5	7,3
Valor máximo	47,7	13,1	51,9	13,7
Erro padrão	5,4	4,3	5,3	4,9

De uma forma mais elucidativa, mostra-se a variabilidade inter-claustros dos valores médios dos parâmetros acústicos, nas figuras 4.17 a 4.32.

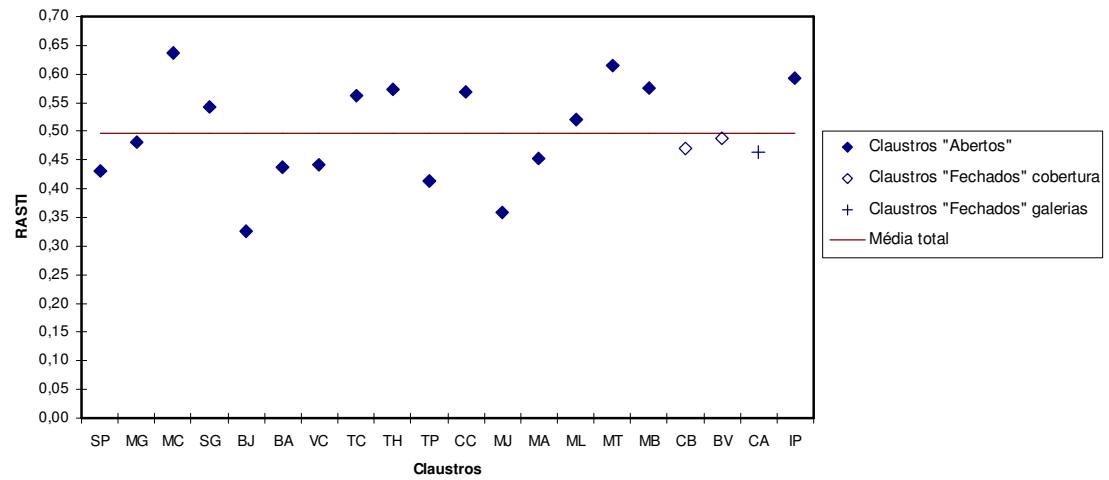


Fig. 4.17 - Valores médios obtidos do parâmetro RASTI para cada claustro face à média total dos 20 claustros

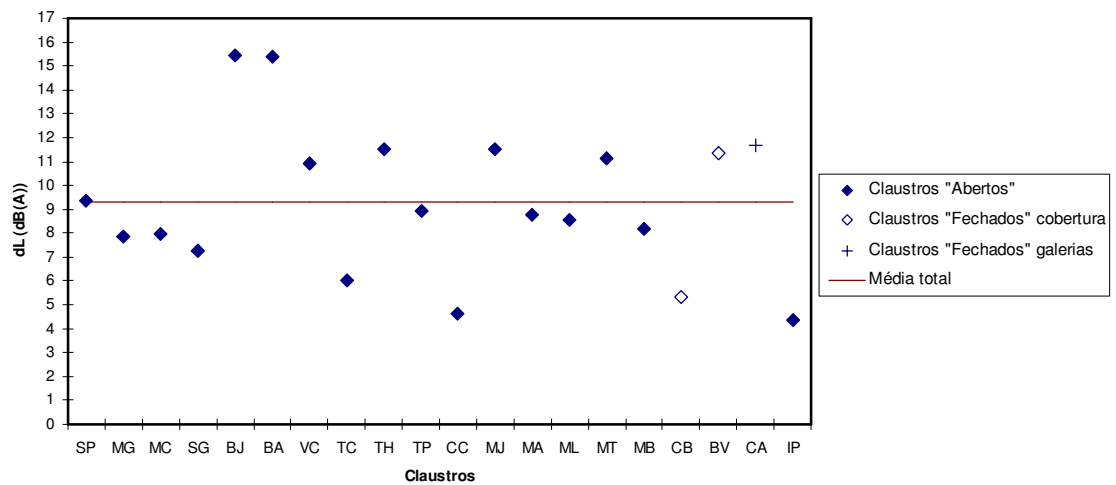


Fig. 4.18 - Valores médios obtidos do parâmetro "propagação do ruído" para cada claustro face à média total dos 20 claustros

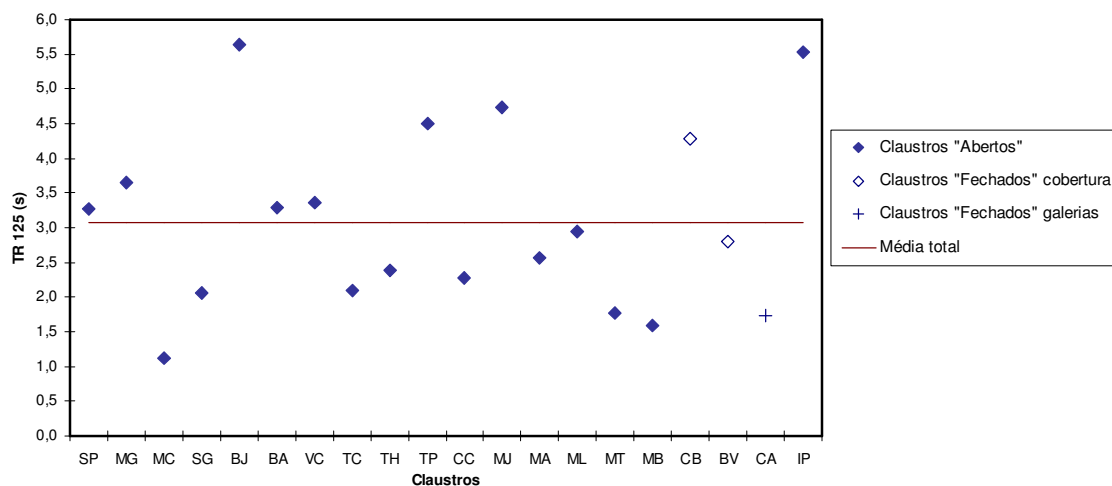


Fig. 4.19 - Valores médios obtidos do parâmetro TR 125 Hz para cada claustro face à média total dos 20 claustros

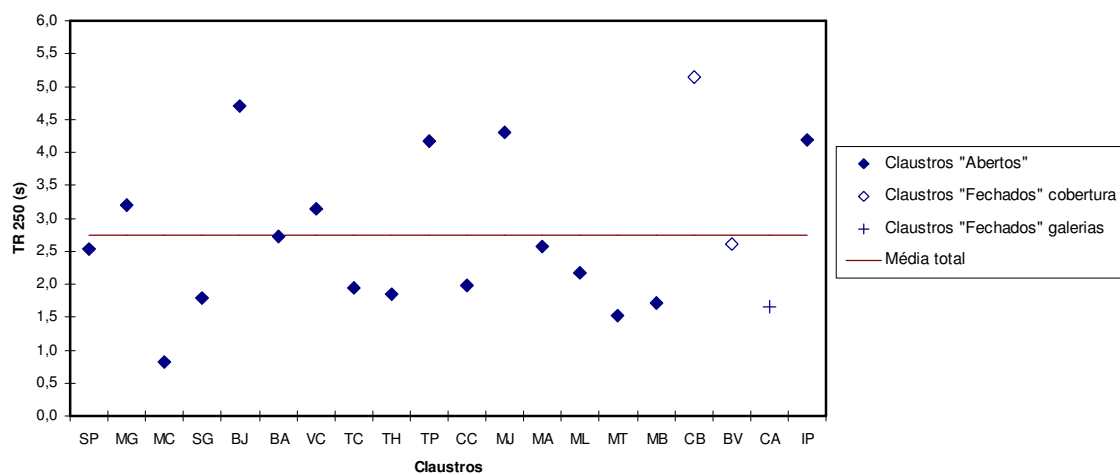


Fig. 4.20 - Valores médios obtidos do parâmetro TR 250 Hz para cada claustro face à média total dos 20 claustros

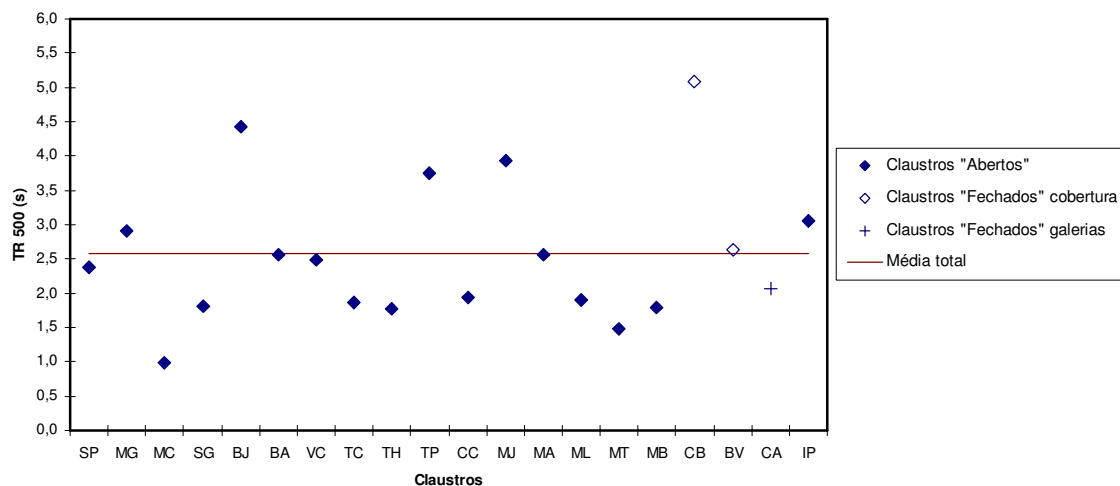


Fig. 4.21 - Valores médios obtidos do parâmetro TR 500 Hz para cada claustro face à média total dos 20 claustros

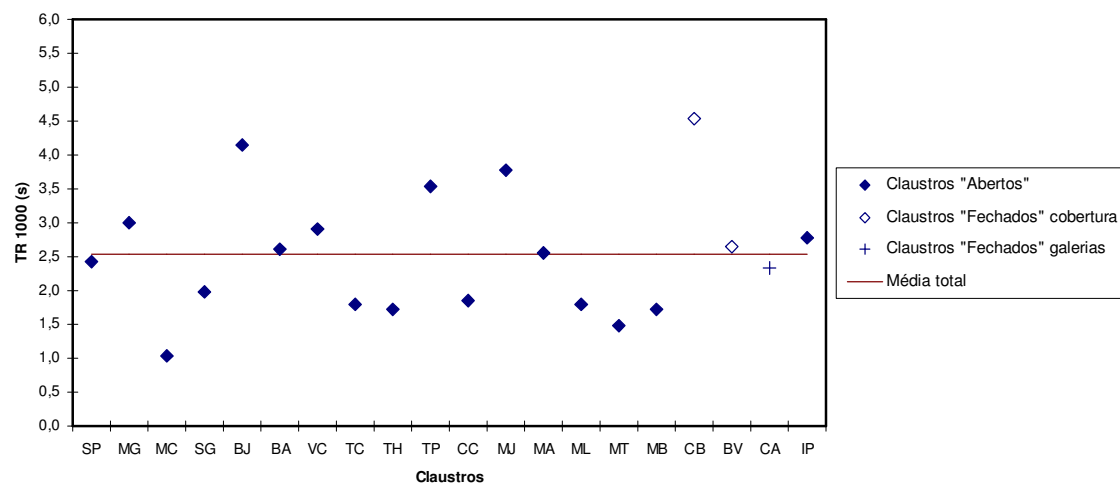


Fig. 4.22 - Valores médios obtidos do parâmetro TR 1000 Hz para cada claustro face à média total dos 20 claustros

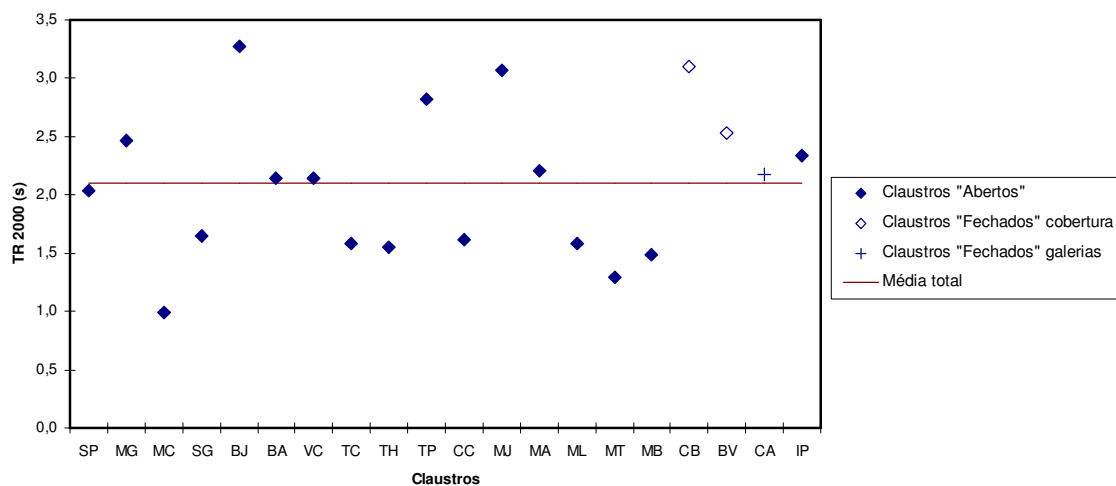


Fig. 4.23 - Valores médios obtidos do parâmetro TR 2000 Hz para cada claustro face à média total dos 20 claustros

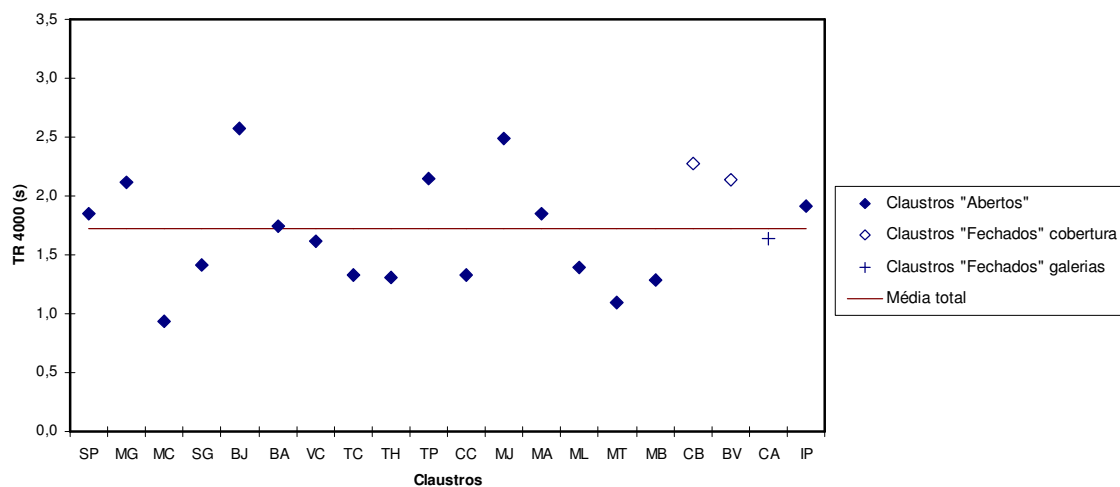


Fig. 4.24 - Valores médios obtidos do parâmetro TR 4000 Hz para cada claustro face à média total dos 20 claustros

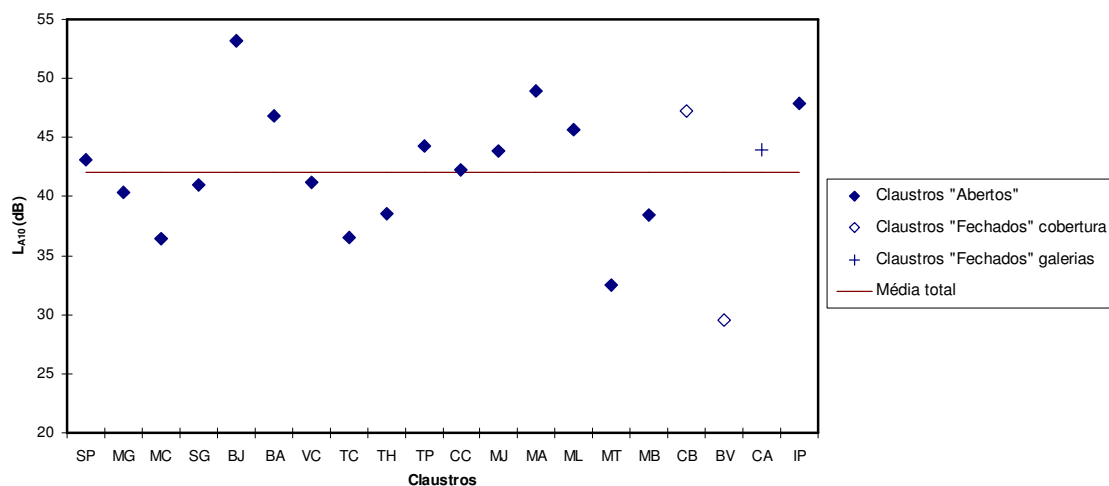


Fig. 4.25 - Valores médios obtidos do parâmetro L_{A10} para cada claustro face à média total dos 20 claustros

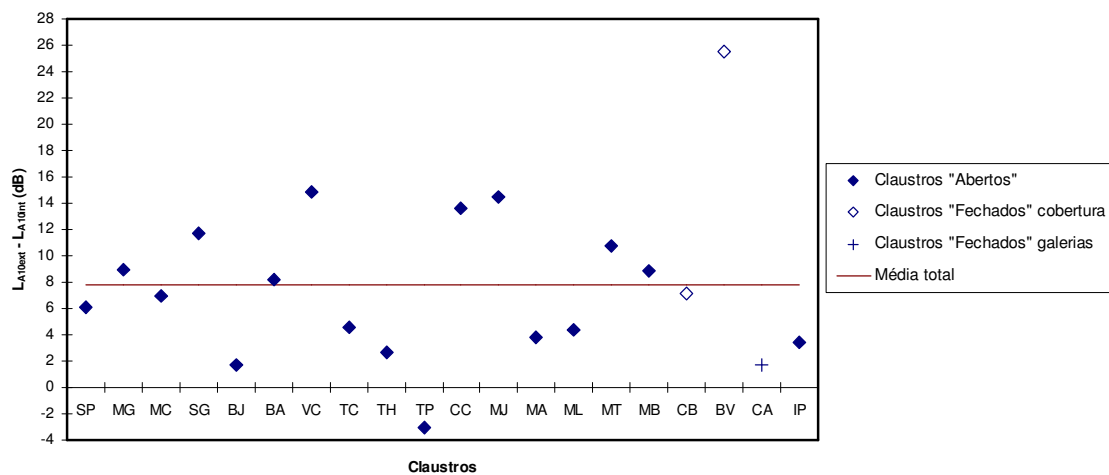


Fig. 4.26 - Valores médios obtidos do parâmetro $L_{A10ext} - L_{A10int}$ para cada claustro face à média total dos 20 claustros

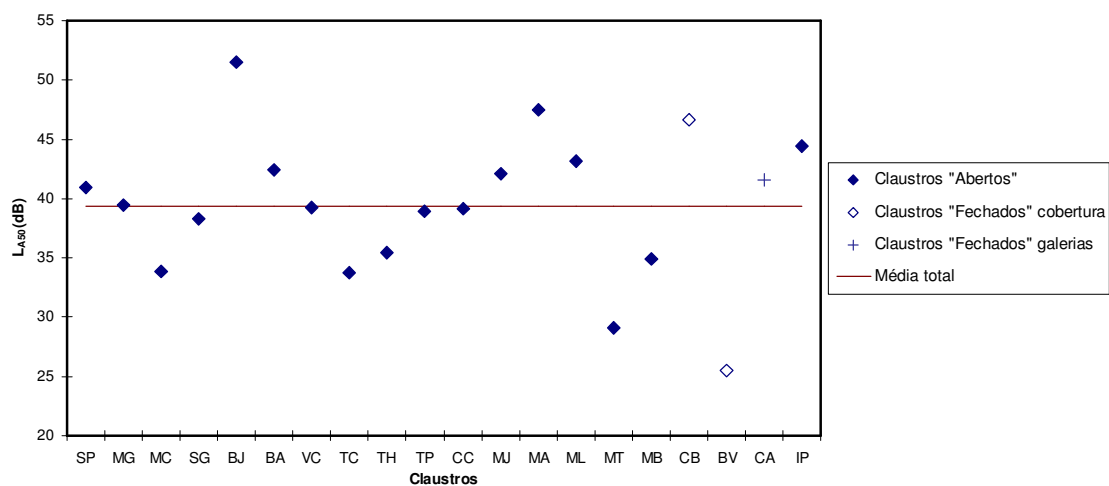


Fig. 4.27 - Valores médios obtidos do parâmetro L_{A50} para cada claustro face à média total dos 20 claustros

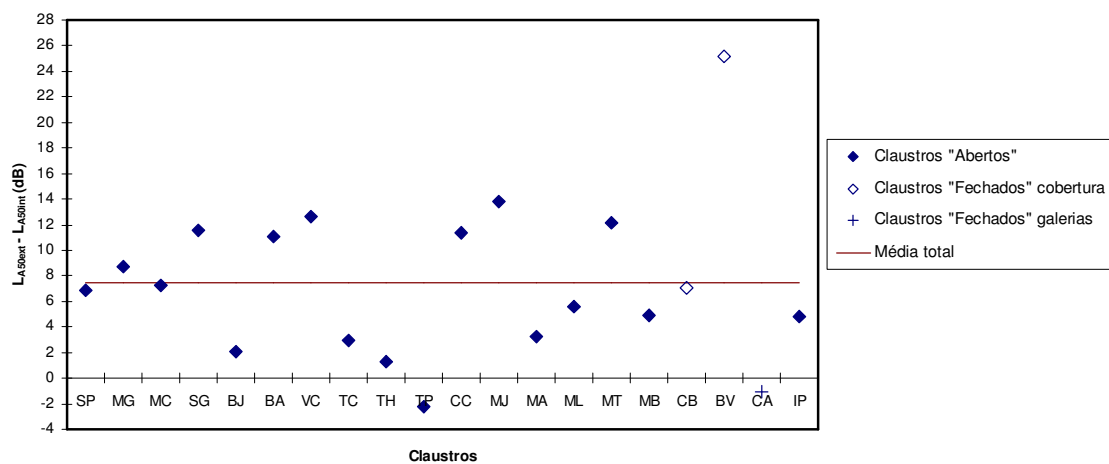


Fig. 4.28 - Valores médios obtidos do parâmetro $L_{A50ext} - L_{A50int}$ para cada claustro face à média total dos 20 claustros

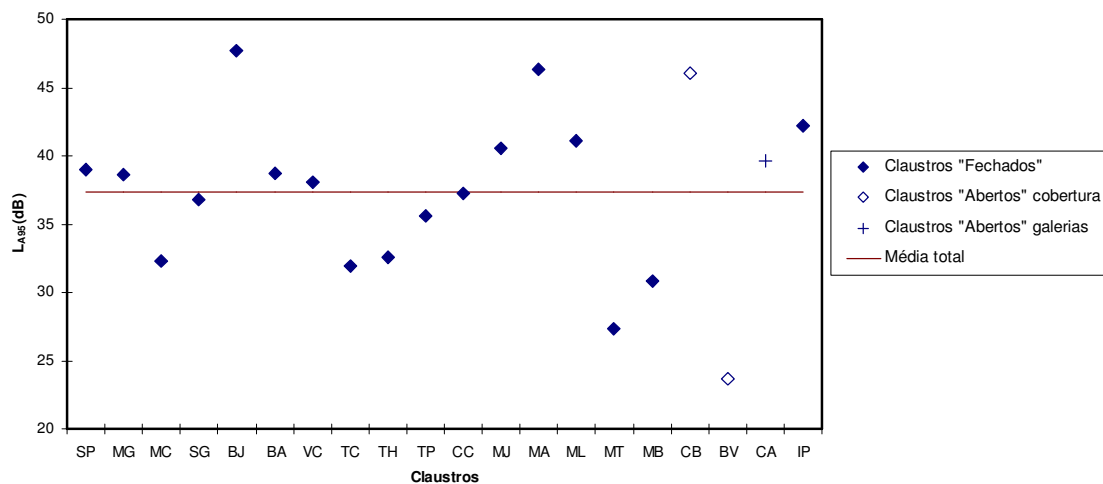


Fig. 4.29 - Valores médios obtidos do parâmetro L_{A95} para cada claustro face à média total dos 20 claustros

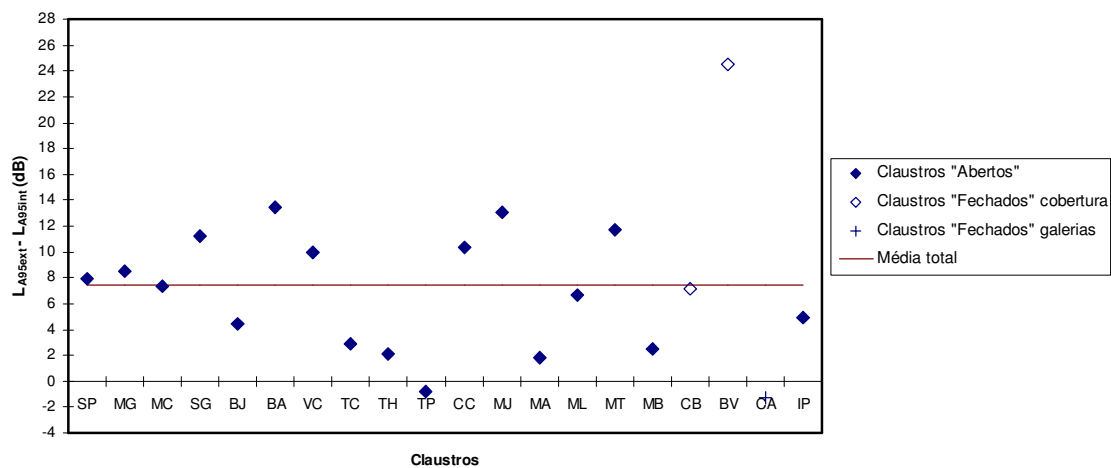


Fig. 4.30 - Valores médios obtidos do parâmetro $L_{A95ext} - L_{A95int}$ para cada claustro face à média total dos 20 claustros

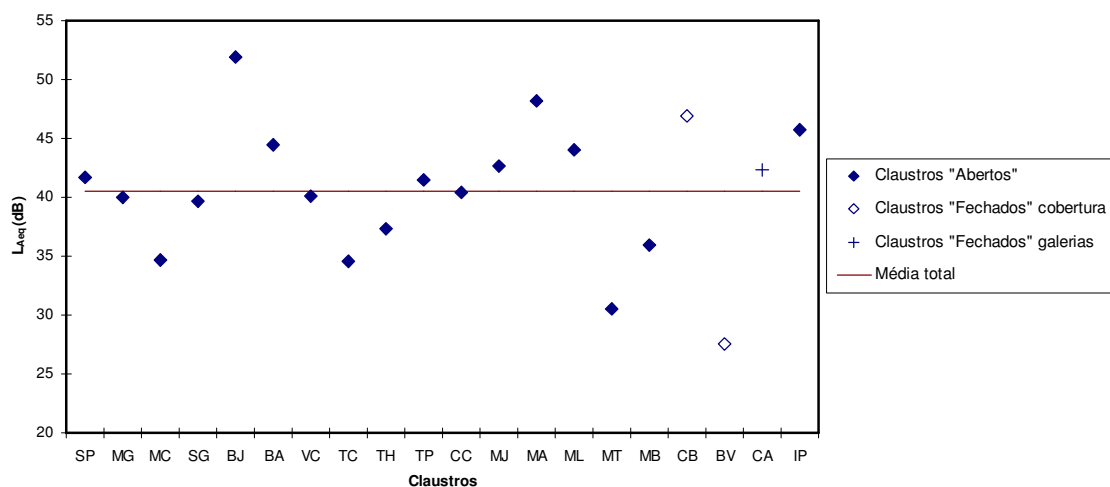


Fig. 4.31 - Valores médios obtidos do parâmetro L_{Aeq} para cada claustro face à média total dos 20 claustros

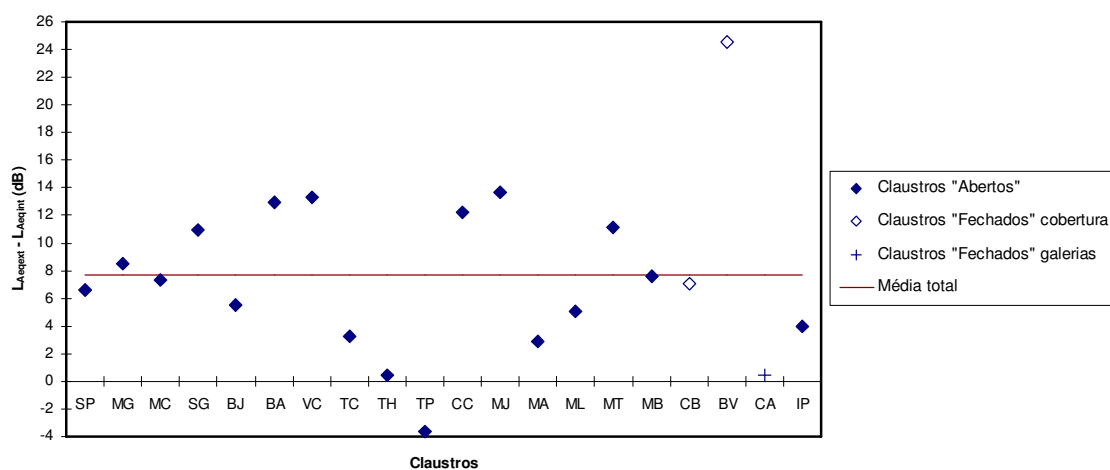


Fig. 4.32 - Valores médios obtidos do parâmetro $L_{Aeqext} - L_{Aeqint}$ para cada claustro face à média total dos 20 claustros

Da análise inter-claustros efectuada, pode-se inferir que a inteligibilidade da palavra é razoavelmente conseguida, a maioria dos claustros tem valores de RASTI entre 0,45 e 0,55.

A média do tempo de reverberação para as várias frequências estudadas, situa-se entre os 2 e os 3 segundos. Assim, pode-se concluir que os claustros são acusticamente favoráveis a cânticos sem no entanto prejudicar significativamente a inteligibilidade da palavra.

Quando analisado o ruído de fundo pode-se observar que, em geral, se consegue um isolamento face ao exterior entre 7 e 9 dB(A), o que significa que a característica de “recolhimento” e “clausura” destes espaços é bem conseguida em especial, atendendo a que os níveis sonoros existentes no exterior (nesses tempos) não era significativo.

Em forma de conclusão, as figuras 4.33 a 4.48 representam os quatro grupos de claustros: claustros “Abertos”, claustros “Fechados” na cobertura, claustros “Fechados” nas galerias e a amostra total dos 20 claustros. Nessas figuras é representada a variabilidade numérica obtida, nos valores médios, em cada grupo, através do valor médio das médias ± 1 erro padrão.

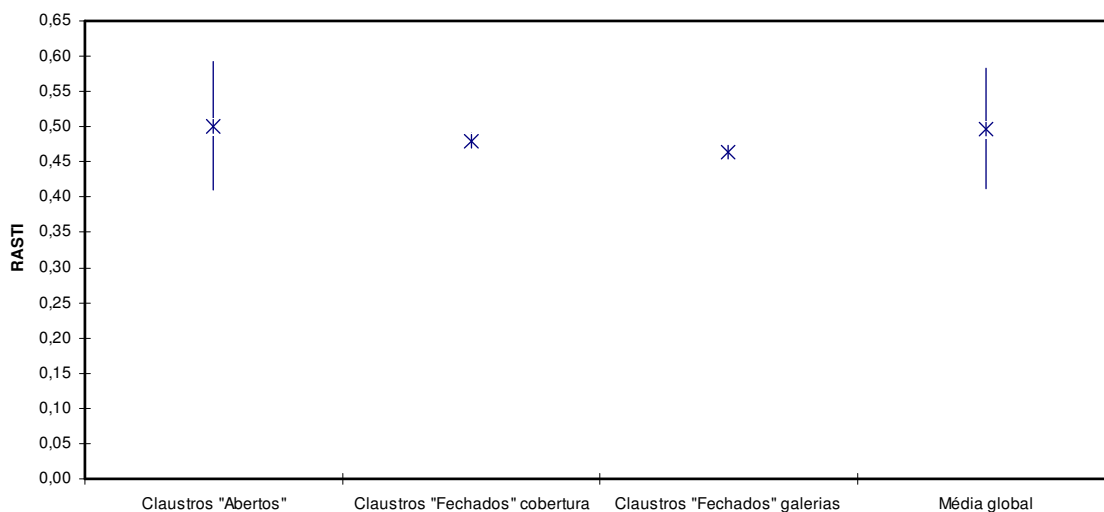


Fig. 4.33 - Valores médios do parâmetro RASTI, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros "Abertos", Claustros "Fechados" cobertura, Claustros "Fechados" galerias e todos os 20 claustros)

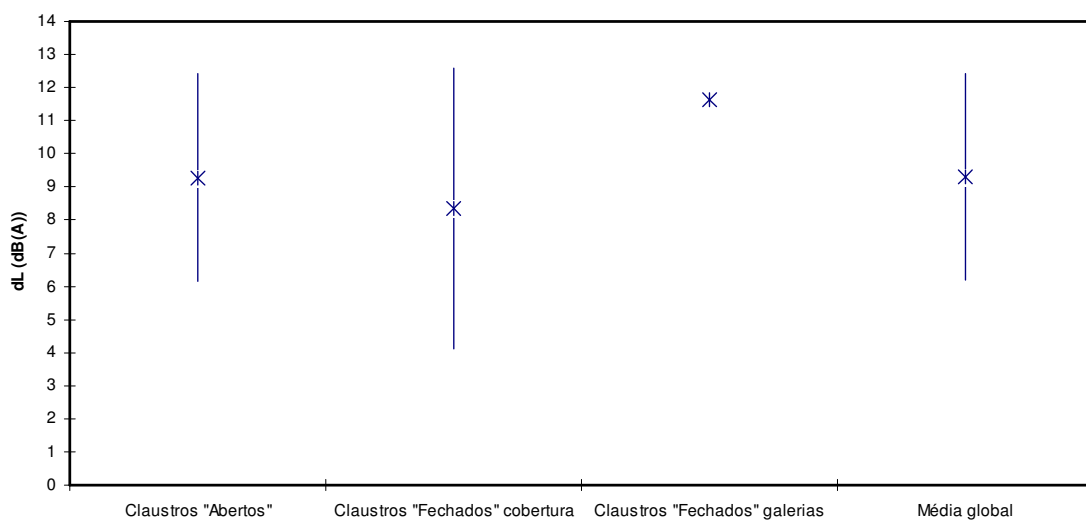


Fig. 4.34 - Valores médios do parâmetro "propagação do ruído", ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros "Abertos", Claustros "Fechados" cobertura, Claustros "Fechados" galerias e todos os 20 claustros)

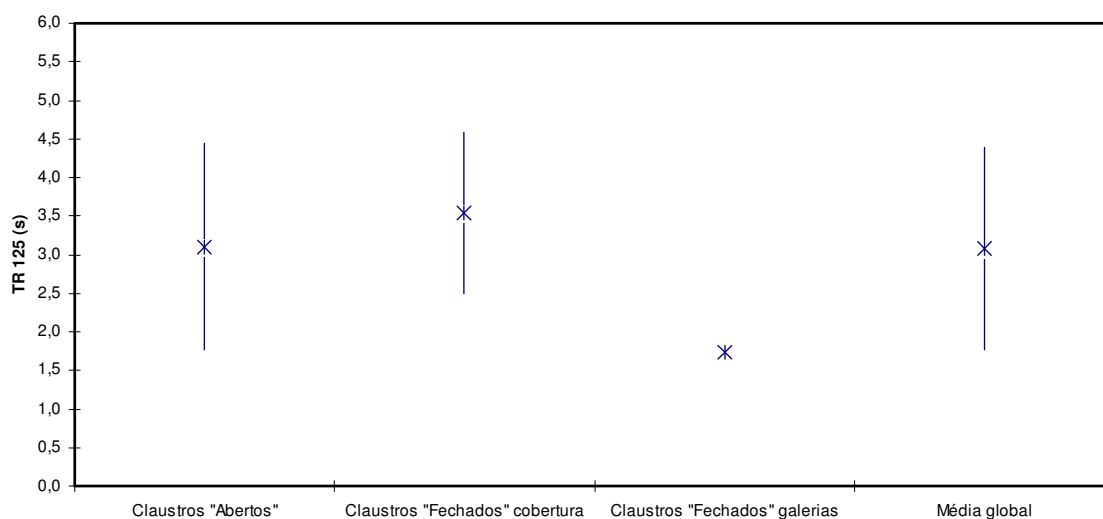


Fig. 4.35 - Valores médios do parâmetro TR 125 Hz, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros "Abertos", Claustros "Fechados" cobertura, Claustros "Fechados" galerias e todos os 20 claustros)

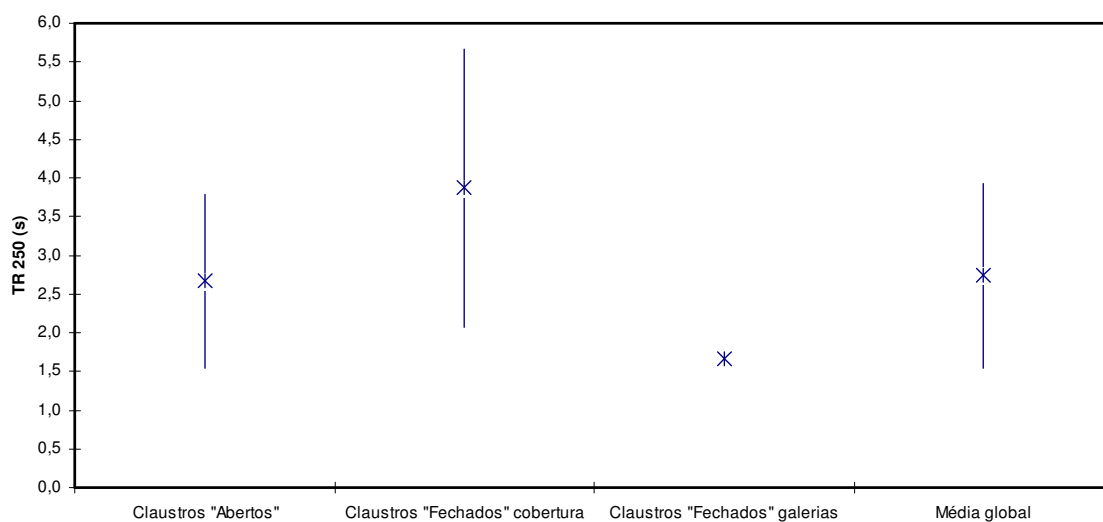


Fig. 4.36 - Valores médios do parâmetro TR 250 Hz, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros "Abertos", Claustros "Fechados" cobertura, Claustros "Fechados" galerias e todos os 20 claustros)

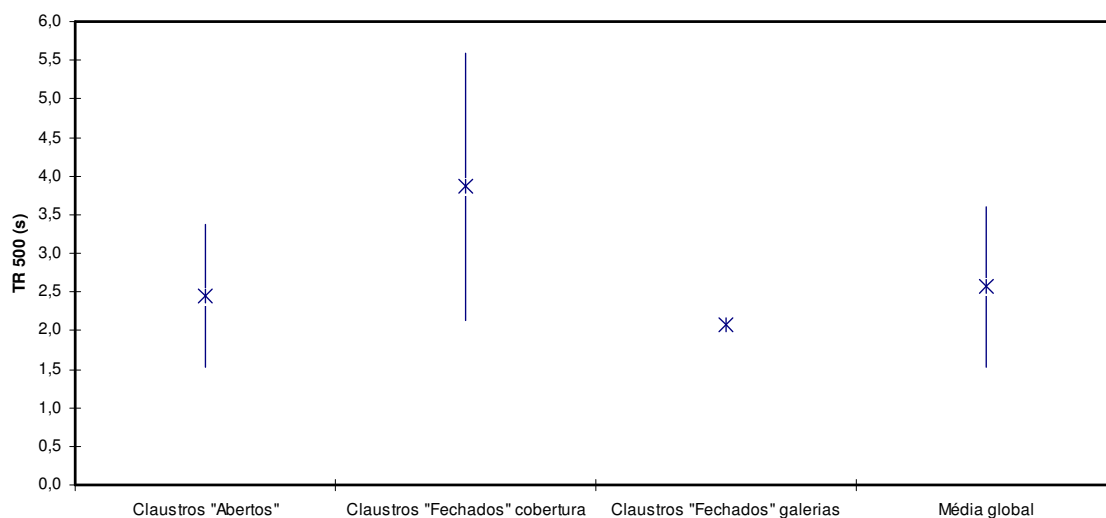


Fig. 4.37 - Valores médios do parâmetro TR 500 Hz, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros "Abertos", Claustros "Fechados" cobertura, Claustros "Fechados" galerias e todos os 20 claustros)

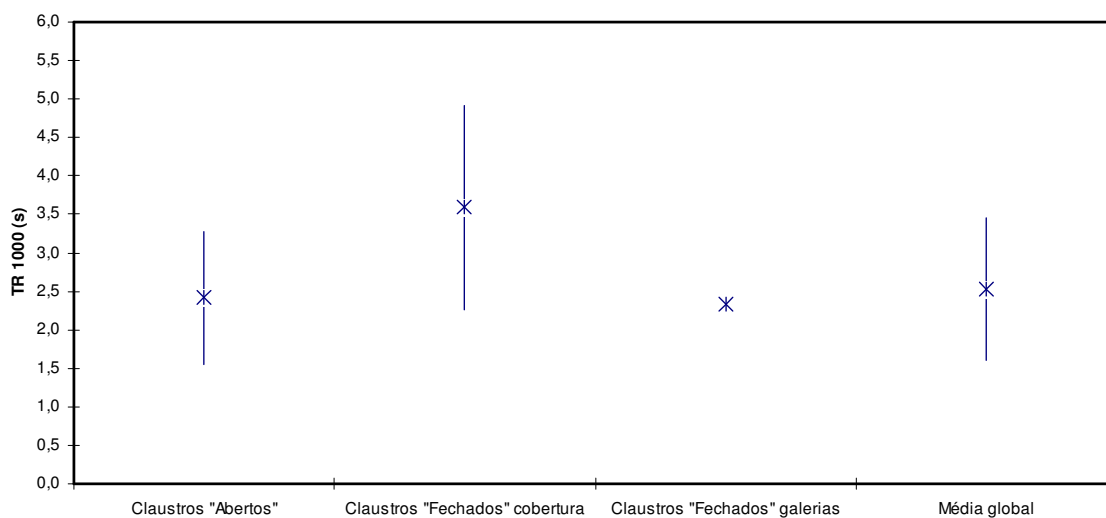


Fig. 4.38 - Valores médios do parâmetro TR 1000 Hz, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros "Abertos", Claustros "Fechados" cobertura, Claustros "Fechados" galerias e todos os 20 claustros)

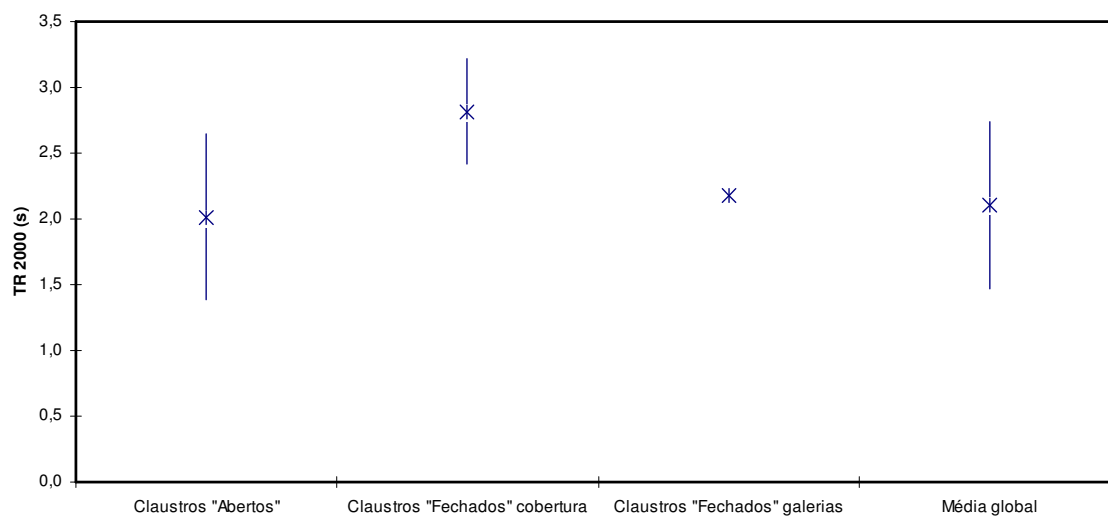


Fig. 4.39 - Valores médios do parâmetro TR 2000 Hz, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros "Abertos", Claustros "Fechados" cobertura, Claustros "Fechados" galerias e todos os 20 claustros)

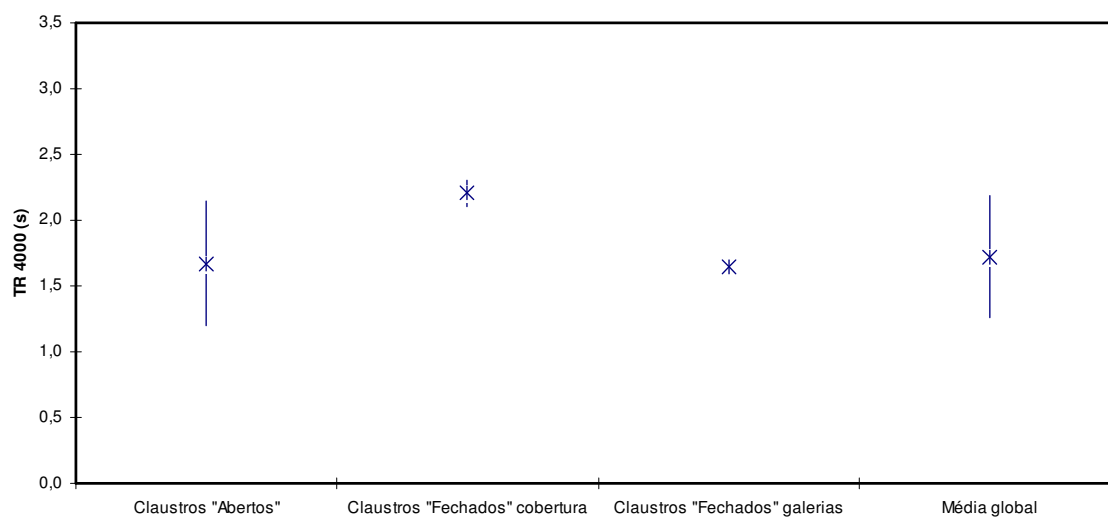


Fig. 4.40 - Valores médios do parâmetro TR 4000 Hz, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros "Abertos", Claustros "Fechados" cobertura, Claustros "Fechados" galerias e todos os 20 claustros)

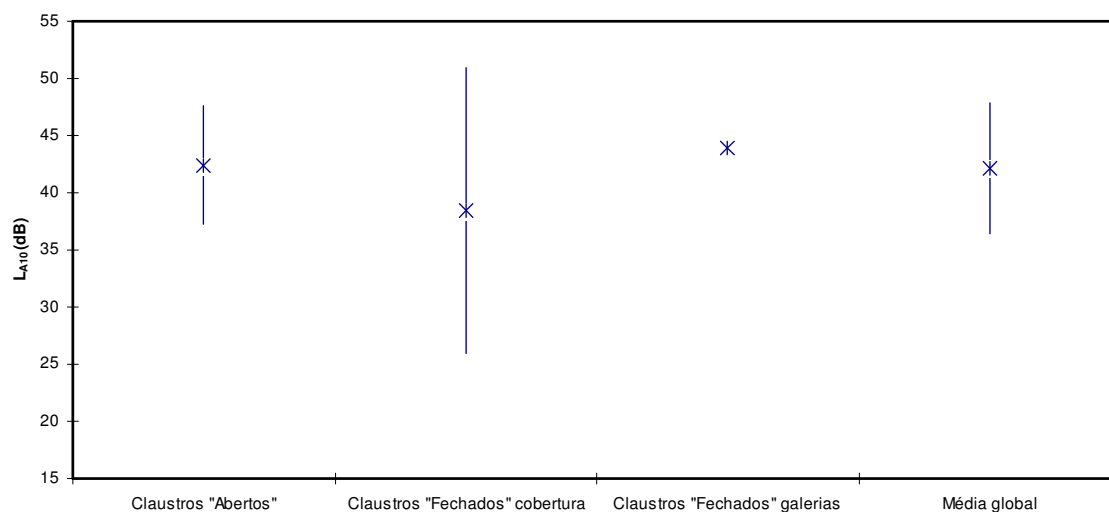


Fig. 4.41 - Valores médios do parâmetro L_{A10} , ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros "Abertos", Claustros "Fechados" cobertura, Claustros "Fechados" galerias e todos os 20 claustros)

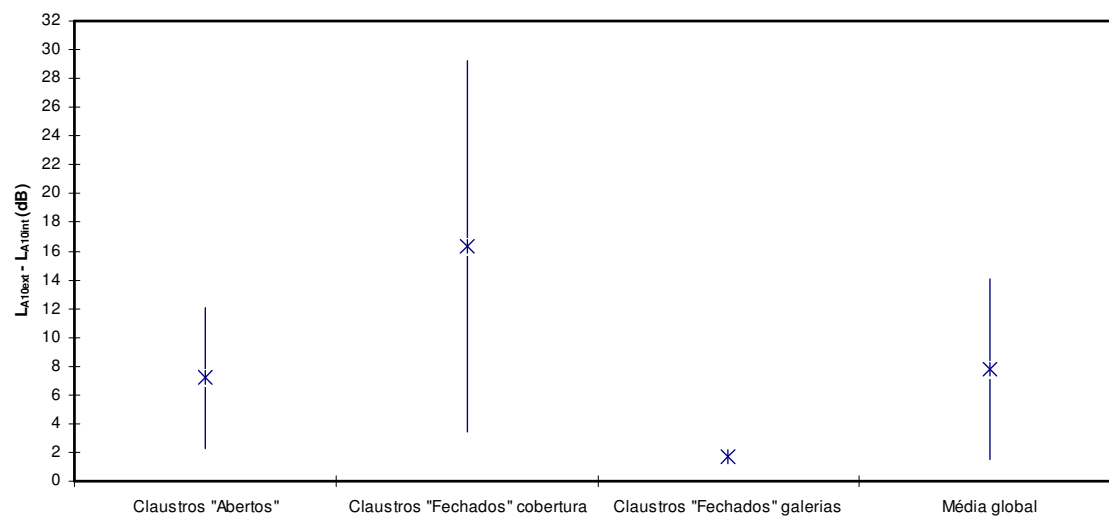


Fig. 4.42 - Valores médios do parâmetro $(L_{A10ext} - L_{A10int})$, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros "Abertos", Claustros "Fechados" cobertura, Claustros "Fechados" galerias e todos os 20 claustros)

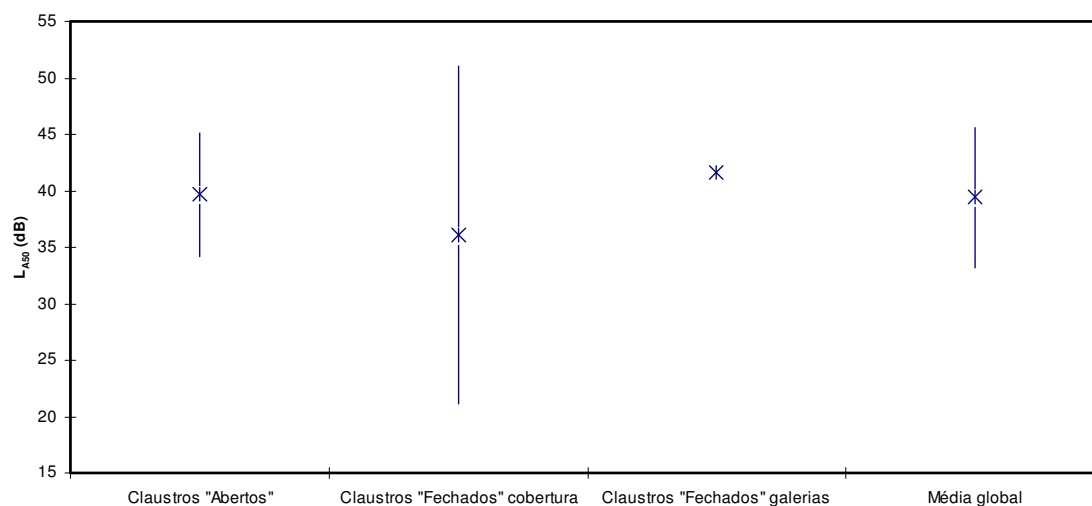


Fig. 4.43 - Valores médios do parâmetro L_{A50} , ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros "Abertos", Claustros "Fechados" cobertura, Claustros "Fechados" galerias e todos os 20 claustros)

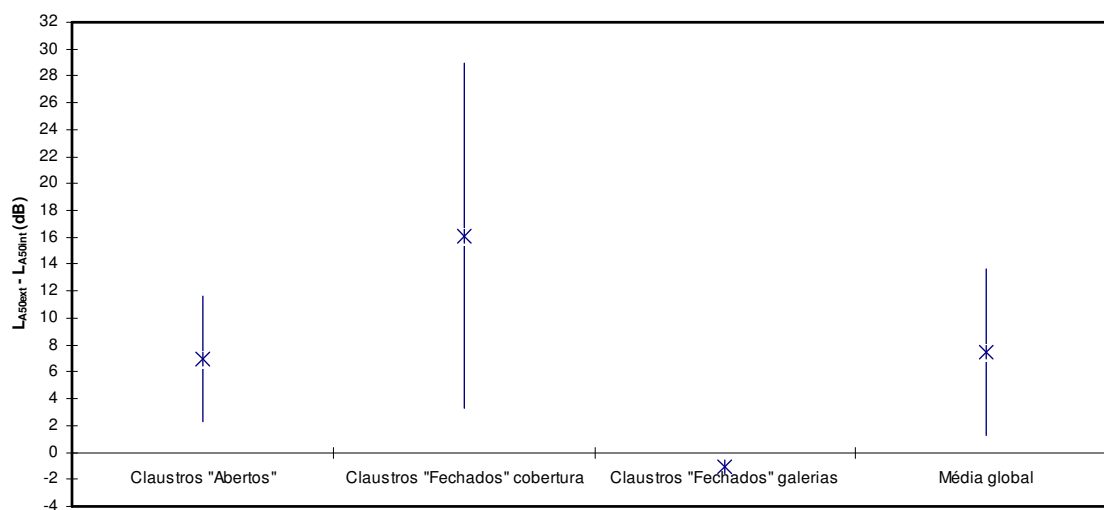


Fig. 4.44 - Valores médios do parâmetro $(L_{A50ext} - L_{A50int})$, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros "Abertos", Claustros "Fechados" cobertura, Claustros "Fechados" galerias e todos os 20 claustros)

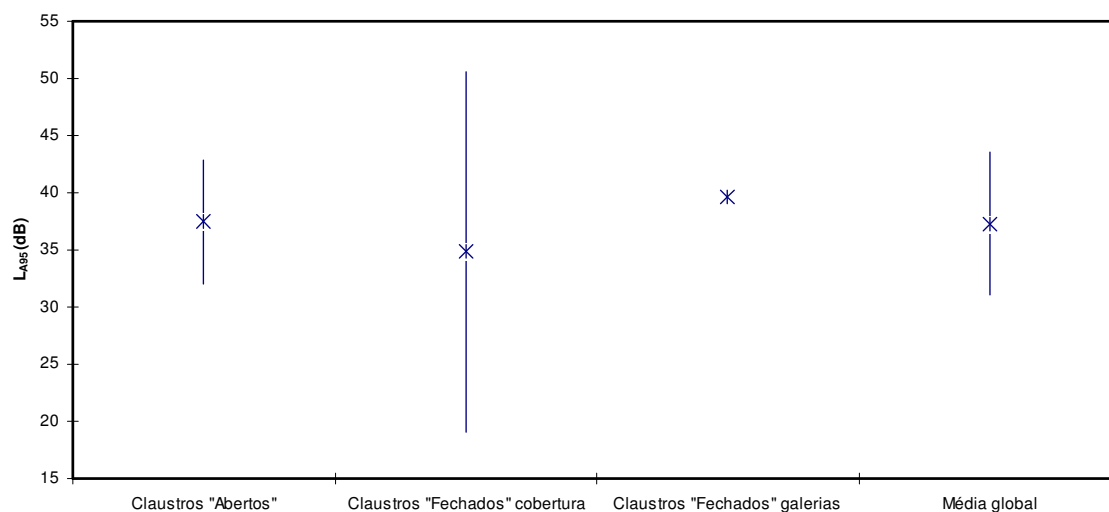


Fig. 4.45 - Valores médios do parâmetro L_{A95} , ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros "Abertos", Claustros "Fechados" cobertura, Claustros "Fechados" galerias e todos os 20 claustros)

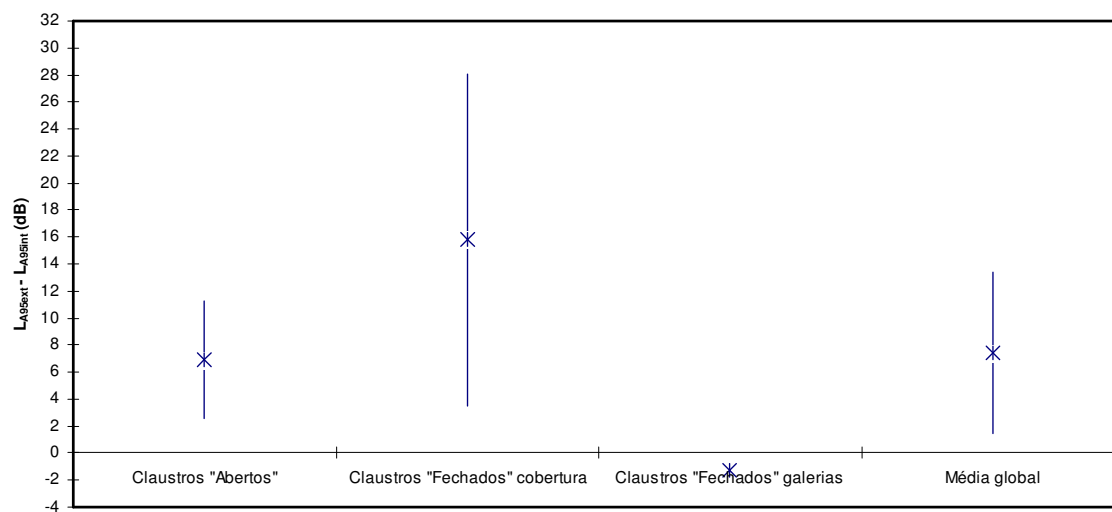


Fig. 4.46 - Valores médios do parâmetro $(L_{A95ext} - L_{A95int})$, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros "Abertos", Claustros "Fechados" cobertura, Claustros "Fechados" galerias e todos os 20 claustros)

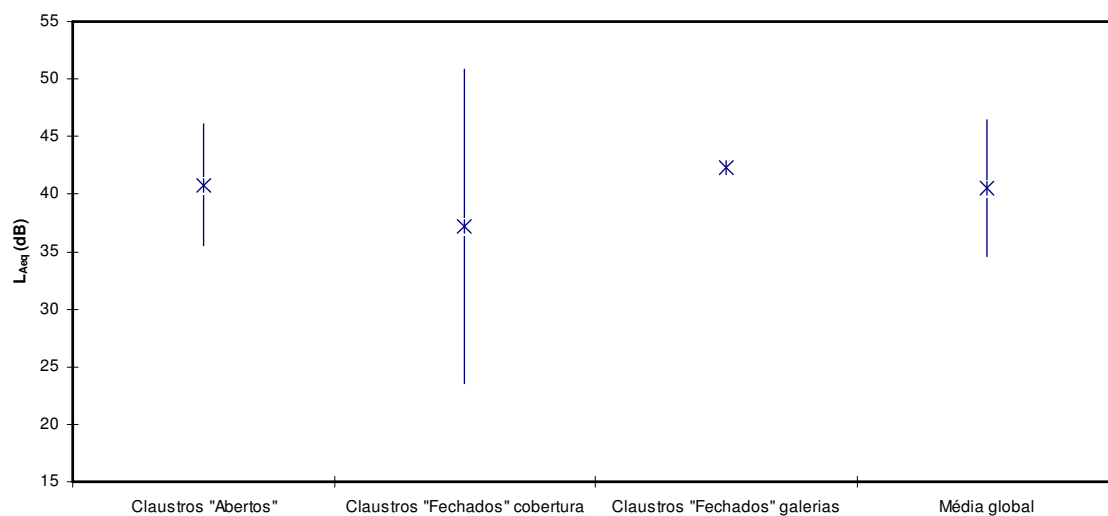


Fig. 4.47 - Valores médios do parâmetro $L_{Aeq} \pm 1$ erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros "Abertos", Claustros "Fechados" cobertura, Claustros "Fechados" galerias e todos os 20 claustros)

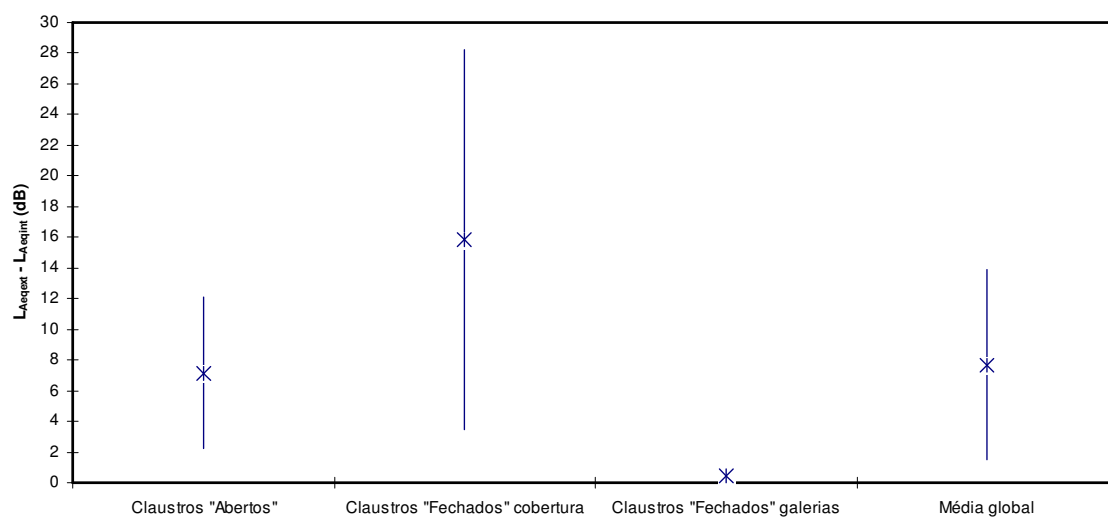


Fig. 4.48 - Valores médios do parâmetro $(L_{Aeqext} - L_{Aeqint})$, ± 1 erro padrão, para cada um dos quatro grupos (17 Claustros "Abertos", Claustros "Fechados" cobertura, Claustros "Fechados" galerias e todos os 20 claustros)

Estatisticamente não foi possível encontrar evidências numéricas para suportar a tese da existência de dois grupos de claustros distintos, (claustros “abertos” e claustros “fechados” na cobertura ou nas galerias).

Este resultado poderá estar relacionado com a muito reduzida amostra do grupo claustros “fechados”.

4.2.2 - Relações entre parâmetros acústicos

Na análise inter-claustros foram estabelecidas correlações entre os parâmetros acústicos objectivos em estudo, usando os valores médios de cada claustro.

Esta análise foi efectuada apenas em 16 claustros, isto é, os que apresentam uma geometria corrente, quadrangulares e rectangulares, e os que não apresentam alterações arquitectónicas. Não estão pois incluídos os 4 claustros com a zona central ou galerias fechadas ou de forma circular.

a) Modelos simples

Da correlação entre os valores numéricos obtidos para esses parâmetros foram estabelecidas equações simples do tipo linear ($y = ax + b$), do tipo polinomial de segundo grau ($y = ax^2 + bx + c$), do tipo exponencial ($y = ae^{bx}$), do tipo potencial ($y = ax^b$) e do tipo logarítmico ($y = a \ln x + b$).

Para além dos parâmetros acústicos que têm vindo a ser analisados, nesta análise foi incluído o parâmetro TR 500/1000 Hz, isto é, a média entre dos valores obtidos para TR 500 Hz e TR 1000 Hz. Esta opção deve-se a que trabalhos realizados em, salas de concertos e igrejas, por exemplo, Carvalho (1994), terem demonstrado obter-se melhores correlações entre parâmetros para estas bandas de frequência. Por outro lado a média dos valores obtidos nestas bandas de frequências, indicam-nas como as mais representativas.

No quadro 4.24 representam-se os melhores modelos de regressão entre pares de parâmetros acústicos usando os valores médios de cada claustro.

O valor de R^2 pode ser entendido como a variabilidade que é explicada pela expressão matemática em causa.

Quadro 4.24 – Melhores modelos de regressão simples entre parâmetros acústicos

Modelo	R ²
$RASTI = 0,00013 L_{A10}^2 - 0,0245 L_{A10} + 1,310$	0,65
$RASTI = 0,00014 L_{A50}^2 - 0,0246 L_{A50} + 1,244$	0,65
$RASTI = 0,00017 L_{A95}^2 - 0,0264 L_{A95} + 1,227$	0,60
$RASTI = 0,00013 L_{Aeq}^2 - 0,0239 L_{Aeq} + 1,261$	0,65
$RASTI = 0,7563 e^{-0,1487 TR125}$	0,89
$RASTI = 0,0086 TR250^2 - 0,1284 TR250 + 0,759$	0,89
$RASTI = 0,0156 TR500^2 - 0,1767 TR500 + 0,818$	0,90
$RASTI = 0,014 TR500/1000^2 - 0,1702 TR500/1000 + 0,813$	0,91
$RASTI = 0,0113 TR1000^2 - 0,1573 TR1000 + 0,800$	0,92
$RASTI = 0,0228 TR2000^2 - 0,2326 TR2000 + 0,860$	0,91
$RASTI = -0,3002 \ln(TR4000) + 0,635$	0,91
$TR 125 = 0,04 TR500/1000^2 + 1,0907 TR500/1000 + 0,0725$	0,94
$TR 250 = -0,0213 TR500/1000^2 + 1,3038 TR500/1000 - 0,421$	0,99
$TR 2000 = -0,0247 TR500/1000^2 + 0,8447 TR500/1000 + 0,127$	1,00
$TR 4000 = -0,0303 TR500/1000^2 + 0,6828 TR500/1000 + 0,215$	0,96

Nas figuras 4.49 a 4.63 apresentam-se os gráficos com as correlações indicadas no quadro anterior.

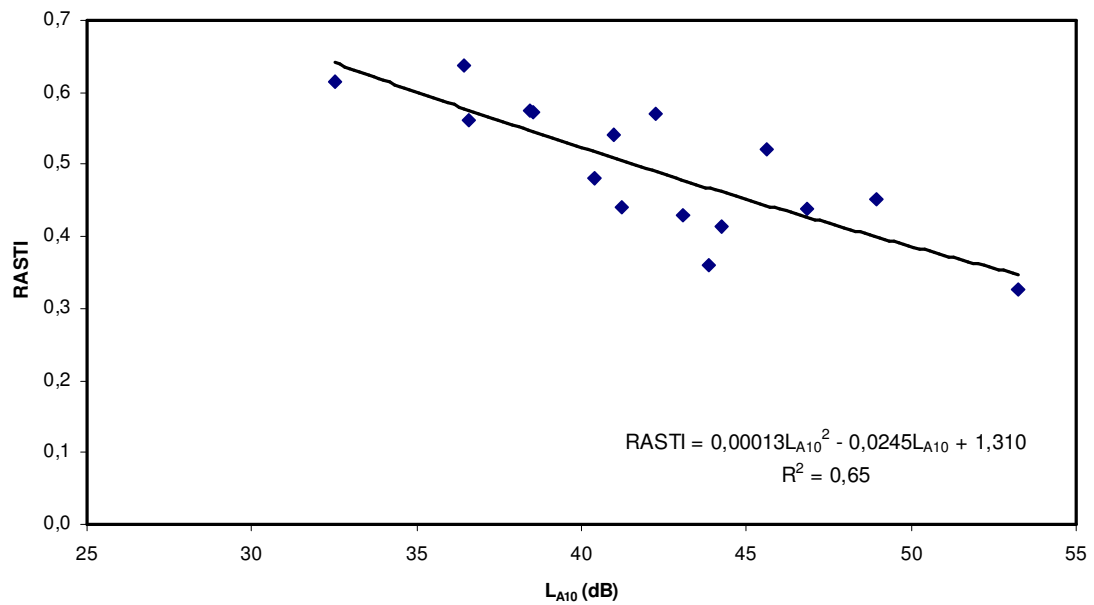


Fig. 4.49 - Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos *RASTI* e L_{A10}

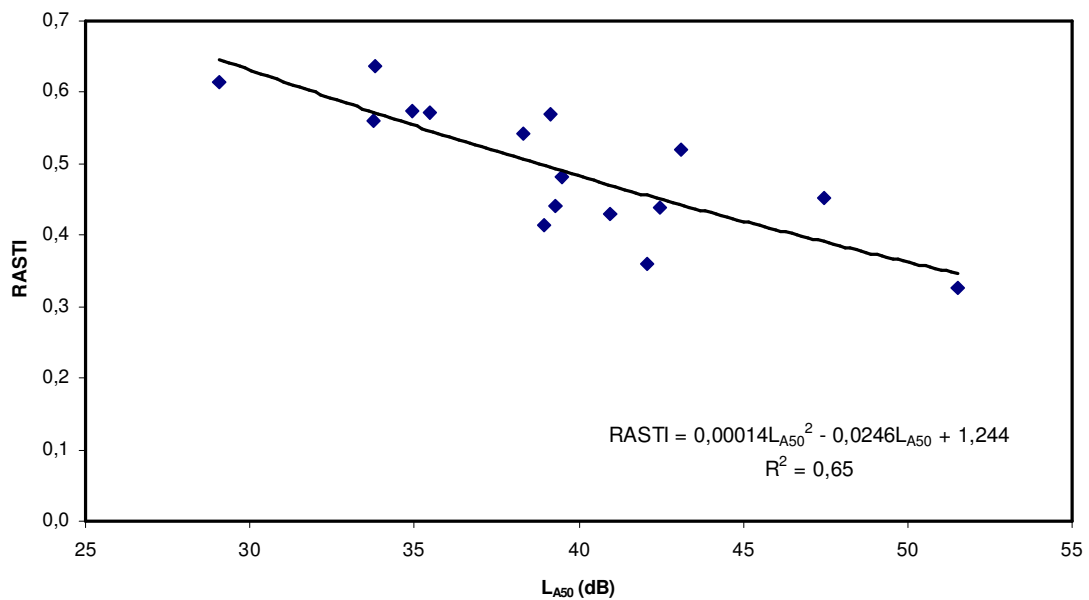


Fig. 4.50 - Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos *RASTI* e L_{A50}

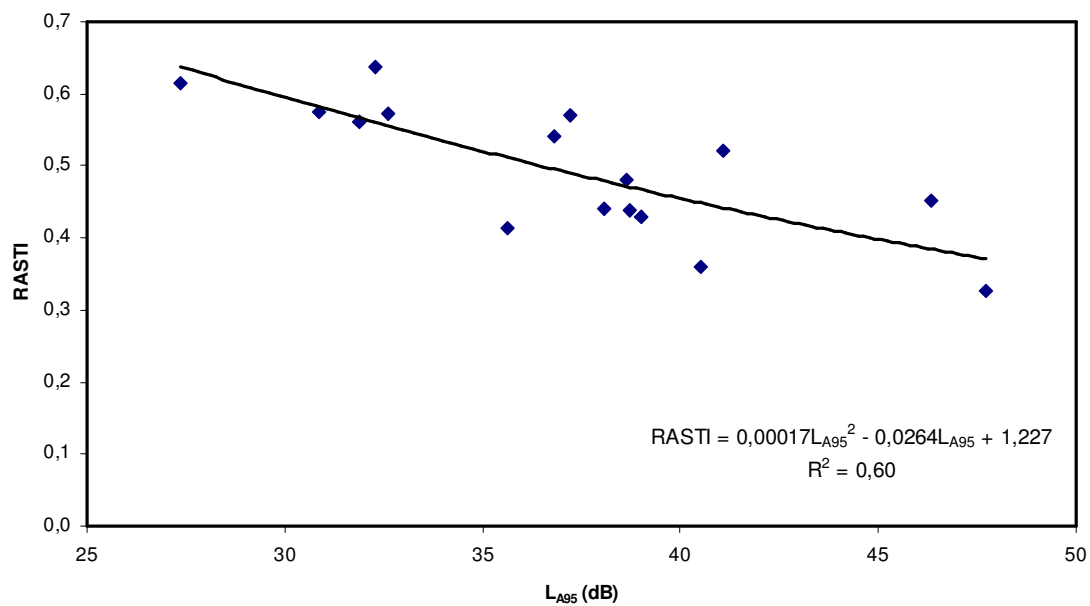


Fig. 4.51 - Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos *RASTI* e L_{A95}

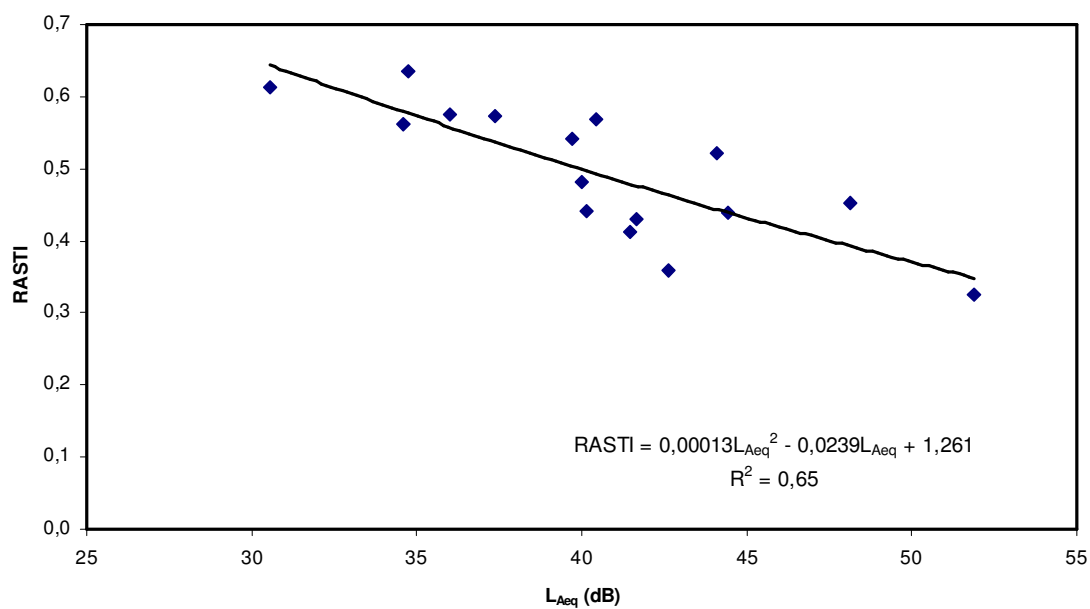


Fig. 4.52 - Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos *RASTI* e L_{Aeq}

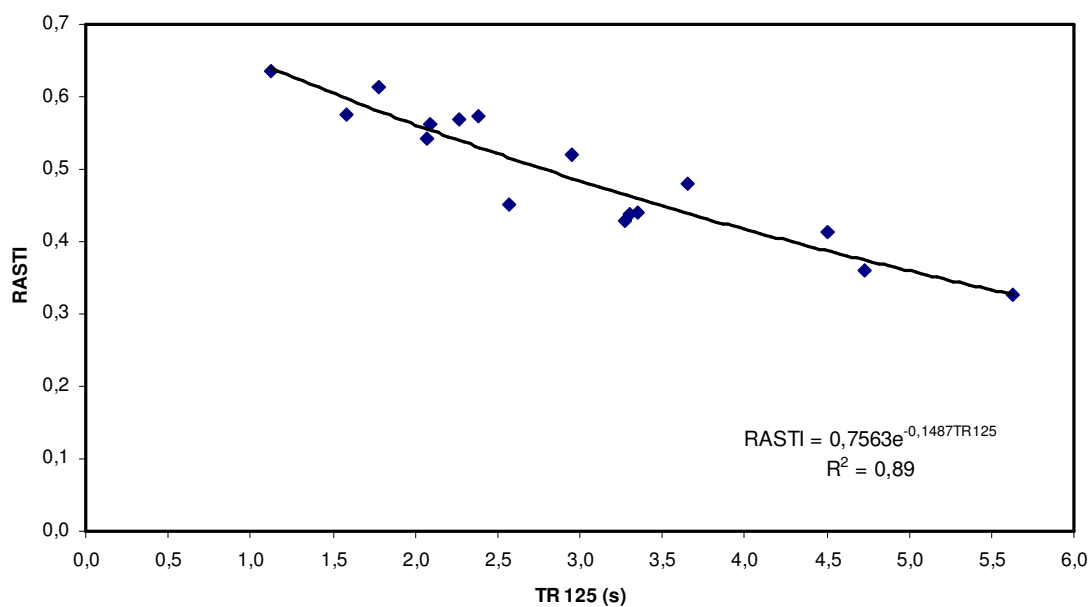


Fig. 4.53 - Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos *RASTI* e *TR 125 Hz*

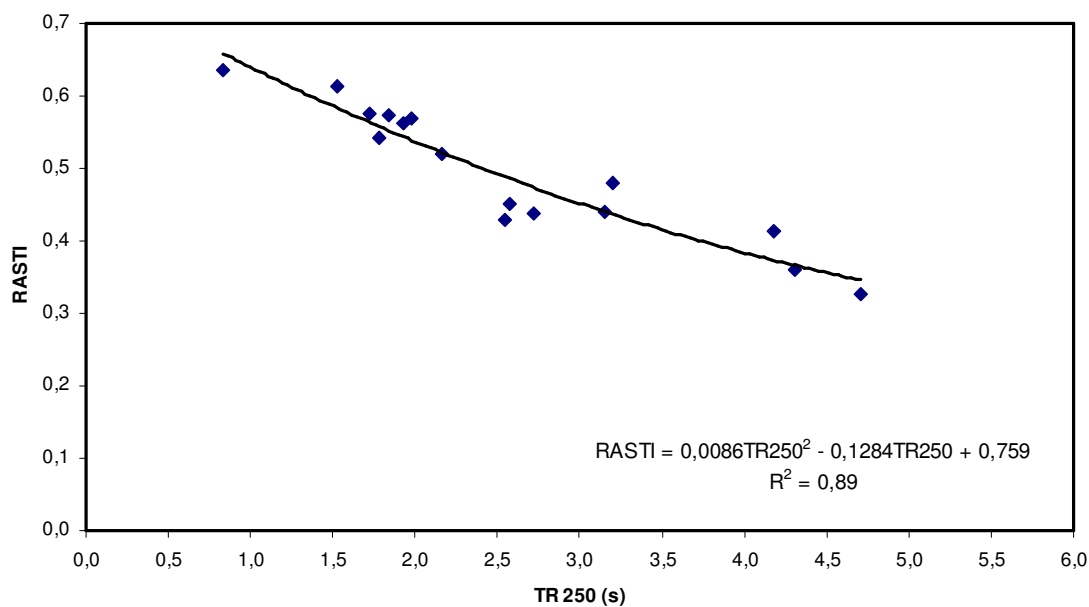


Fig. 4.54 - Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos *RASTI* e *TR 250 Hz*

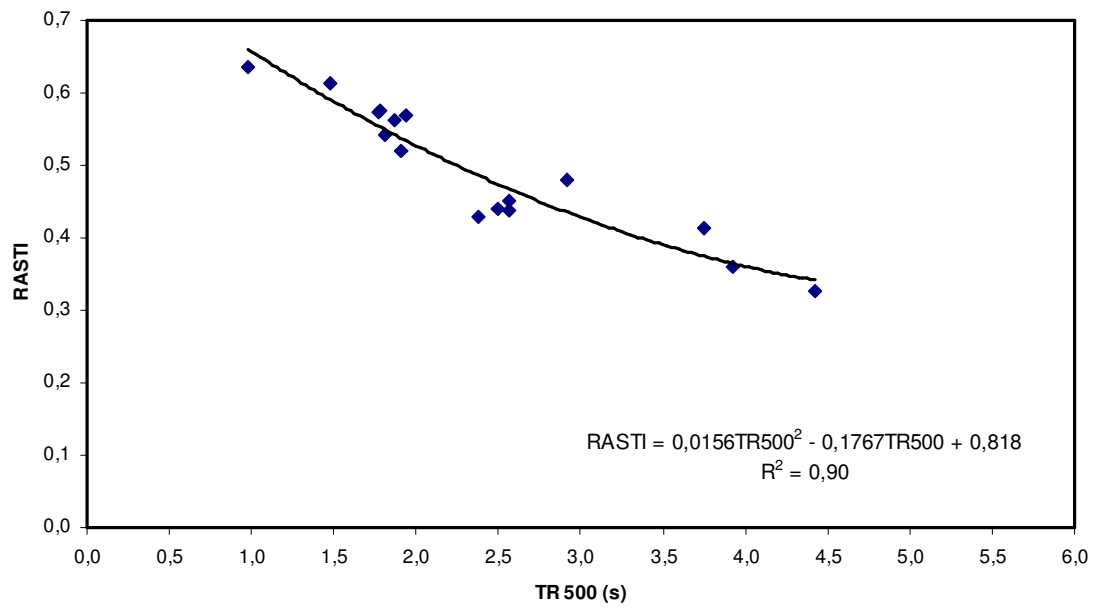


Fig. 4.55 - Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos *RASTI* e *TR 500 Hz*

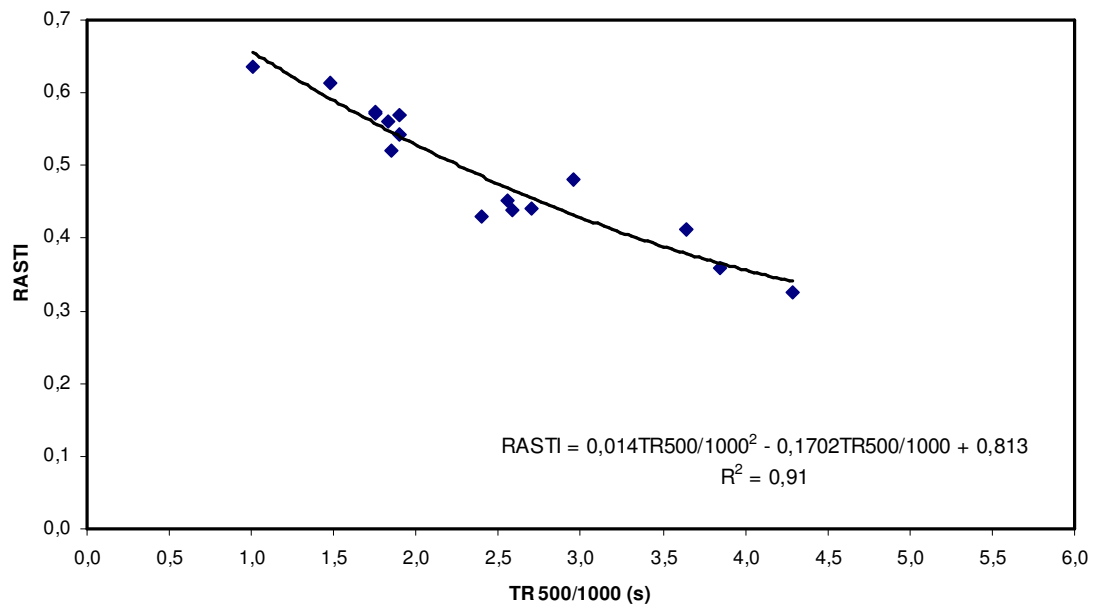


Fig. 4.56 - Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos *RASTI* e *TR 500/1000 Hz*

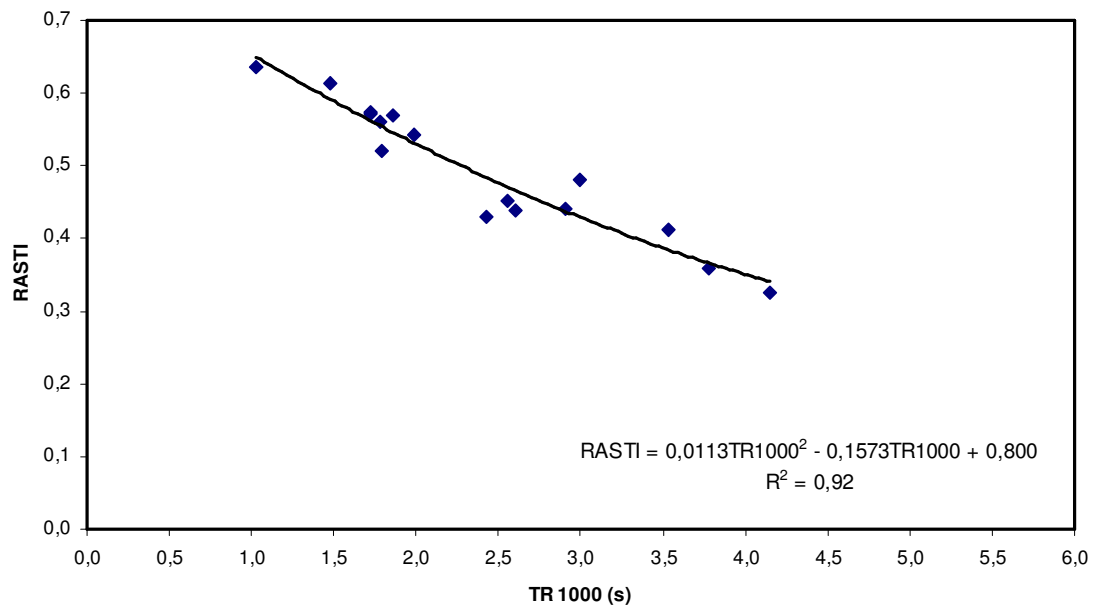


Fig. 4.57 - Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos *RASTI* e *TR 1000 Hz*

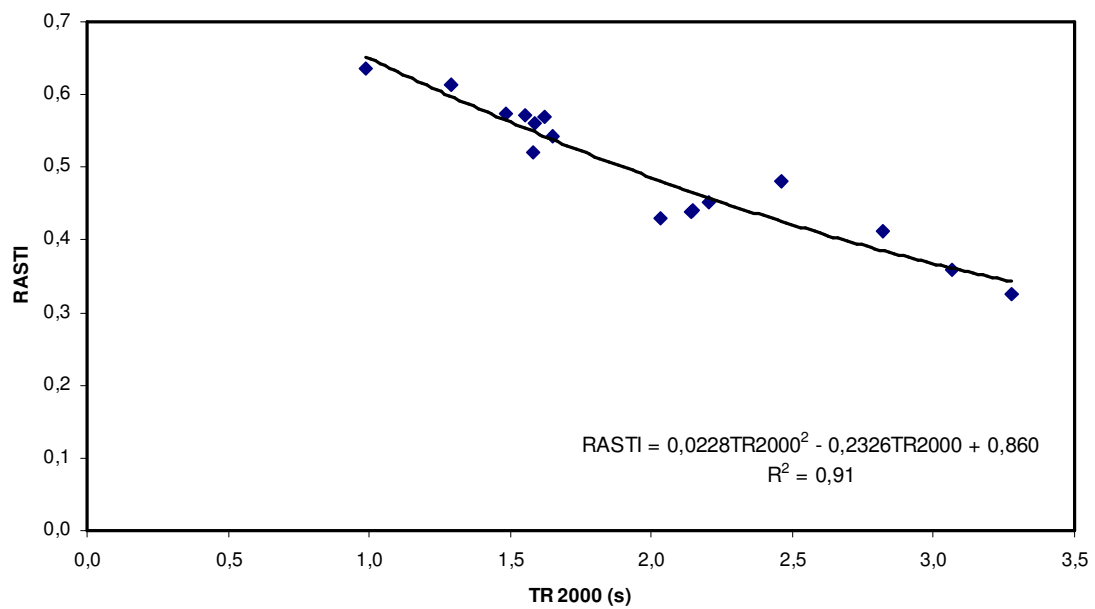


Fig. 4.58 - Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos *RASTI* e *TR 2000 Hz*

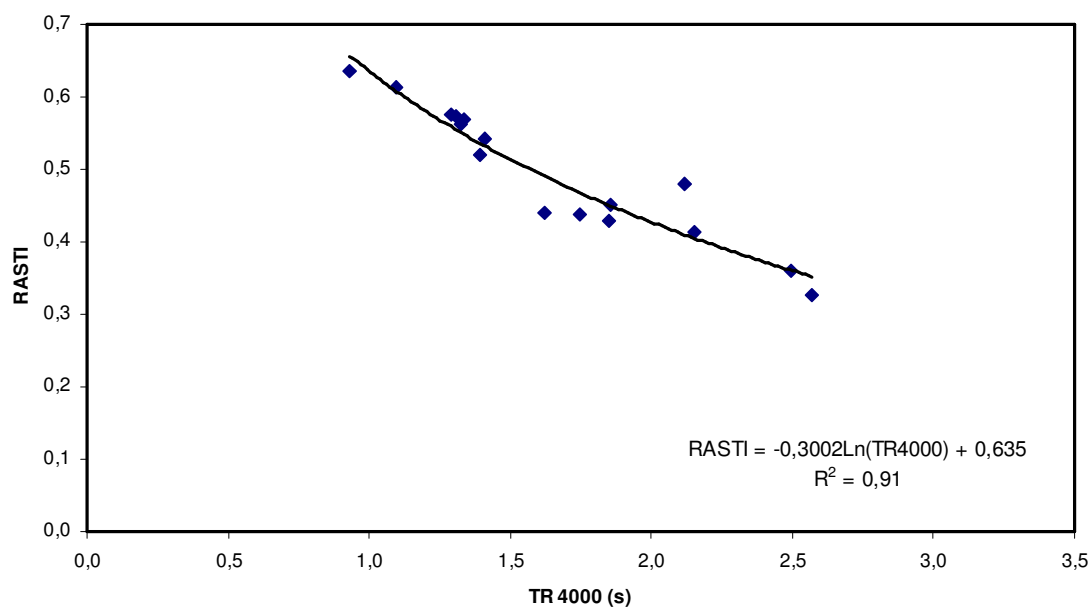


Fig. 4.59 - Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos *RASTI* e *TR 4000 Hz*

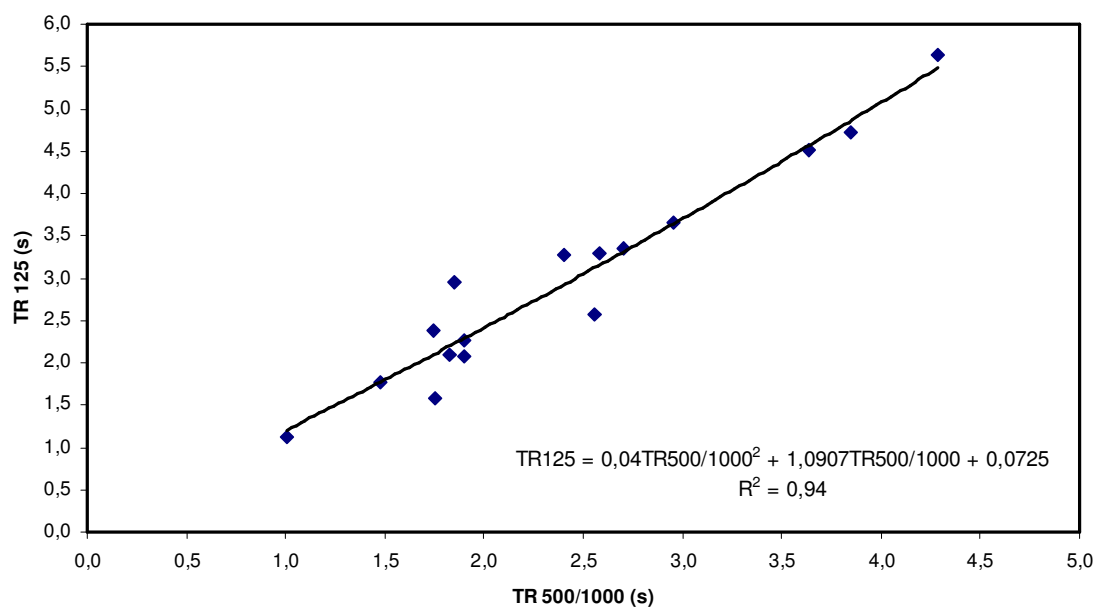


Fig. 4.60 - Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos *TR 125 Hz* e *TR 500/1000 Hz*

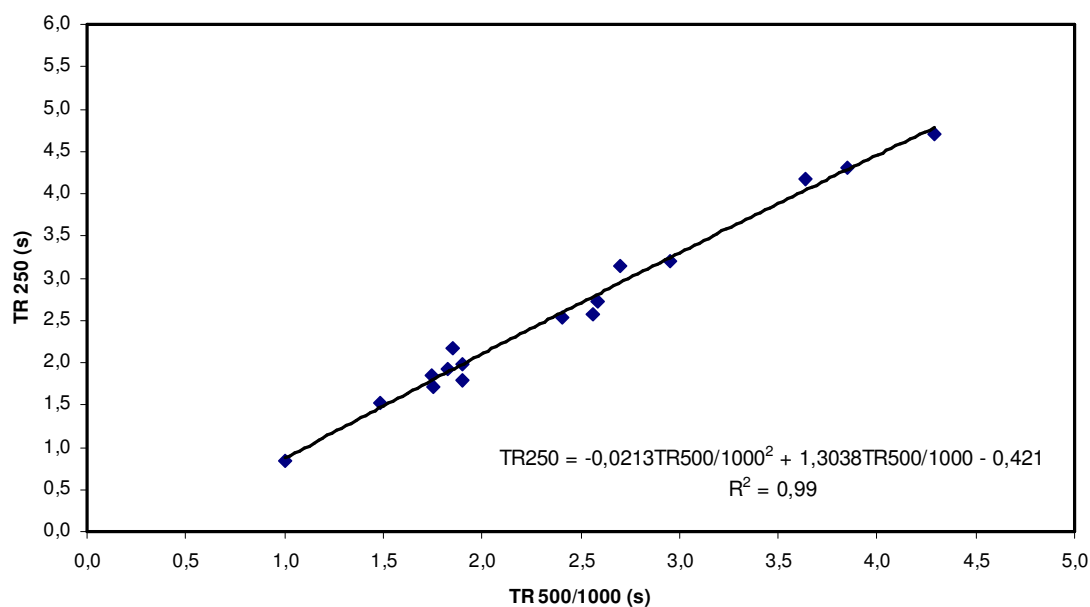


Fig. 4.61 - Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos TR_{250} Hz e $TR_{500/1000}$ Hz

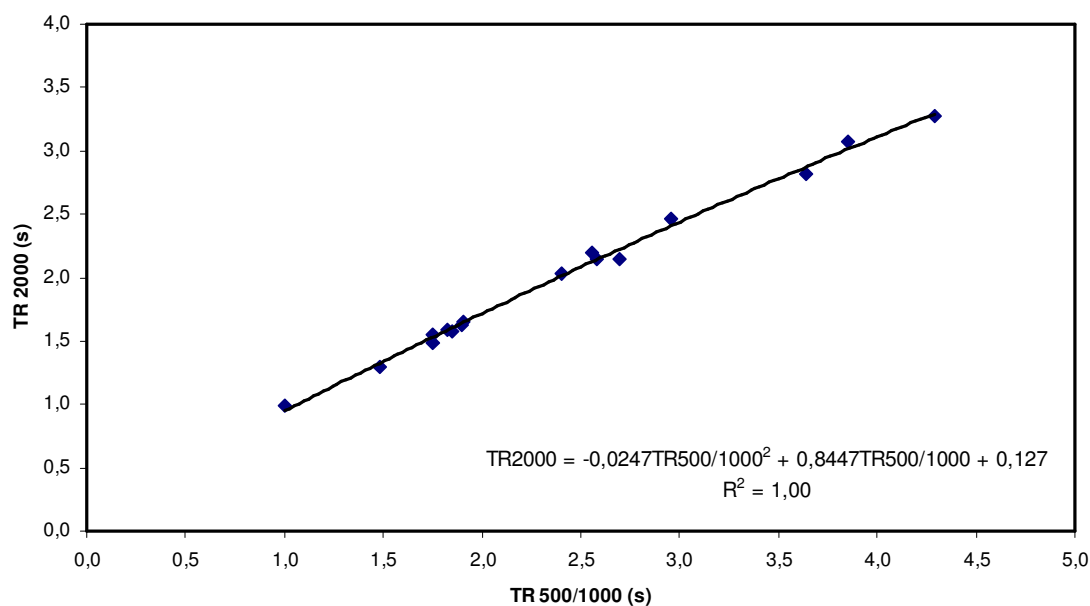


Fig. 4.62 - Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos TR_{2000} Hz e $TR_{500/1000}$ Hz

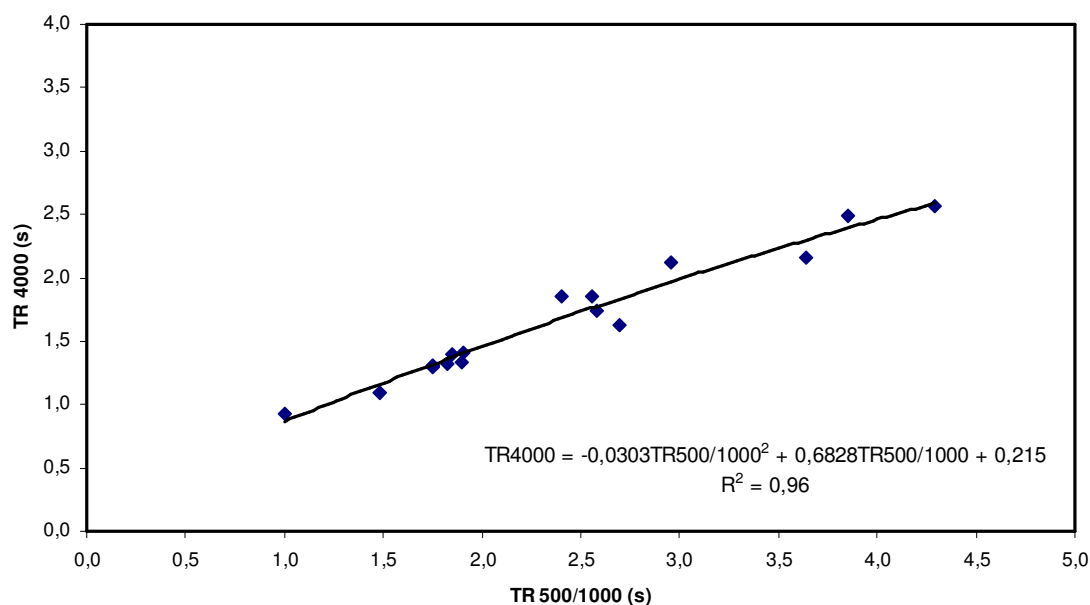


Fig. 4.63 - Melhor modelo de regressão entre os valores médios (16 claustros) dos parâmetros acústicos TR 4000 Hz e TR 500/1000 Hz

Da análise efectuada pode-se concluir que:

Entre os parâmetros acústicos TR e $RASTI$ as menores correlações verificam-se nos 125 e 250 Hz, pois o parâmetro $RASTI$, por definição, restringe-se essencialmente aos 500 e 2000 Hz. Também por isso as melhores correlações encontram-se nas frequências de 500 Hz e superiores.

Os valores de R^2 encontrados permitem referir que a variabilidade nos valores médios do $RASTI$ podem ser explicados em 91% pelos resultados do TR 500/1000 Hz no local ou em 65% pelo “ruído de fundo”, L_{Aeq} .

Como se previa não existe uma relação forte entre o dL (decréscimo do nível sonoro ao longo das galerias) e o tempo de reverberação. Só cerca de 28% da variabilidade dos valores de dL é explicada pelo TR (média dos 500/1000 Hz).

Com a média dos valores do TR 500 Hz e do TR 1000 Hz (TR 500/1000), é possível obter com elevada fiabilidade, com coeficientes de correlação de 96% a 99%, os valores de TR para as restantes frequências (125, 250, 2000 e 4000 Hz).

Através da análise dos resultados obtidos em estudos acústicos efectuados em outros espaços, nomeadamente em igrejas (Carvalho, 1994) e em salas de audiências de tribunais (Monteiro, 2003), foi possível estabelecer uma comparação entre os parâmetros acústicos TR (500/1000 Hz) e RASTI (Quadro 4.25).

Constata-se uma diferença no valor agora encontrado relativamente ao do estudo em igrejas. Este facto poderá estar relacionado com a grande diversidade dos locais, quer em número (41 edifícios) quer em características arquitectónicas, seleccionados no estudo das igrejas, o que não se verificou no caso dos claustros estudados neste trabalho. A homogeneidade da amostra dos claustros agora testados é assim mais próxima da presente nas salas de audiência dos tribunais.

Quadro 4.25 – Valores de R^2 entre os valores dos parâmetros acústicos TR / RASTI, obtidos nos estudos em igrejas, em salas de audiências de tribunais e no presente estudo usando os valores médios obtidos para cada parâmetro

Parâmetros	R^2 – estudo em igrejas (Carvalho, 1994)	R^2 – estudo em salas de audiências de tribunais (Monteiro, 2003)	R^2 – estudo em claustros
TR / RASTI	0,74	0,95	0,91

b) Modelos gerais lineares entre parâmetros acústicos

Com o objectivo de tentar encontrar um melhor modelo linear que pudesse explicar e/ou prever as relações entre valores médios dos parâmetros acústicos, foram calculados modelos gerais lineares, isto é, com mais de uma variável independente.

Estes modelos foram efectuados com as médias obtidas em cada parâmetro acústico, para cada claustro (16 claustros sem alterações arquitectónicas).

No quadro 4.26 representa-se o melhor modelo linear encontrado para o RASTI. Como era de esperar a variabilidade dos valores do RASTI é explicada em 94% pelo tempo de reverberação (TR1000) e pelo ruído de fundo (L_{A10}), que são as características que mais interferem na definição de cálculo desse parâmetro.

Quadro 4.26 – Melhor modelo geral linear entre parâmetros acústicos

Modelo	R^2
$RASTI = - 0,079 TR1000 - 0,00451 L_{A10} + 0,874$	0,94

5 – RELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS ACÚSTICOS E OS PARÂMETROS ARQUITECTÓNICOS

Neste capítulo comparam-se os resultados obtidos para os parâmetros acústicos com os parâmetros arquitectónicos dos respectivos claustros.

A relação entre os valores dos parâmetros arquitectónicos com os valores obtidos para os parâmetros acústicos, permitirá concluir acerca da influência das medidas lineares e quadráticas dos claustros (comprimento médio, largura das galerias, área total, área das galerias, etc.) nos resultados obtidos.

5.1 - Parâmetros arquitectónicos

Os parâmetros arquitectónicos utilizados na análise das possíveis correlações, foram os oito seguintes:

- **Comprimento médio (C_m)** – obtido através da média do lado maior e do lado menor do claustro, no caso deste ser rectangular ($\approx 1/4$ do perímetro);
- **Largura das galerias (L_g)** – largura da parte coberta do claustro;
- **Altura máxima (H_{max})** – altura máxima das galerias do claustro;
- **Área de pavimento das galerias (S_{pg})** – área coberta de meio claustro (duas galerias perpendiculares onde foram efectuadas as medições);
- **Área central (S_c)** – área descoberta do claustro (pátio central);
- **Área total (S_t)** – área global do claustro, incluindo parte coberta (área das galerias) e parte descoberta (área central do claustro, pátio) ($= \text{área central} + 2 \times \text{área de pavimento das galerias}$);
- **Área de galerias relativa (S_{gr})** – relação entre a área de pavimento das 4 galerias com a área total do claustro;
- **Absorção sonora (A)** – obtida através do cálculo matemático a partir dos coeficientes de absorção sonora médios (500-1000 Hz) de todas as superfícies envolventes que constituem duas galerias perpendiculares (galerias onde foram efectuadas as medições) ($= \sum (a_i S_i) + m V$).

Quadro 5.1 – Parâmetros arquitectónicos utilizados no estudo das relações com os parâmetros acústicos

Parâmetros arquitectónicos	Símbolos
Comprimento médio (m) (<i>das galerias</i>)	C_m
Largura das galerias (m)	L_g
Altura máxima das galerias (m)	$H_{\max}$
Área de pavimento das galerias (m) (<i>de 2 galerias perpendiculares</i>)	S_{pg}
Área central (m ²)	S_c
Área total (m ²) ($S_t = S_c + 2 S_{pg}$)	S_t
Área de galerias relativa (–) ($S_{gr} = 2 S_{pg}/S_t$)	S_{gr}
Absorção sonora (m ²) (<i>de 2 galerias perpendiculares</i>)	A

5.2 - Análise inter-claustros dos parâmetros arquitectónicos

5.2.1 - Análise global

São apresentados no quadro 5.2 os valores obtidos e/ou calculados dos parâmetros arquitectónicos, para cada claustro e no quadro 5.3 apresenta-se um resumo estatístico dos valores obtidos para os mesmos.

Quadro 5.2 – Parâmetros arquitectónicos obtidos para cada claustro, (+) e (-) assinalam os valores extremos obtidos

		C_m (m)	L_g (m)	H_{max} (m)	S_{pg} (1/2 claustro) (m ²)	S_c (m ²)	S_t (m ²)	S_{gr} (-)	A (1/2 claustro) (m ²)
Sé do Porto	SP	26,5	4,5	5,8	198,0	306,3	702,3	0,56 (+)	76,0
Most. de Grijó	MG	28,5	3,5	6,9	175,0	462,3	812,3	0,43	120,0
Most. de Cete	MC	16,8	2,8	4,8	78,4	125,4	282,2	0,56	47,2 (-)
Igreja de S. Gonçalo	SG	24,2	3,1	5,0	130,5	317,1	578,2	0,45	98,3
Most. Batalha – Claustro D. João I	BJ	52,5	5,5	7,3	517,0	1.716,0	2.750,0	0,38	199,9
Most. Batalha – Claustro D. Afonso V	BA	44,0	4,5	5,4	355,5	1.225,0	1.936,0	0,37	135,3
Sé Velha de Coimbra	VC	31,6	4,4	5,3	239,4	519,8	998,6	0,48	111,1
Conv. Cristo – Cl. Cemitério	TC	19,0	2,4	6,0	79,7	201,6	361,0	0,44	86,4
Conv. Cristo – Cl. Hospedaria	TH	27,0	2,2 (-)	3,9	109,1	510,8	729,0	0,30 (-)	103,4
Conv. Cristo – Cl. Principal	TP	35,4	5,0	6,8	304,0	645,2	1.253,2	0,49	186,5
Conv. dos Cardais	CC	14,8 (-)	2,5	4,6	61,3 (-)	95,1 (-)	217,6 (-)	0,56	61,8
Most. dos Jerónimos	MJ	55,0 (+)	6,2 (+)	6,2	605,1 (+)	1.814,8 (+)	3.025,0 (+)	0,40	261,7 (+)
Most. de Arouca	MA	31,0	4,0	6,2	216,0	529,0	961,0	0,45	185,4
Most. do Lervão	ML	29,6	3,5	3,7 (-)	182,7	509,6	875,0	0,42	148,2
Most. de Tibães	MT	33,5	3,6	4,1	214,9	689,1	1.118,9	0,38	210,6
Most. de Vila Boa do Bispo	MB	25,1	3,3	4,4	143,9	342,2	629,9	0,46	139,7
Conv. do Beato	CB	34,6	3,4	4,2	212,2	772,8	1.197,2	0,35	180,0
Conv. São Bento da Vitória	BV	35,5	4,0	8,5 (+)	252,0	756,3	1.260,3	0,40	229,0
Conv. de Alpendurada	CA	26,8	3,5	4,3	162,8	388,2	713,7	0,46	59,5
Igreja e claustro da Serra do Pilar	IP	29,0	3,0	5,4	122,5	415,5	660,5	0,37	108,2

De salientar a grande diversidade de claustros na amostra onde, por exemplo, o claustro do Mosteiro dos Jerónimos é 14 vezes maior do que o claustro do Convento dos Cardais e as galerias do claustro do Convento de São Bento da Vitória têm mais do dobro da altura do que as galerias do claustro do Mosteiro do Lorvão.

Quadro 5.3 – Valores estatísticos dos parâmetros arquitectónicos

	Valor mínimo	Mediana	Valor médio	Valor máximo	Desvio padrão
C_m (m)	14,8	29,3	31,0	55,0	10,3
L_g (m)	2,2	3,5	3,7	6,2	1,0
H_{max} (m)	3,7	5,4	5,4	8,5	1,3
S_{pg} (m²)	61	190	218	605	140
S_c (m²)	95	510	617	1.815	468
S_t (m²)	218	844	1.053	3.025	741
S_{gr}	0,30	0,44	0,44	0,56	0,07
A (m²)	47	128	137	262	60

5.2.2 - Variabilidade dos parâmetros arquitectónicos

Nas figuras 5.1 a 5.8 representa-se as diferenças inter-claustros dos parâmetros arquitectónicos e as diferenças relativamente à média.

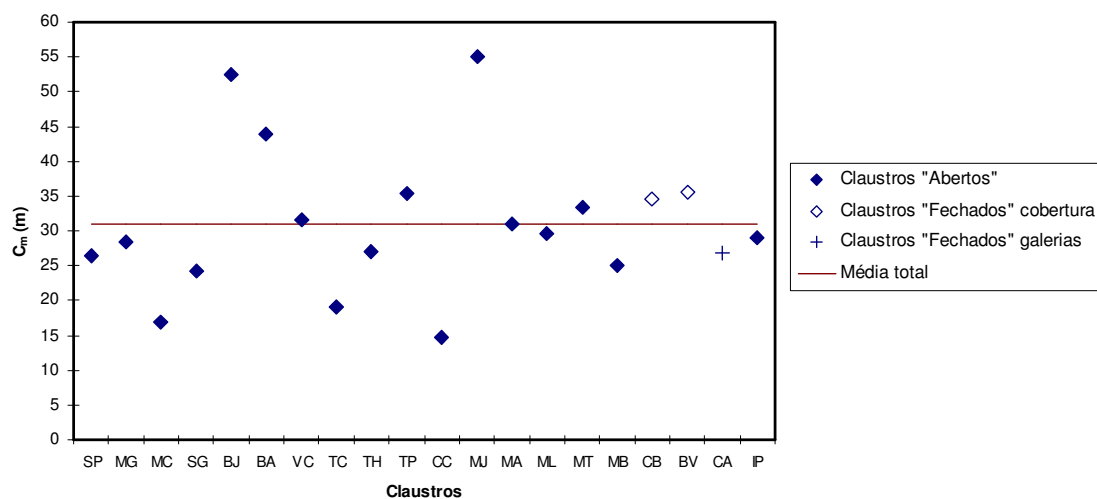


Fig. 5.1 - Valores do parâmetro *comprimento médio* (C_m) para cada claustro e a variação deste em relação à média total dos 20 claustros

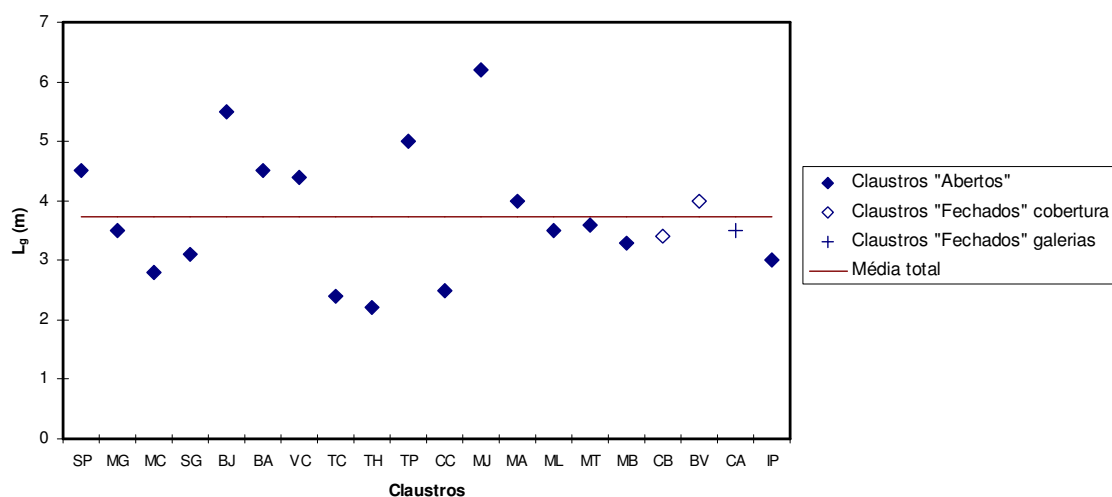


Fig. 5.2 - Valores do parâmetro *largura das galerias* (L_g) para cada claustro e a variação deste em relação à média total dos 20 claustros

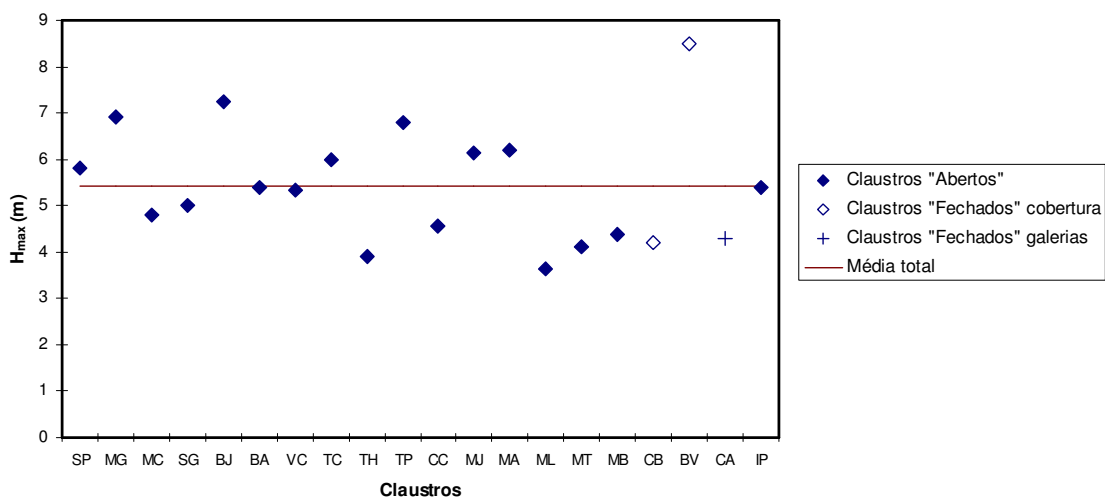


Fig. 5.3 - Valores do parâmetro *altura máxima* (H_{max}) para cada claustro e a variação deste em relação à média total dos 20 claustros

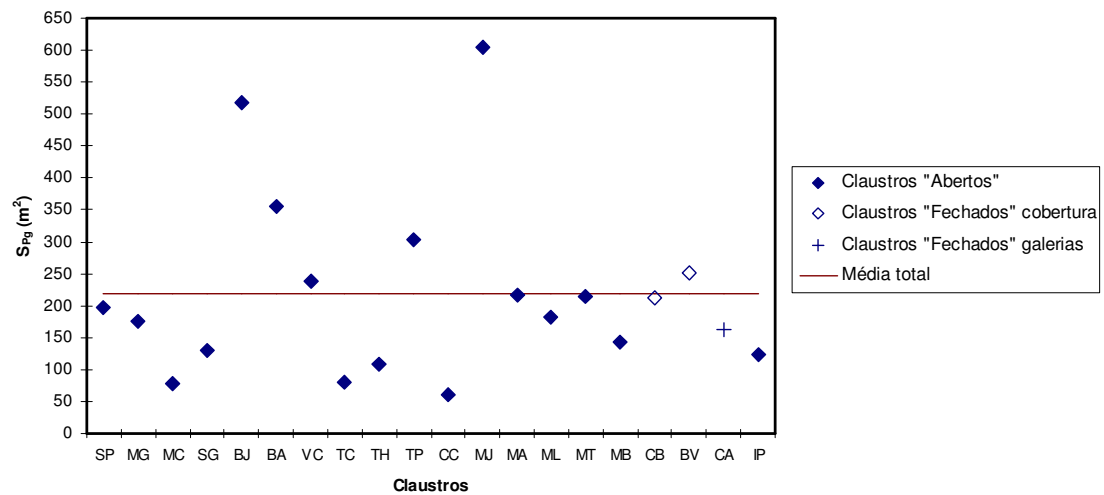


Fig. 5.4 - Valores do parâmetro *área de pavimento das galerias* (S_{pg}) para cada claustro e a variação deste em relação à média total dos 20 claustros

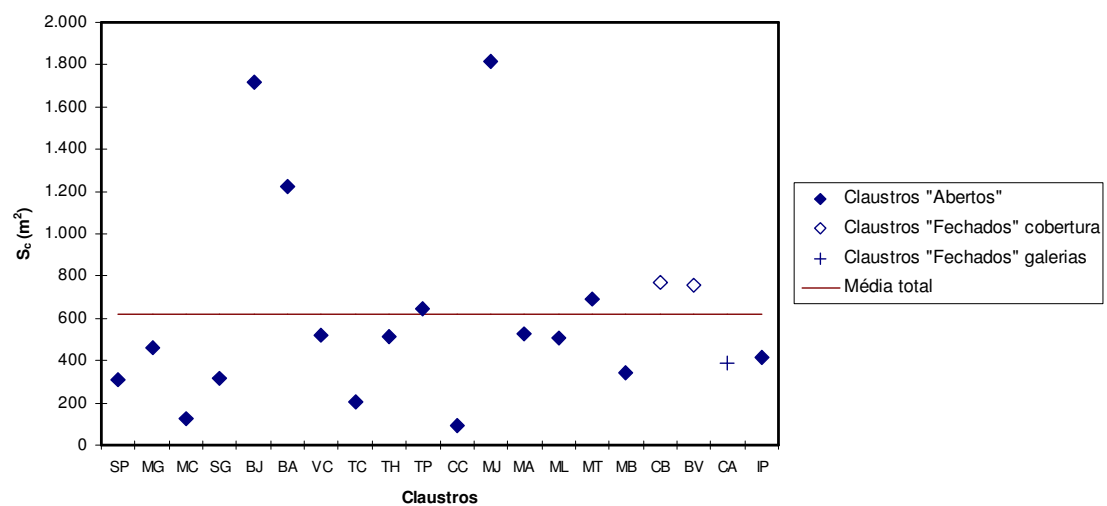


Fig. 5.5 - Valores do parâmetro *área central* (S_c) para cada claustro e a variação deste em relação à média total dos 20 claustros

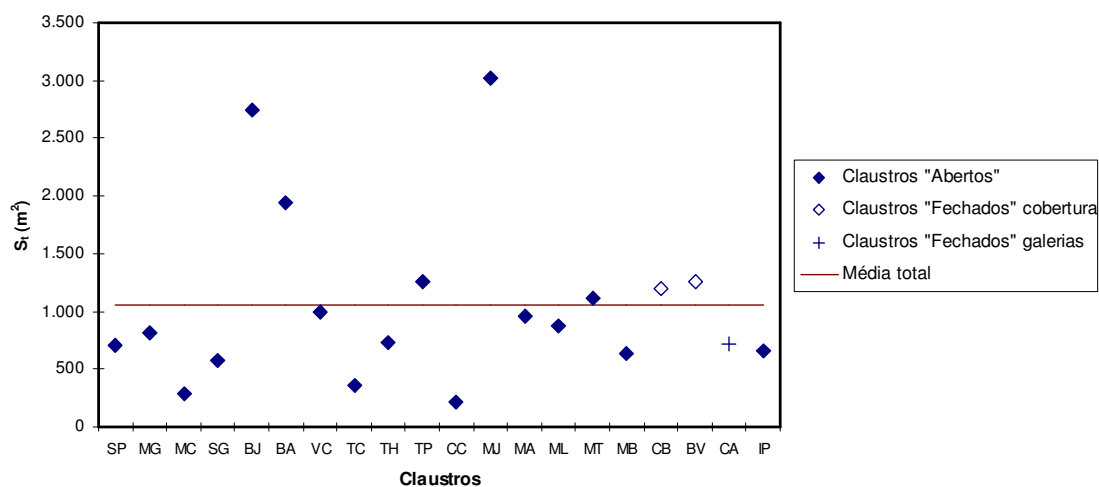


Fig. 5.6 - Valores do parâmetro *área total* (S_t) para cada claustro e a variação deste em relação à média total dos 20 claustros

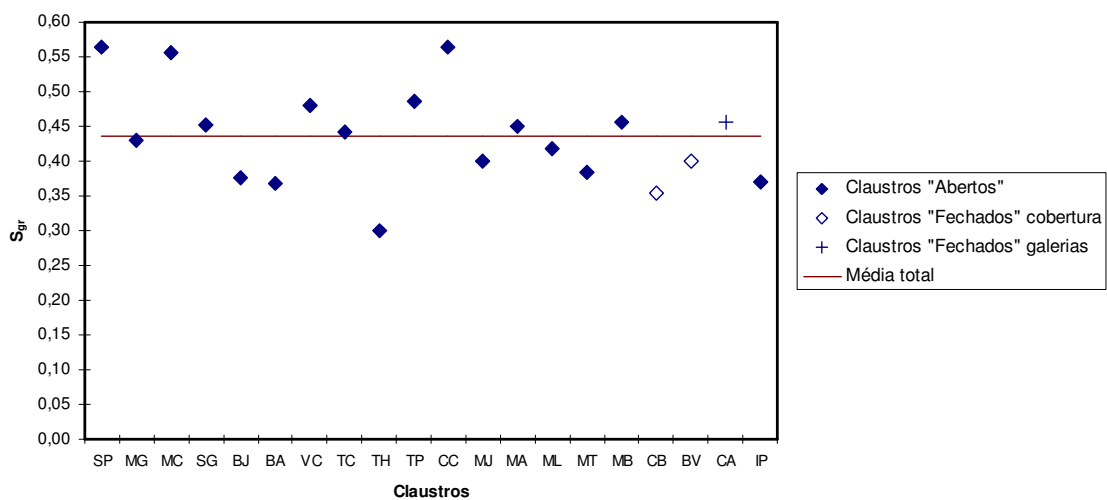


Fig. 5.7 - Valores do parâmetro *área de galerias relativa* (S_{gr}) para cada claustro e a variação deste em relação à média total dos 20 claustros

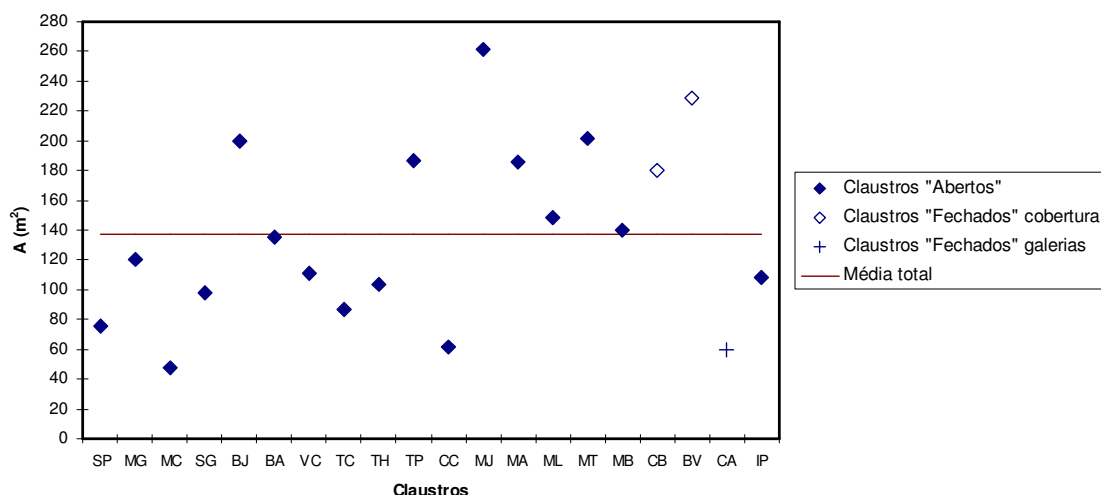


Fig. 5.8 - Valores do parâmetro *absorção sonora* (A) para cada claustro e a variação deste em relação à média total dos 20 claustros

5.2.3 - Correlação entre os parâmetros acústicos e os parâmetros arquitectónicos

Na análise inter-claustros foram estabelecidas correlações entre os parâmetros acústicos em estudo e os parâmetros arquitectónicos.

Esta análise foi efectuada apenas em 16 claustros, isto é, os que apresentam uma geometria corrente, quadrangulares e rectangulares, e os que não apresentam alterações arquitectónicas. Não estão pois incluídos os 4 claustros com a zona central ou galerias fechadas ou de forma circular.

a) Modelos simples

Da correlação entre esses parâmetros foram estabelecidas equações simples do tipo linear ($y = ax + b$), do tipo polinomial de grau dois ($y = ax^2 + bx + c$), do tipo exponencial ($y = ae^{bx}$), do tipo potencial ($y = ax^b$) e do tipo logarítmico ($y = a \ln x + b$).

À semelhança do capítulo anterior, neste capítulo foi incluída a análise do parâmetro TR 500/1000 Hz, isto é, a média entre dos valores obtidos para TR 500 Hz e TR 1000 Hz.

Para cada relação estabelecida entre pares de parâmetros, escolheram-se os melhores modelos de regressão que se representam no quadro 5.4, avaliados pelo valor do seu R^2 .

Quadro 5.4 – Melhores modelos de regressão simples entre os pares de parâmetros acústicos e parâmetros arquitectónicos de cada claustro

Modelo	R^2
$RASTI = 0,7492 e^{-0,0139 C_m}$	0,68
$RASTI = 0,8711 e^{-0,1524 L_g}$	0,81
$RASTI = -0,0089 H_{max}^2 + 0,0363 H_{max} + 0,570$	0,56
$RASTI = 0,6232 e^{-0,0011 S_{pg}}$	0,75
$RASTI = 0,5848 e^{-0,0003 S_c}$	0,61
$RASTI = 0,6002 e^{-0,0002 S_t}$	0,67
$dL = -0,0032 C_m^2 + 0,4413 C_m - 0,556$	0,70
$dL = -36E-6 S_{pg}^2 + 0,0373 S_{pg} + 3,830$	0,62
$dL = -43E-7 S_c^2 + 0,013 S_c + 4,264$	0,76
$dL = -17E-7 S_t^2 + 0,0082 S_t + 3,727$	0,74
$TR 125 = 0,00044 C_m^2 + 0,055 C_m + 0,780$	0,65
$TR 125 = 0,1503 L_g^2 - 0,3337 L_g + 1,857$	0,72
$TR 125 = 0,7823 H_{max} - 1,262$	0,50
$TR 125 = -57E-7 S_{pg}^2 + 0,0103 S_{pg} + 1,048$	0,71
$TR 125 = -18E-8 S_c^2 + 0,0022 S_c + 1,715$	0,59
$TR 125 = -18E-8 S_t^2 + 0,0018 S_t + 1,368$	0,65
$TR 250 = 0,00028 C_m^2 + 0,055 C_m + 0,558$	0,63
$TR 250 = 0,1271 L_g^2 - 0,2278 L_g + 1,436$	0,74
$TR 250 = 0,2753 H_{max}^2 - 2,2423 H_{max} + 6,340$	0,66
$TR 250 = -53E-7 S_{pg}^2 + 0,0093 S_{pg} + 0,863$	0,71
$TR 250 = -19E-8 S_c^2 + 0,0019 S_c + 1,477$	0,57
$TR 250 = -17E-8 S_t^2 + 0,0016 S_t + 1,164$	0,63

Quadro 5.4 – (cont.) Melhores modelos de regressão simples entre os pares de parâmetros acústicos e parâmetros arquitectónicos de cada claustro

Modelo	R ²
$TR\ 500 = 0,00063\ C_m^2 + 0,0222\ C_m + 1,056$	0,65
$TR\ 500 = 0,1335\ L_g^2 - 0,3956\ L_g + 1,814$	0,75
$TR\ 500 = 0,2457\ H_{max}^2 - 2,0002\ H_{max} + 5,766$	0,71
$TR\ 500 = -26E-7\ S_{pg}^2 + 0,0069\ S_{pg} + 1,054$	0,72
$TR\ 500 = 51E-9\ S_c^2 + 0,0013\ S_c + 1,559$	0,60
$TR\ 500 = -62E-9\ S_t^2 + 0,0011\ S_t + 1,306$	0,65
$TR\ 1000 = 0,00025\ C_m^2 + 0,0439\ C_m + 0,772$	0,63
$TR\ 1000 = 0,0829\ L_g^2 - 0,0146\ L_g + 1,143$	0,74
$TR\ 1000 = 0,1645\ H_{max}^2 - 1,1472\ H_{max} + 3,609$	0,69
$TR\ 1000 = -45E-7\ S_{pg}^2 + 0,0077\ S_{pg} + 0,986$	0,71
$TR\ 1000 = -10E-8\ S_c^2 + 0,0015\ S_c + 1,532$	0,56
$TR\ 1000 = -13E-8\ S_t^2 + 0,0013\ S_t + 1,263$	0,63
$TR\ 500/1000 = 0,00043\ C_m^2 + 0,033\ C_m + 0,914$	0,65
$TR\ 500/1000 = 0,1082\ L_g^2 - 0,2051\ L_g + 1,478$	0,75
$TR\ 500/1000 = 0,2051\ H_{max}^2 - 1,5737\ H_{max} + 4,688$	0,70
$TR\ 500/1000 = -36E-7\ S_{pg}^2 + 0,0073\ S_{pg} + 1,020$	0,72
$TR\ 500/1000 = -32E-9\ S_c^2 + 0,0014\ S_c + 1,546$	0,58
$TR\ 500/1000 = -96E-9\ S_t^2 + 0,0012\ S_t + 1,285$	0,64
$TR\ 2000 = 0,00030\ C_m^2 + 0,0243\ C_m + 0,925$	0,64
$TR\ 2000 = 0,0789\ L_g^2 - 0,1637\ L_g + 1,375$	0,74
$TR\ 2000 = 0,1343\ H_{max}^2 - 0,9843\ H_{max} + 3,241$	0,71
$TR\ 2000 = -23E-7\ S_{pg}^2 + 0,0051\ S_{pg} + 1,027$	0,71
$TR\ 2000 = -15E-9\ S_c^2 + 0,00098\ S_c + 1,388$	0,58
$TR\ 2000 = -62E-9\ S_t^2 + 0,00083\ S_t + 1,208$	0,64
$TR\ 4000 = 0,00023\ C_m^2 + 0,0164\ C_m + 0,898$	0,61
$TR\ 4000 = 0,0536\ L_g^2 - 0,0823\ L_g + 1,125$	0,72
$TR\ 4000 = 0,0989\ H_{max}^2 - 0,7177\ H_{max} + 2,536$	0,72

Quadro 5.4 – (cont.) Melhores modelos de regressão simples entre os pares de parâmetros acústicos e parâmetros arquitectónicos de cada claustro

Modelo	R ²
$TR\ 4000 = -14E-7\ S_{pg}^2 + 0,0035\ S_{pg} + 0,971$	0,68
$TR\ 4000 = 46E-9\ S_c^2 + 0,00061\ S_c + 1,250$	0,55
$TR\ 4000 = -28E-9\ S_t^2 + 0,00055\ S_t + 1,115$	0,61

Nas figuras 5.9 a 5.60 apresentam-se os gráficos com as correlações indicadas no quadro anterior.

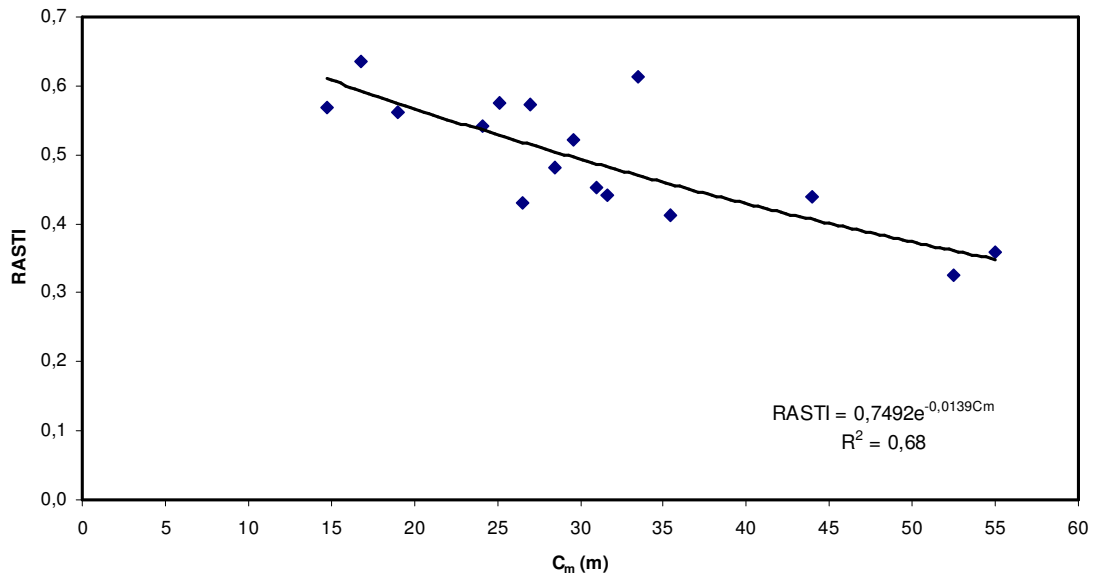


Fig. 5.9 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *comprimento médio* (C_m) e o parâmetro acústico *RASTI*

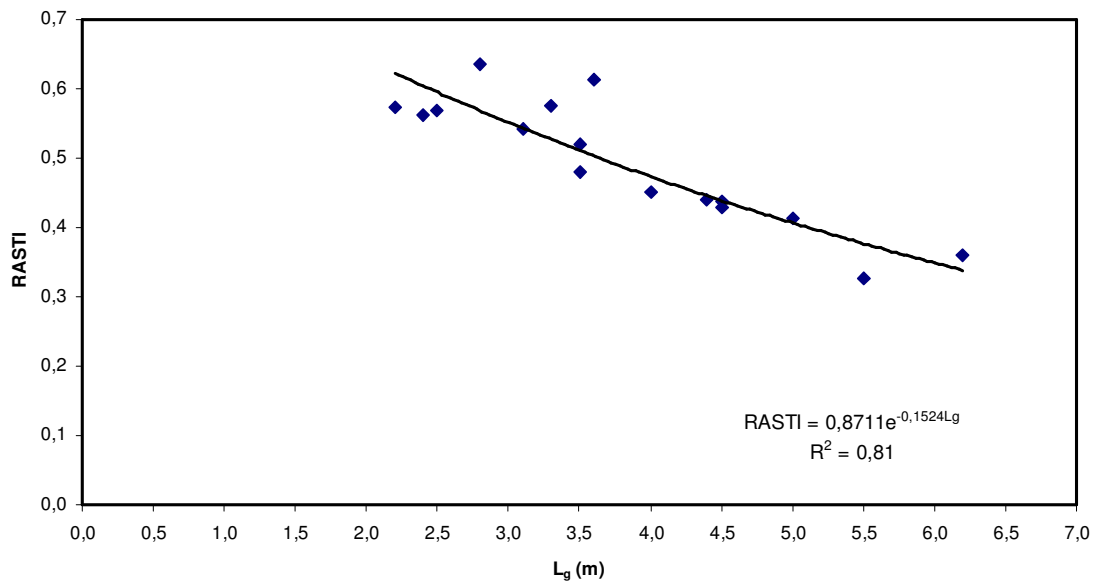


Fig. 5.10 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *largura das galerias* (L_g) e o parâmetro acústico *RASTI*

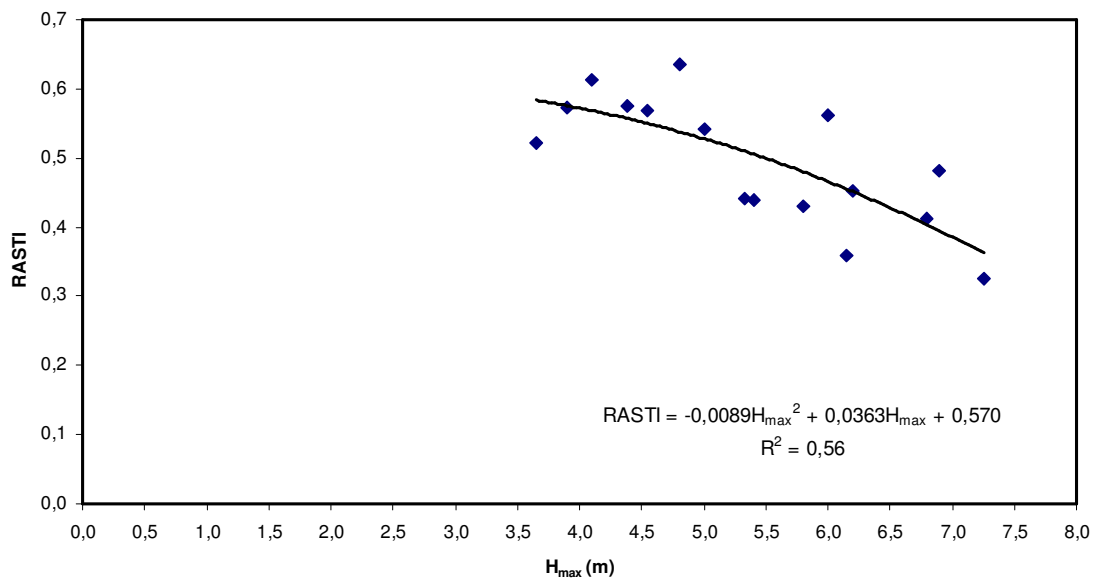


Fig. 5.11 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *altura máxima* (H_{max}) e o parâmetro acústico *RASTI*

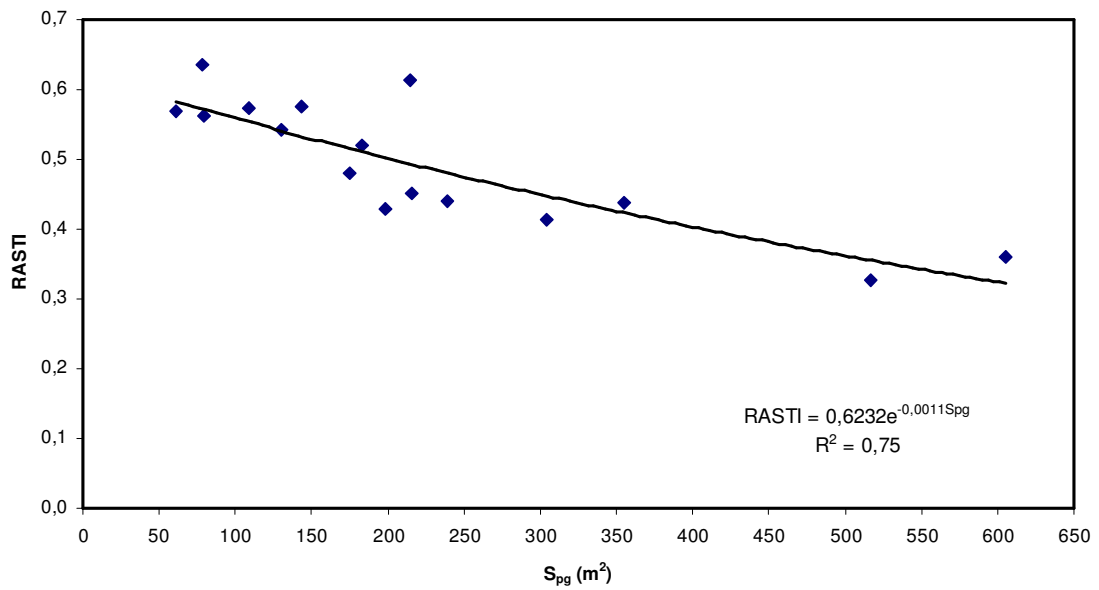


Fig. 5.12 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área de pavimento das galerias* (S_{pg}) e o parâmetro acústico *RASTI*

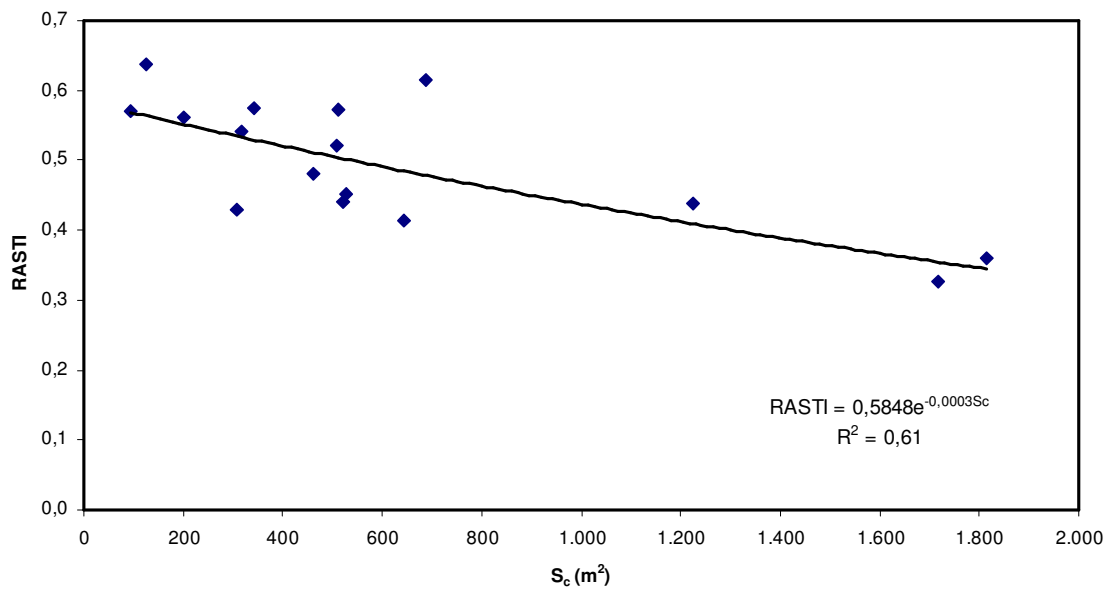


Fig. 5.13 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área central* (S_c) e o parâmetro acústico *RASTI*

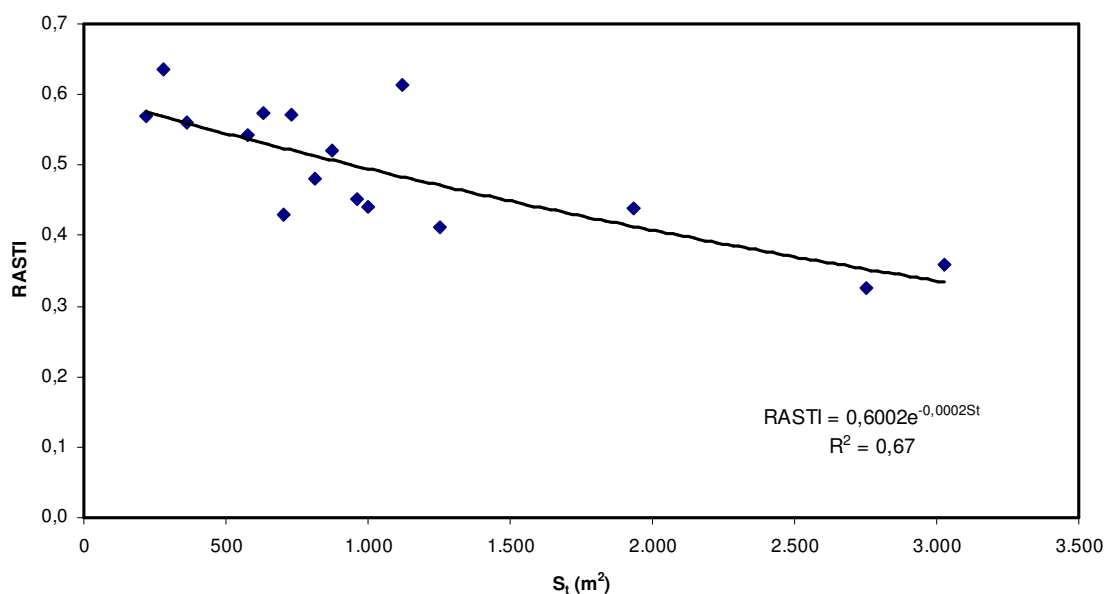


Fig. 5.14 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área total* (S_t) e o parâmetro acústico *RASTI*

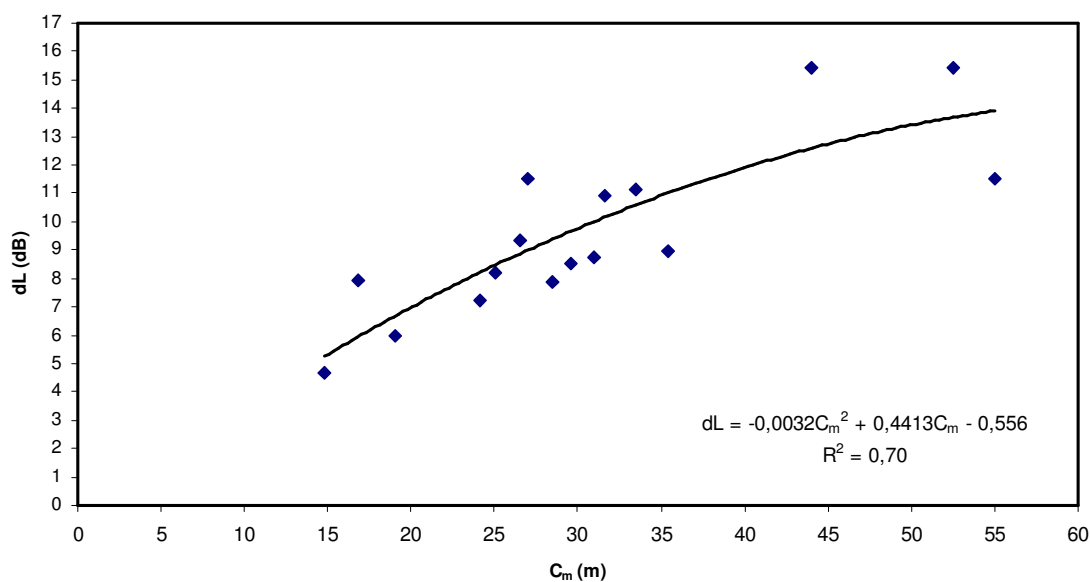


Fig. 5.15 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *comprimento médio* (C_m) e o parâmetro acústico *dL*

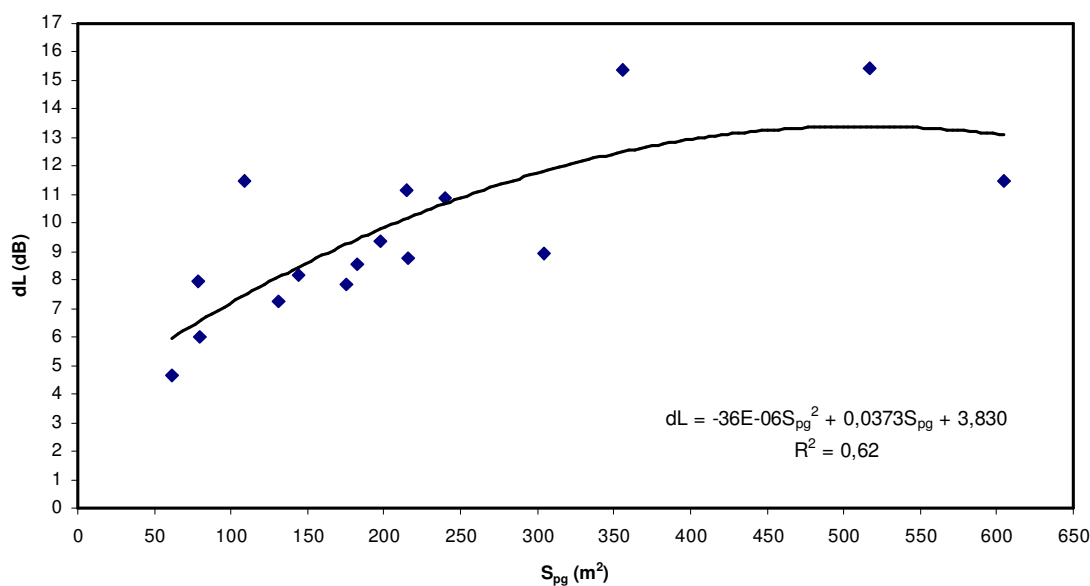


Fig. 5.16 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área de pavimento das galerias* (S_{pg}) e o parâmetro acústico dL

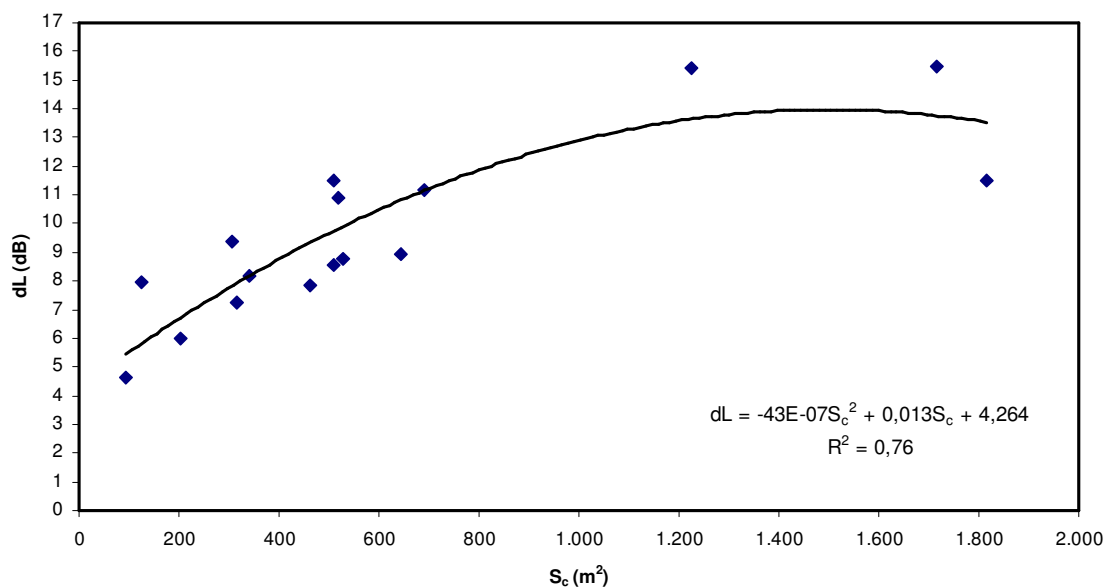


Fig. 5.17 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área central* (S_c) e o parâmetro acústico dL

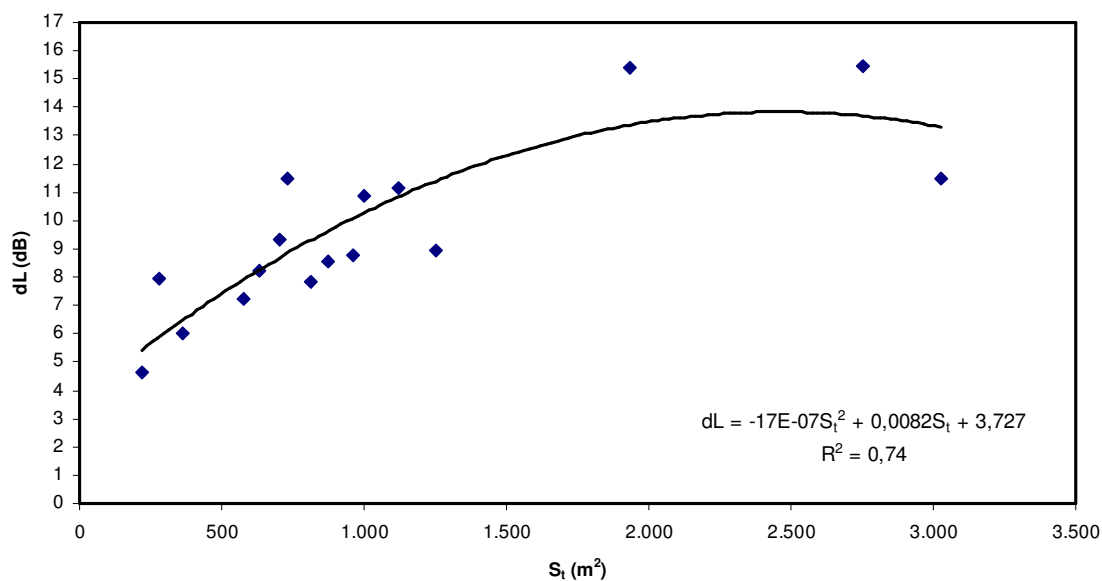


Fig. 5.18 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área total* (S_t) e o parâmetro acústico dL

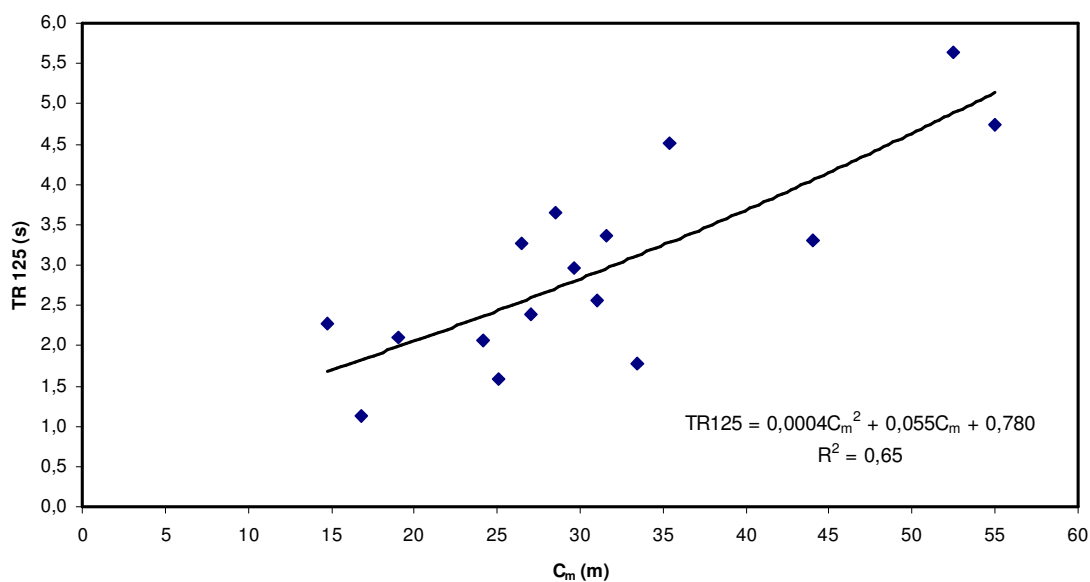


Fig. 5.19 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *comprimento médio* (C_m) e o parâmetro acústico TR_{125}

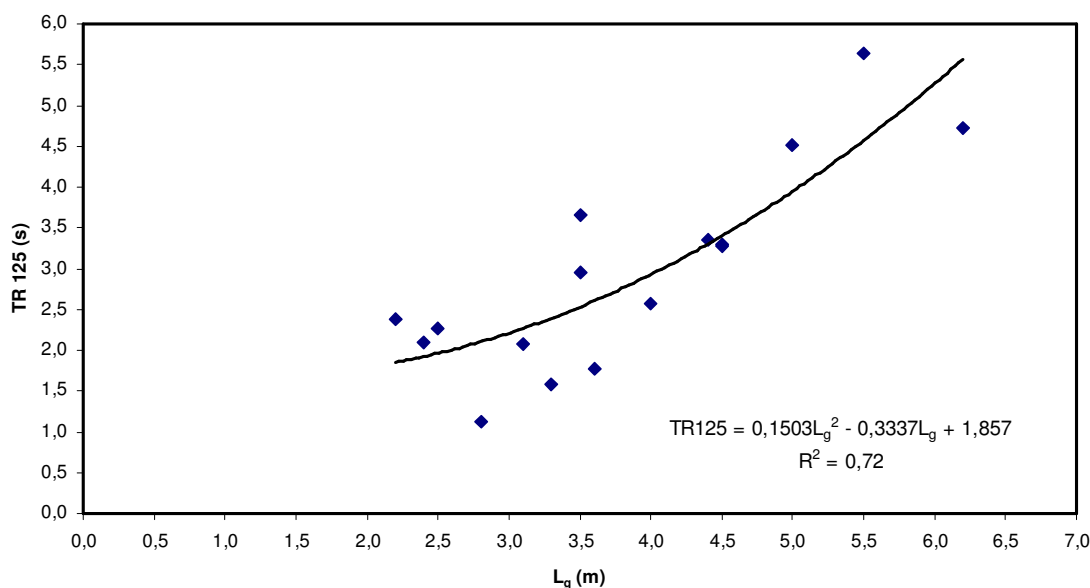


Fig. 5.20 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *largura das galerias* (L_g) e o parâmetro acústico TR_{125}

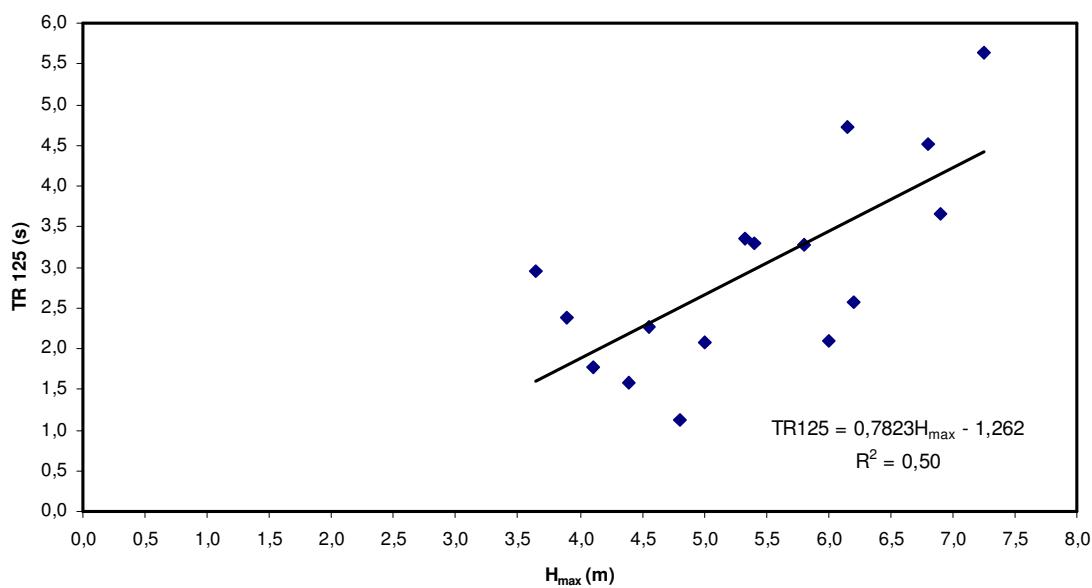


Fig. 5.21 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *altura máxima* (H_{max}) e o parâmetro acústico TR_{125}

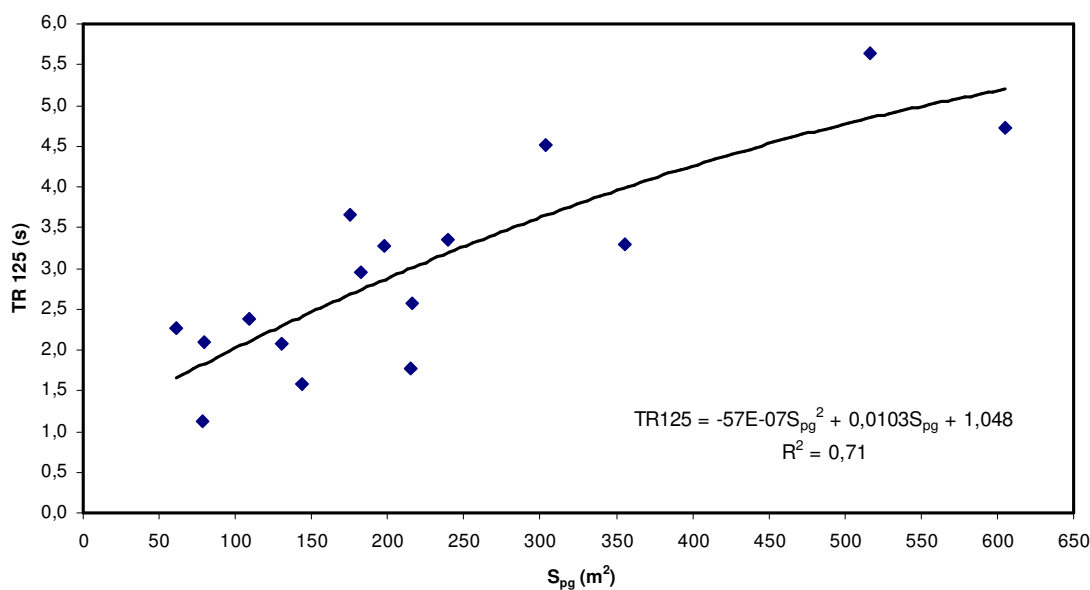


Fig. 5.22 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área de pavimento das galerias* (S_{pg}) e o parâmetro acústico TR_{125}

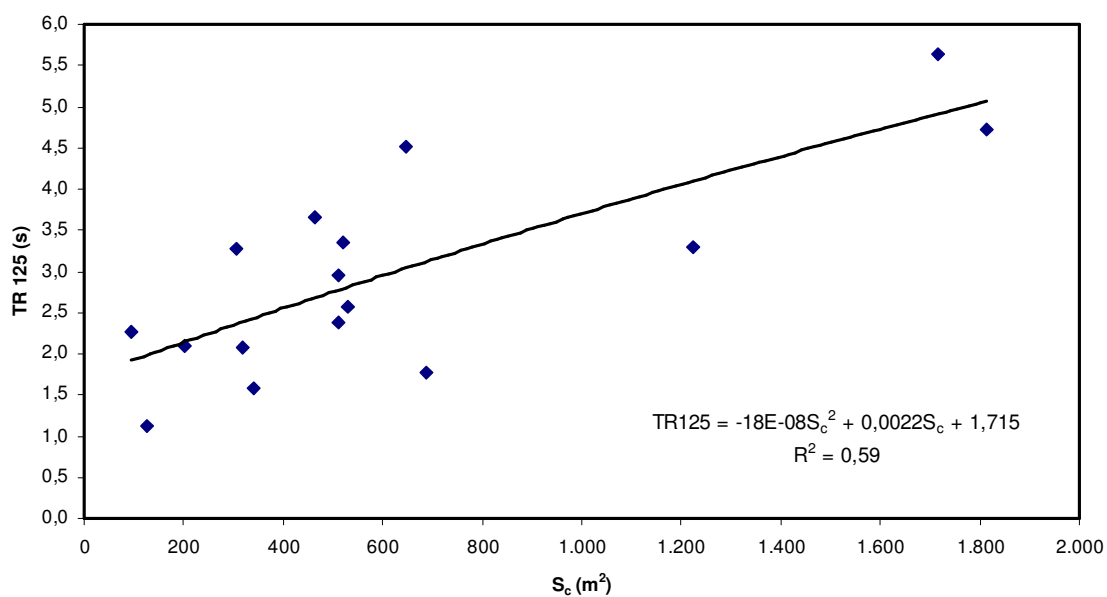


Fig. 5.23 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área central* (S_c) e o parâmetro acústico TR_{125}

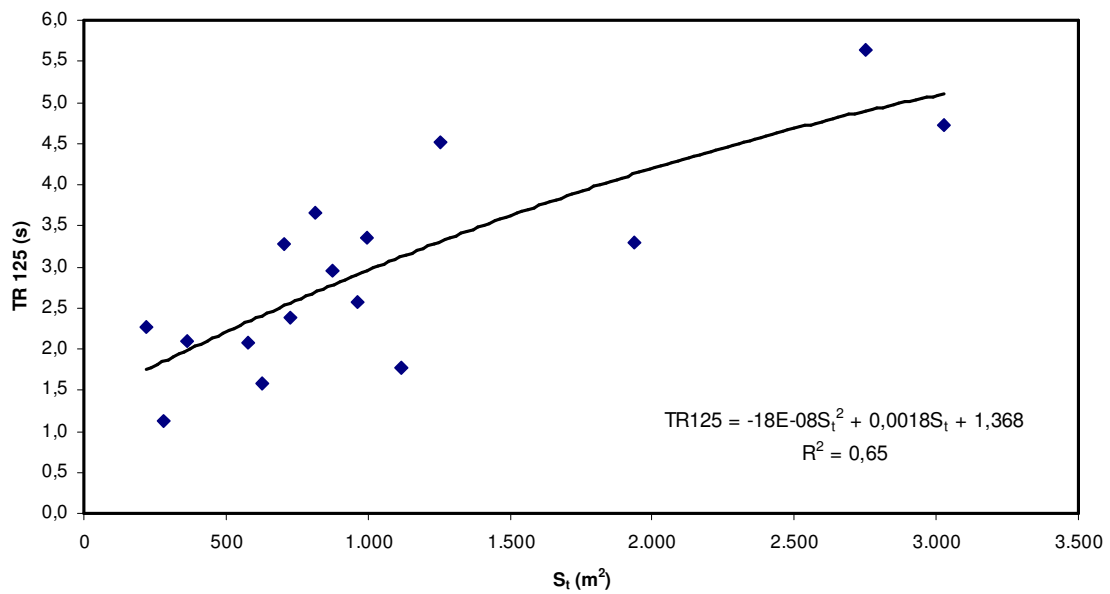


Fig. 5.24 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área total* (S_t) e o parâmetro acústico *TR125*

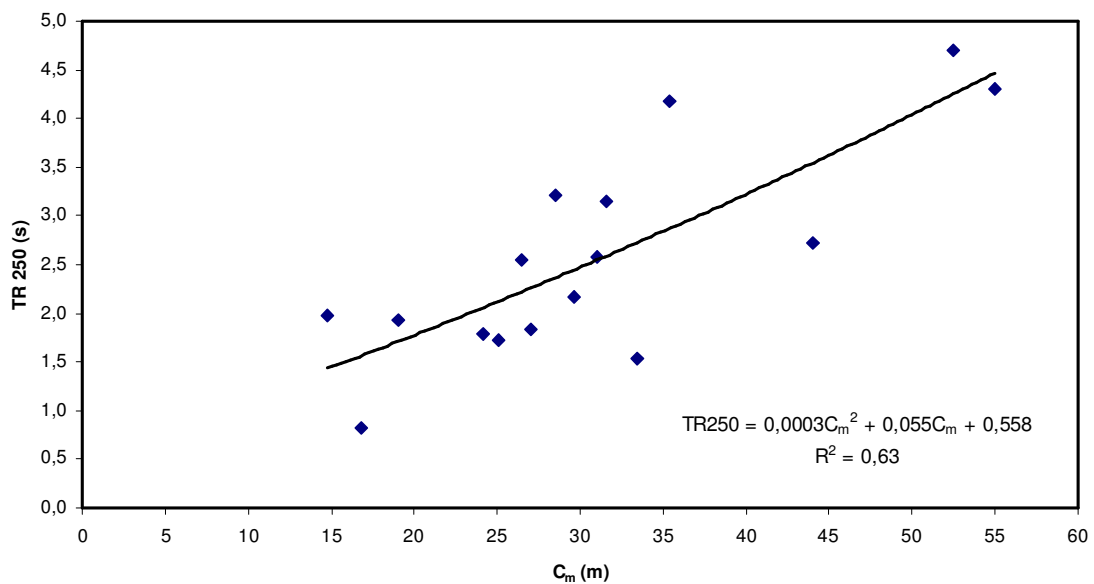


Fig. 5.25 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *comprimento médio* (C_m) e o parâmetro acústico *TR250*

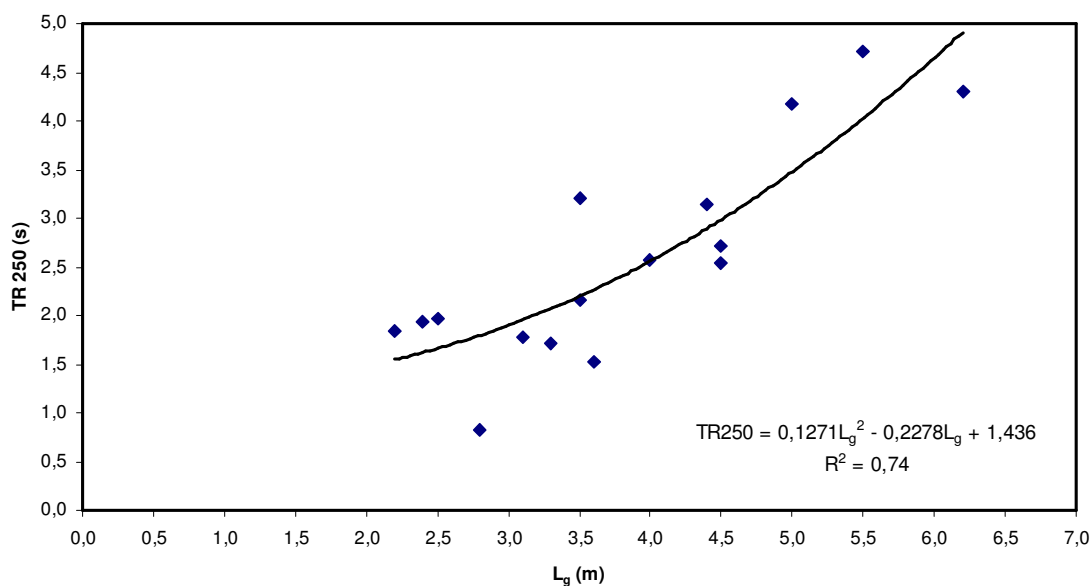


Fig. 5.26 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *largura das galerias* (L_g) e o parâmetro acústico TR_{250}

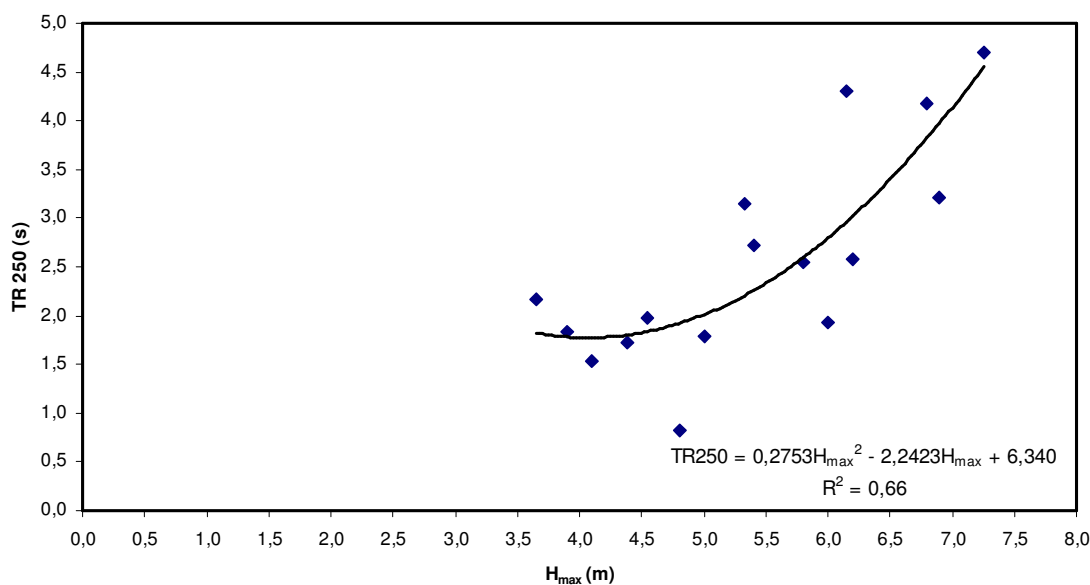


Fig. 5.27 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *altura máxima* (H_{max}) e o parâmetro acústico TR_{250}

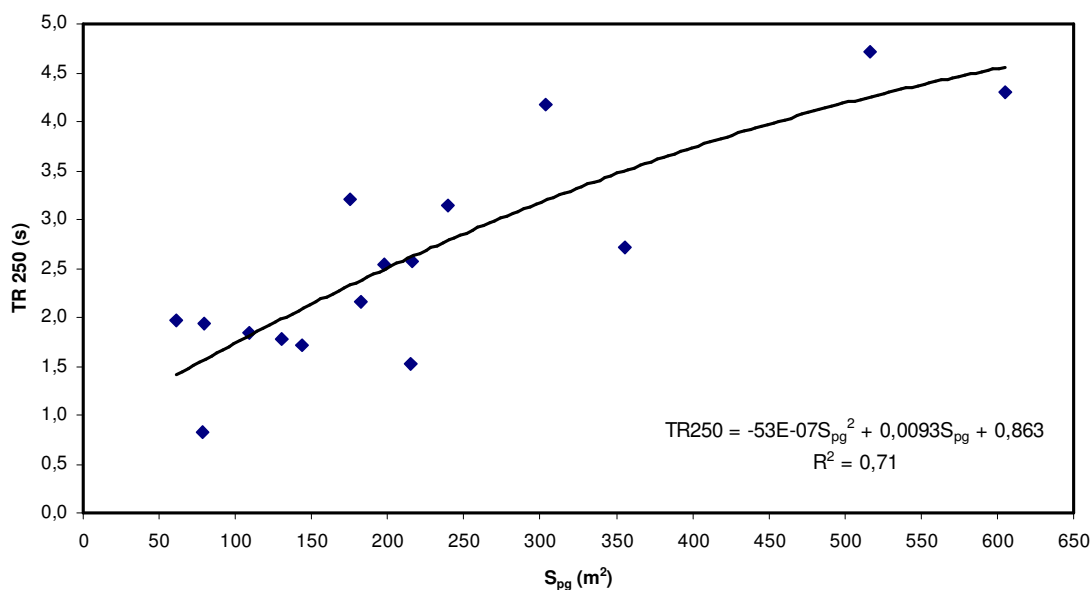


Fig. 5.28 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área de pavimento das galerias* (S_{pg}) e o parâmetro acústico *TR250*

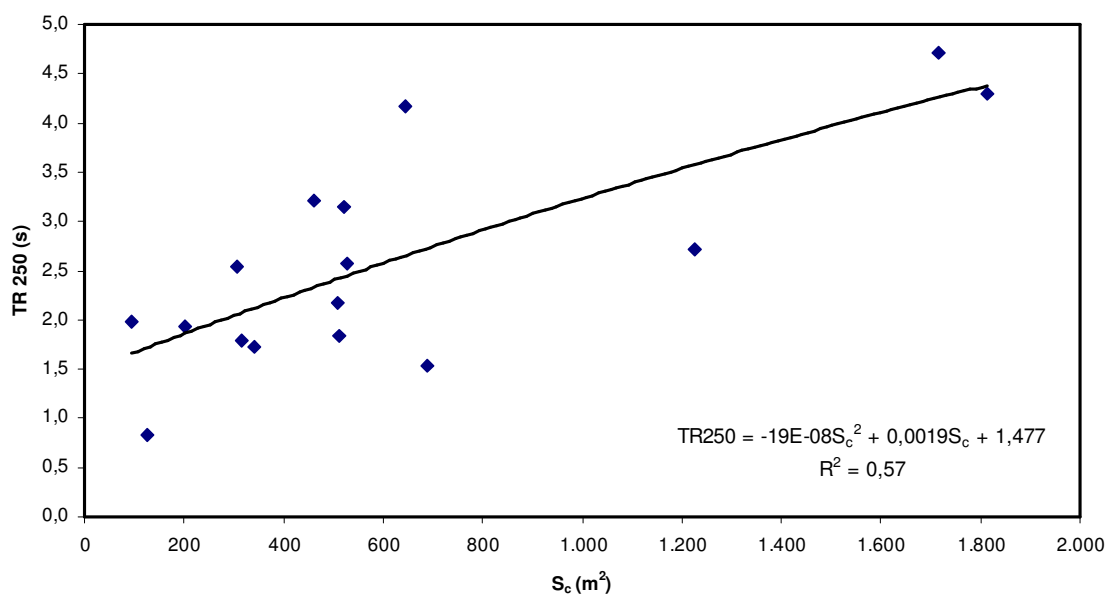


Fig. 5.29 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área central* (S_c) e o parâmetro acústico *TR250*

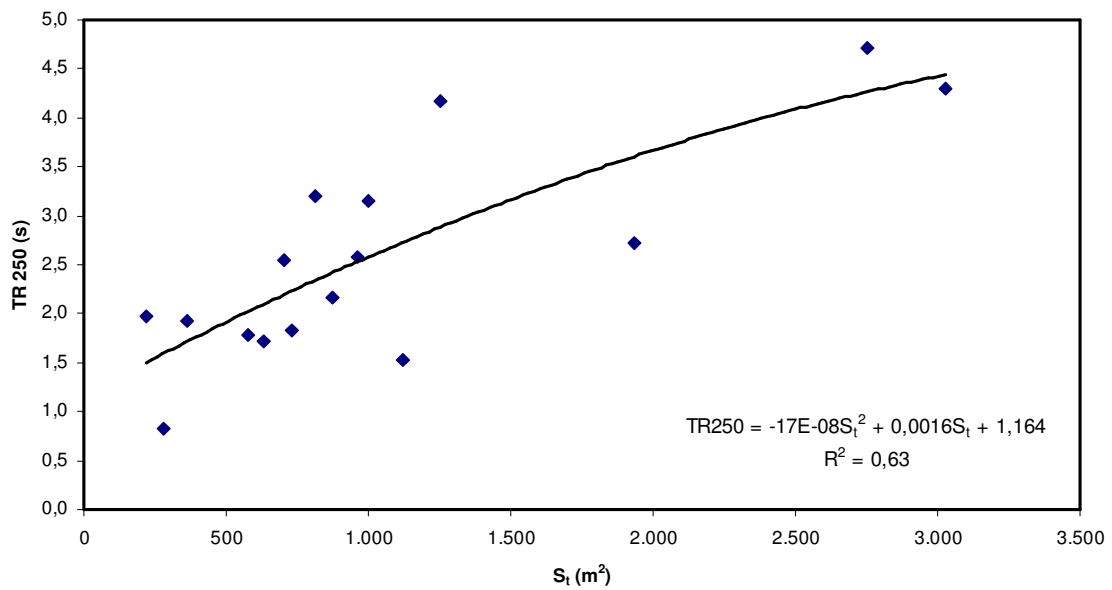


Fig. 5.30 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área total* (S_t) e o parâmetro acústico TR_{250}

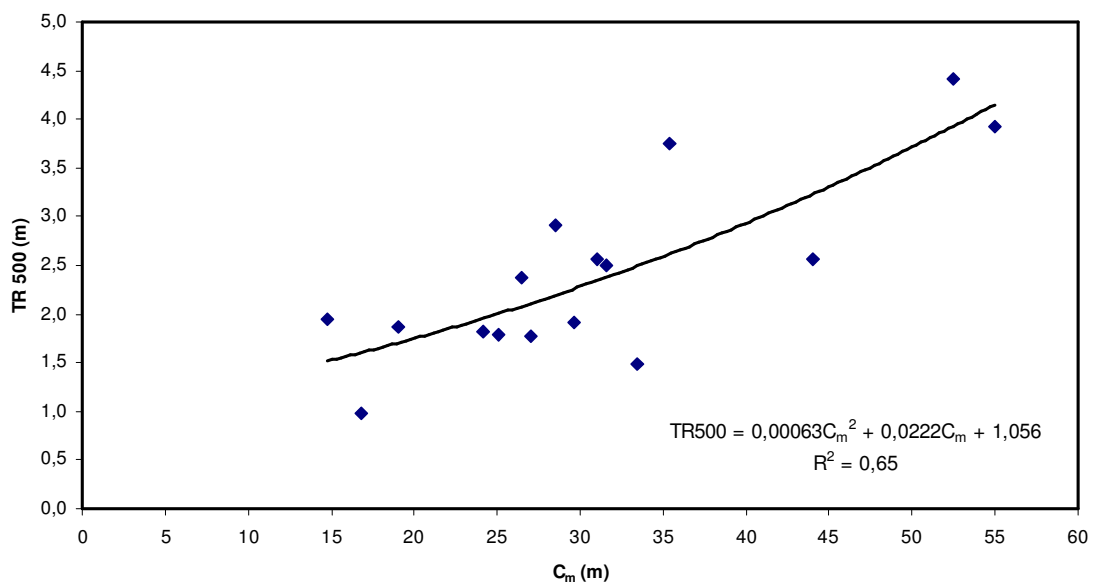


Fig. 5.31 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *comprimento médio* (C_m) e o parâmetro acústico TR_{500}

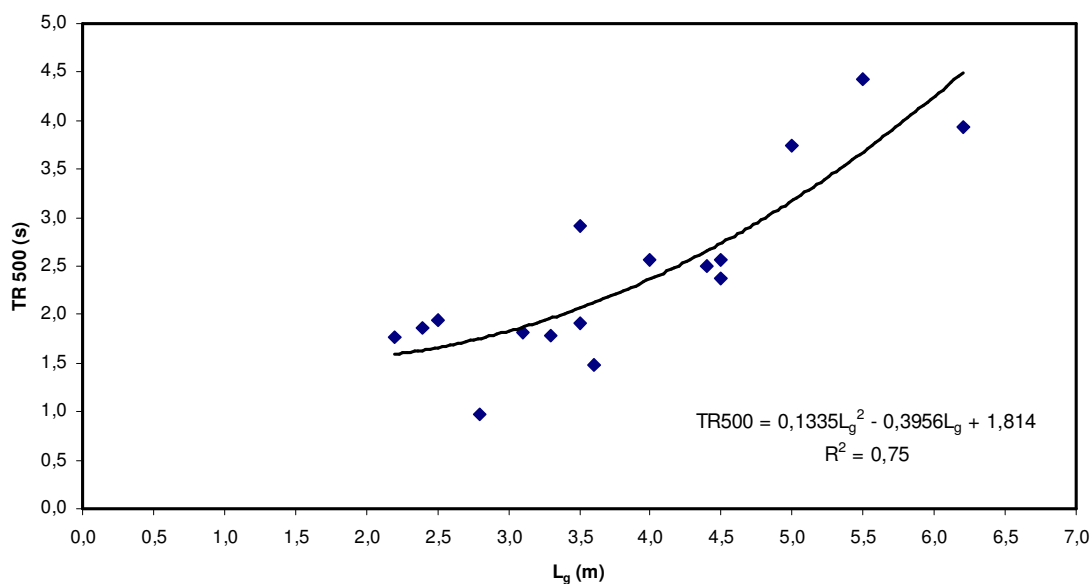


Fig. 5.32 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *largura das galerias* (L_g) e o parâmetro acústico *TR500*

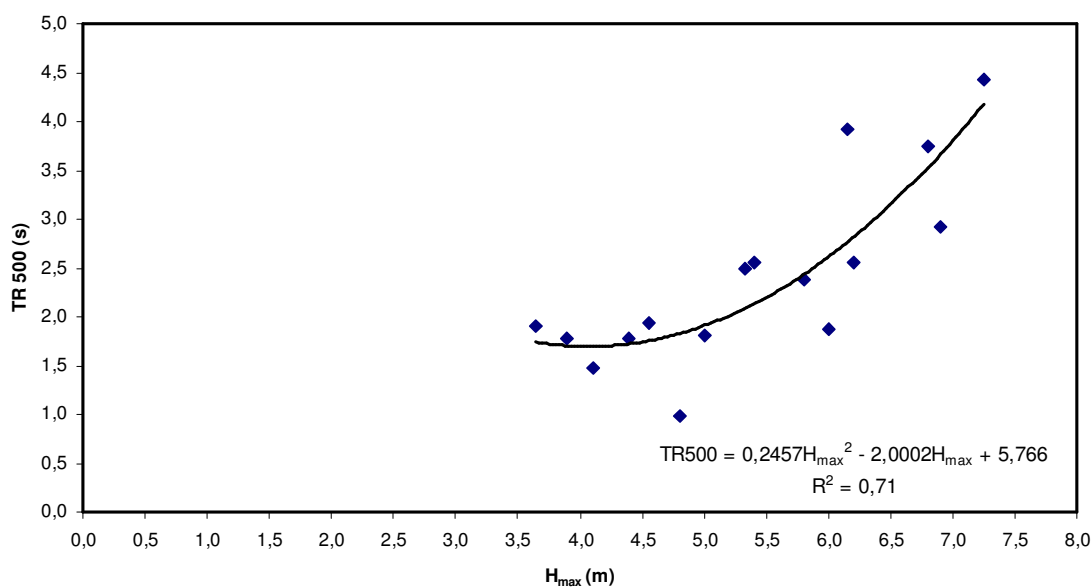


Fig. 5.33 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *altura máxima* (H_{max}) e o parâmetro acústico *TR500*

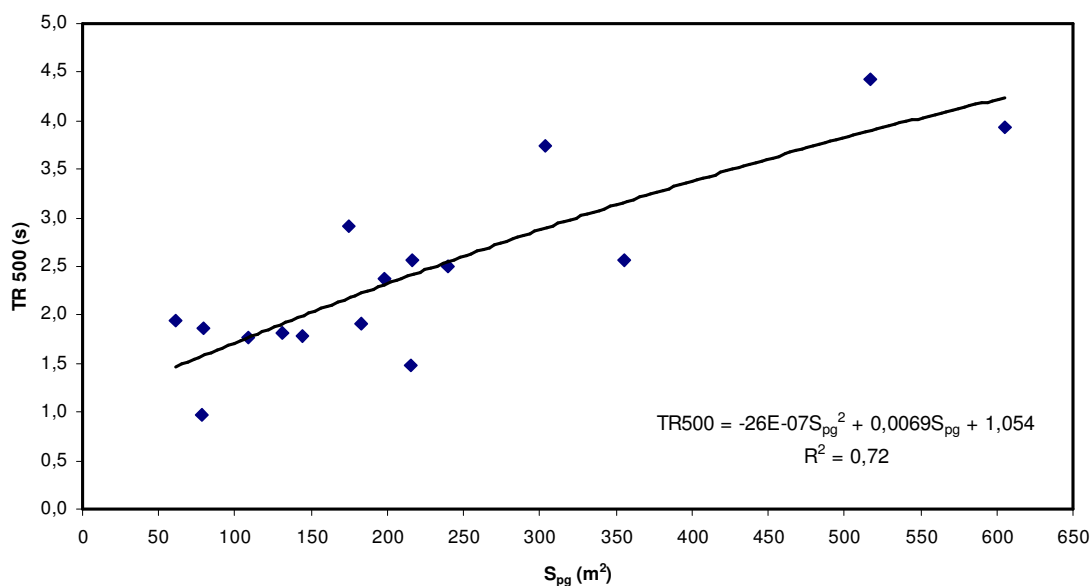


Fig. 5.34 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área de pavimento das galerias* (S_{pg}) e o parâmetro acústico *TR500*

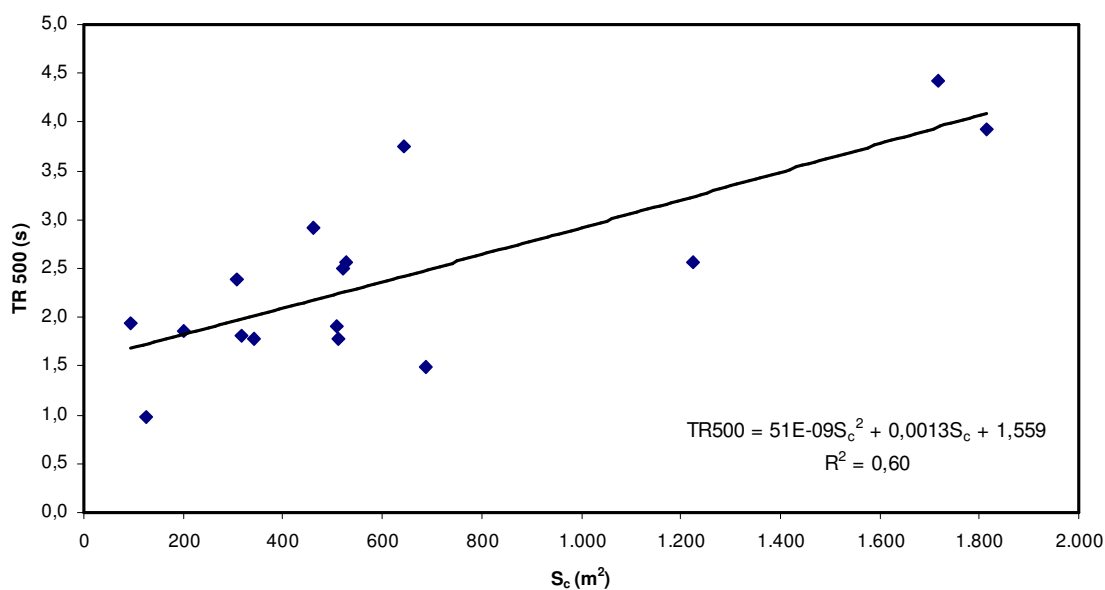


Fig. 5.35 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área central* (S_c) e o parâmetro acústico *TR500*

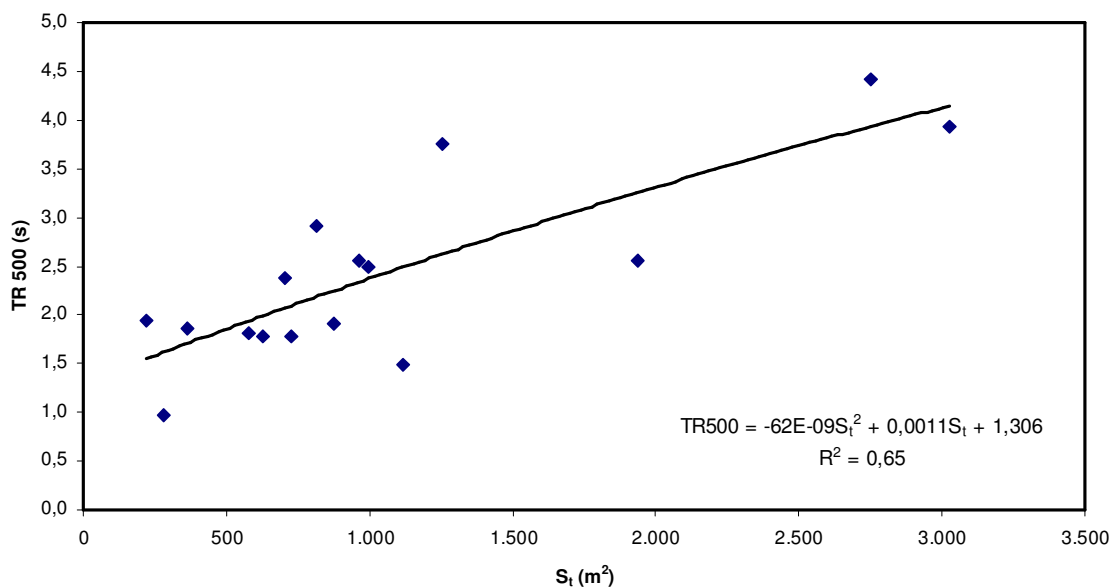


Fig. 5.36 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área total* (S_t) e o parâmetro acústico TR_{500}

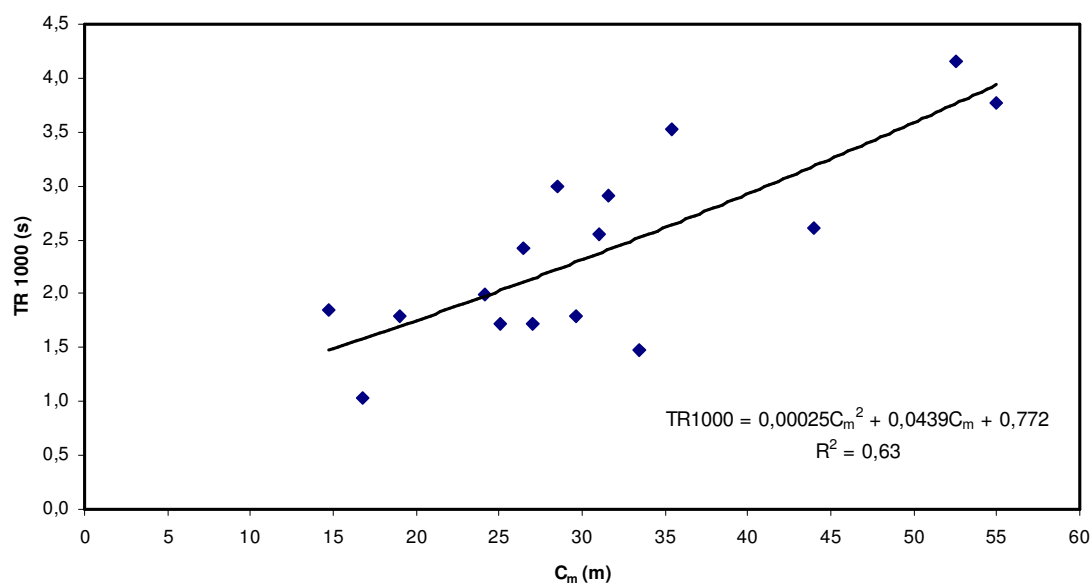


Fig. 5.37 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *comprimento médio* (C_m) e o parâmetro acústico TR_{1000}

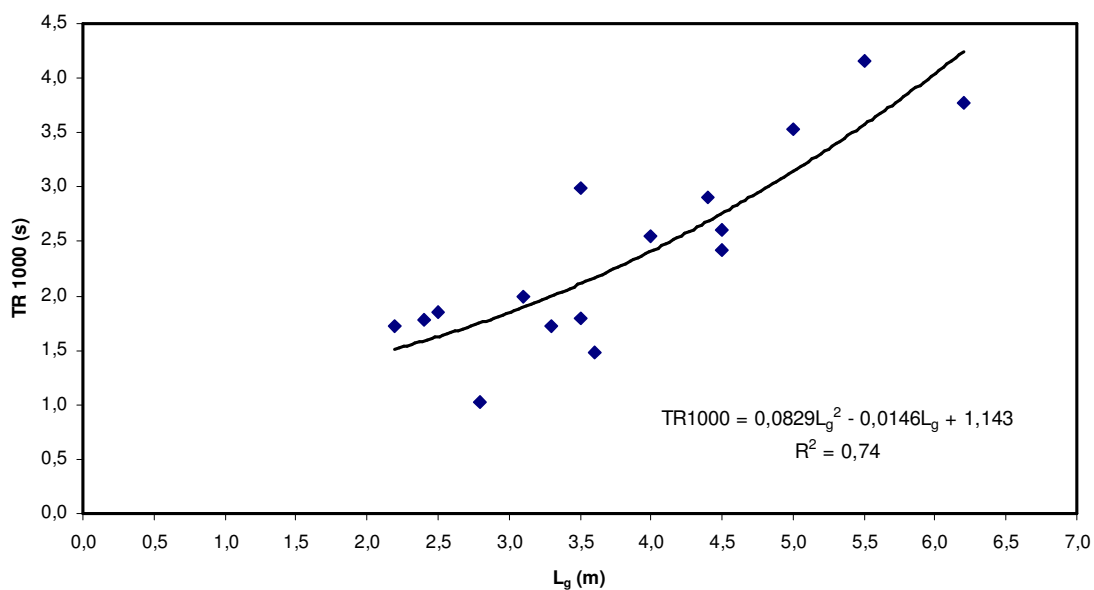


Fig. 5.38 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *largura das galerias* (L_g) e o parâmetro acústico *TR1000*

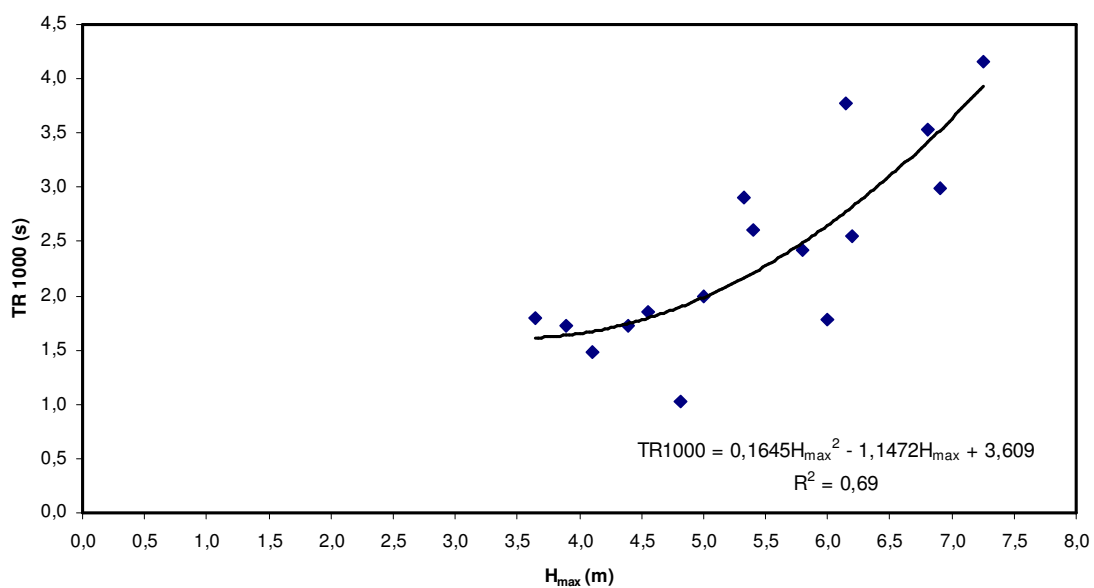


Fig. 5.39 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *altura máxima* (H_{max}) e o parâmetro acústico *TR1000*

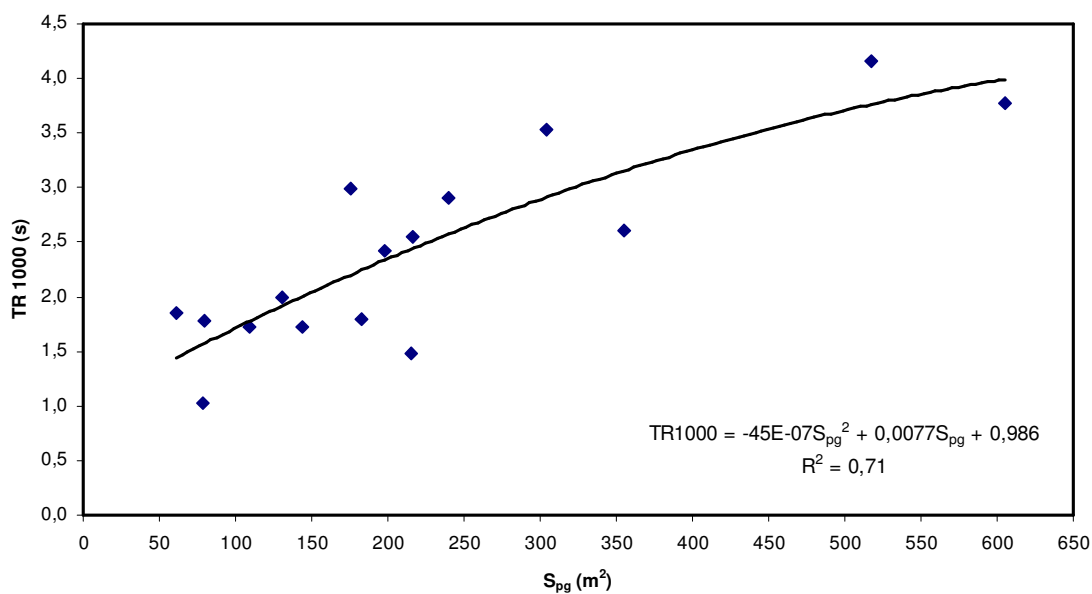


Fig. 5.40 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área de pavimento das galerias* (S_{pg}) e o parâmetro acústico *TR1000*

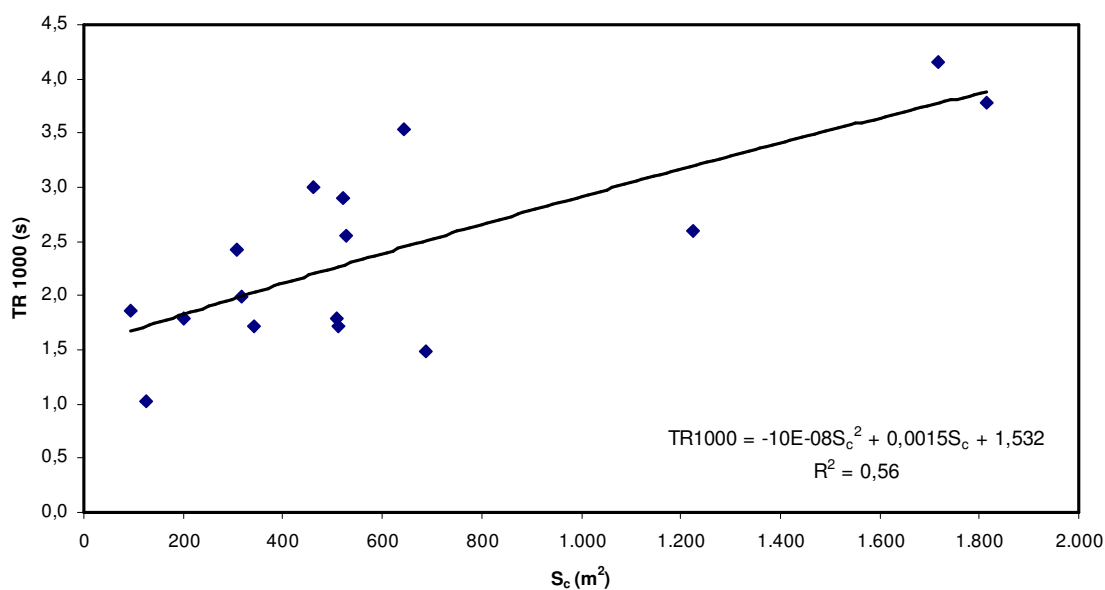


Fig. 5.41 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área central* (S_c) e o parâmetro acústico *TR1000*

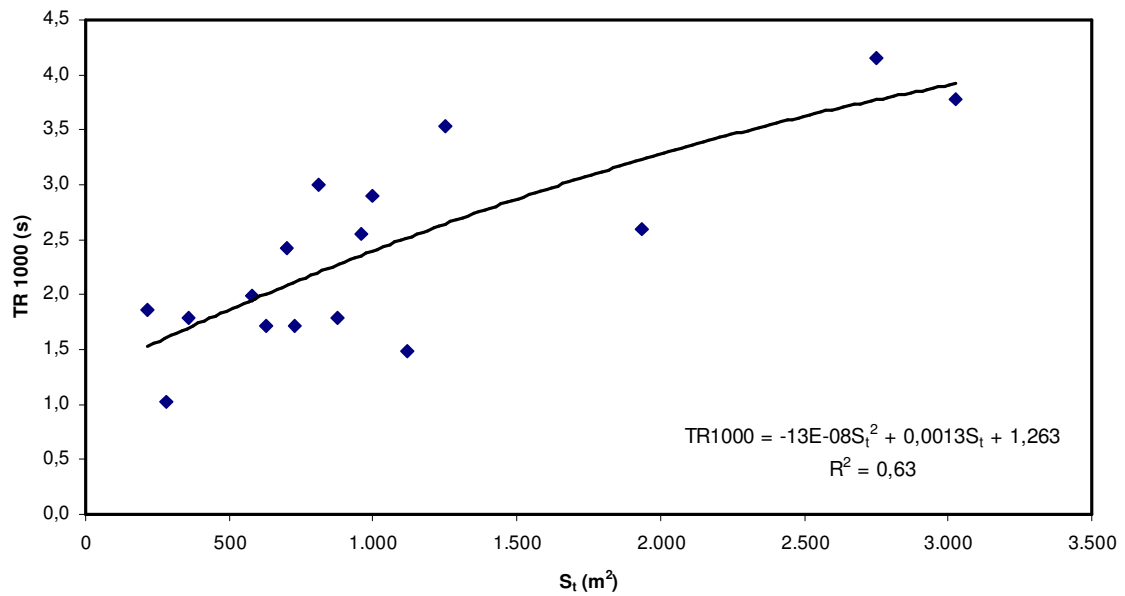


Fig. 5.42 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área total* (S_t) e o parâmetro acústico TR_{1000}

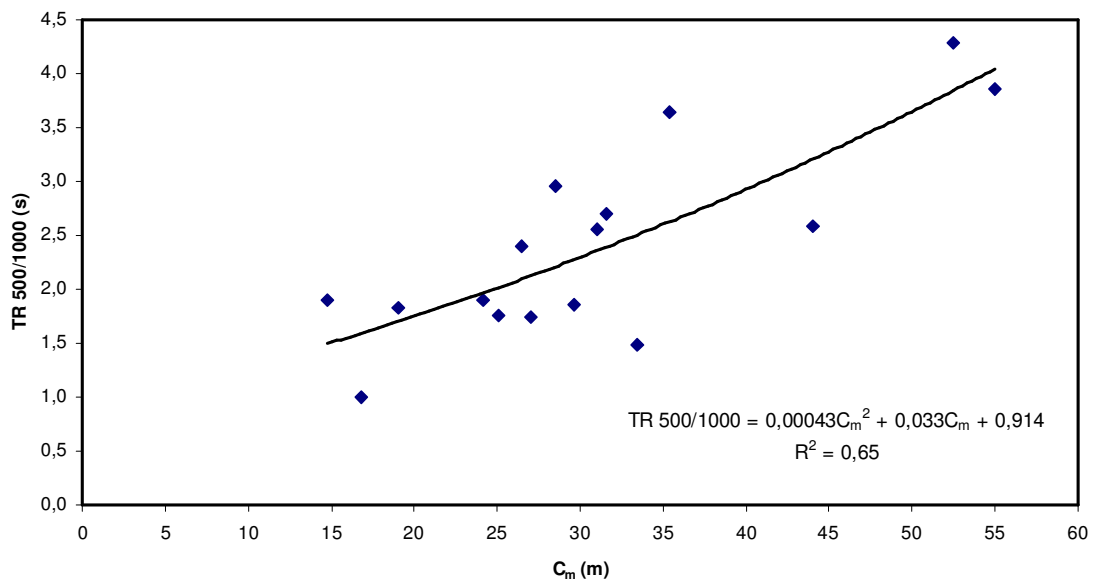


Fig. 5.43 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *comprimento médio* (C_m) e o parâmetro acústico $TR_{500/1000}$

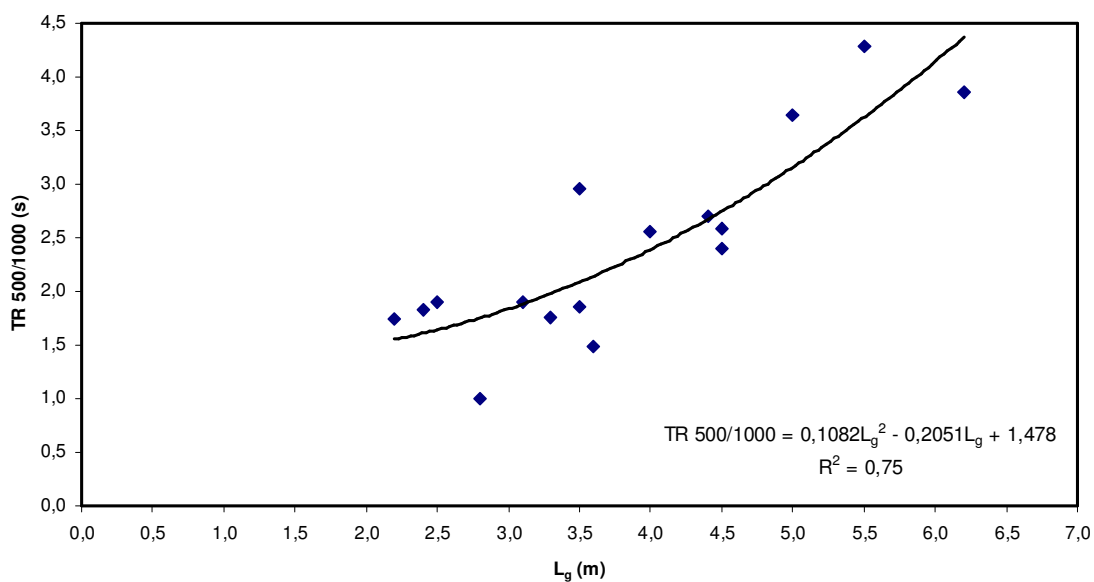


Fig. 5.44 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *largura das galerias* (L_g) e o parâmetro acústico *TR500/1000*

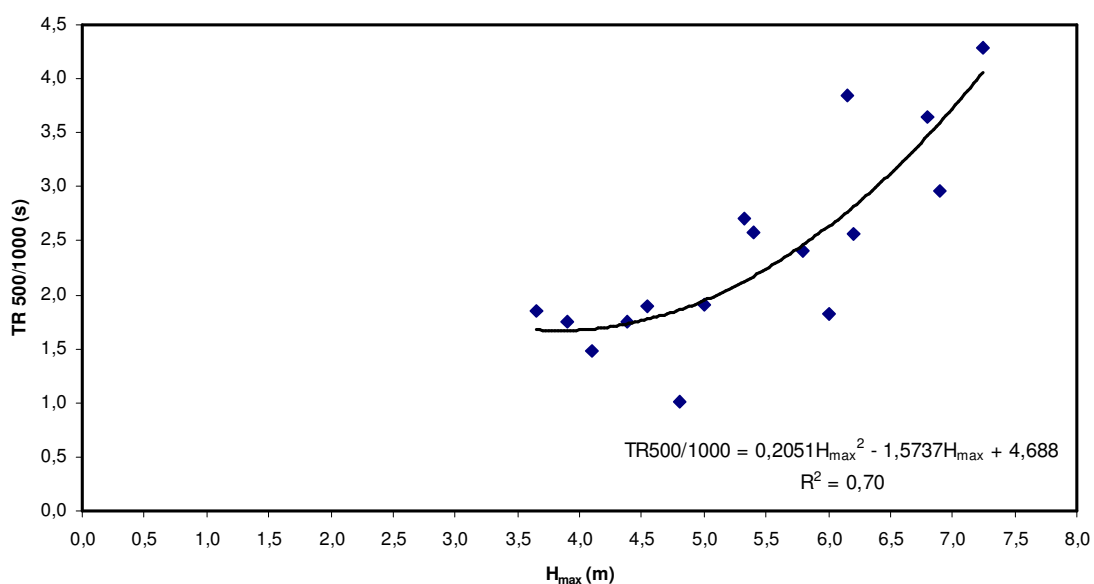


Fig. 5.45 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *altura máxima* (H_{max}) e o parâmetro acústico *TR500/1000*

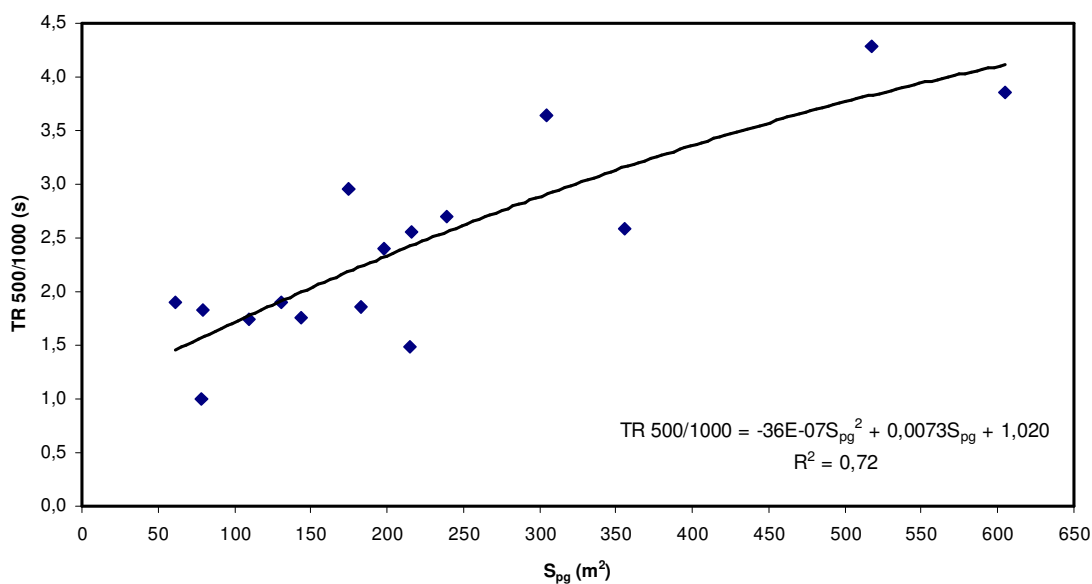


Fig. 5.46 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área de pavimento das galerias* (S_{pg}) e o parâmetro acústico *TR500/1000*

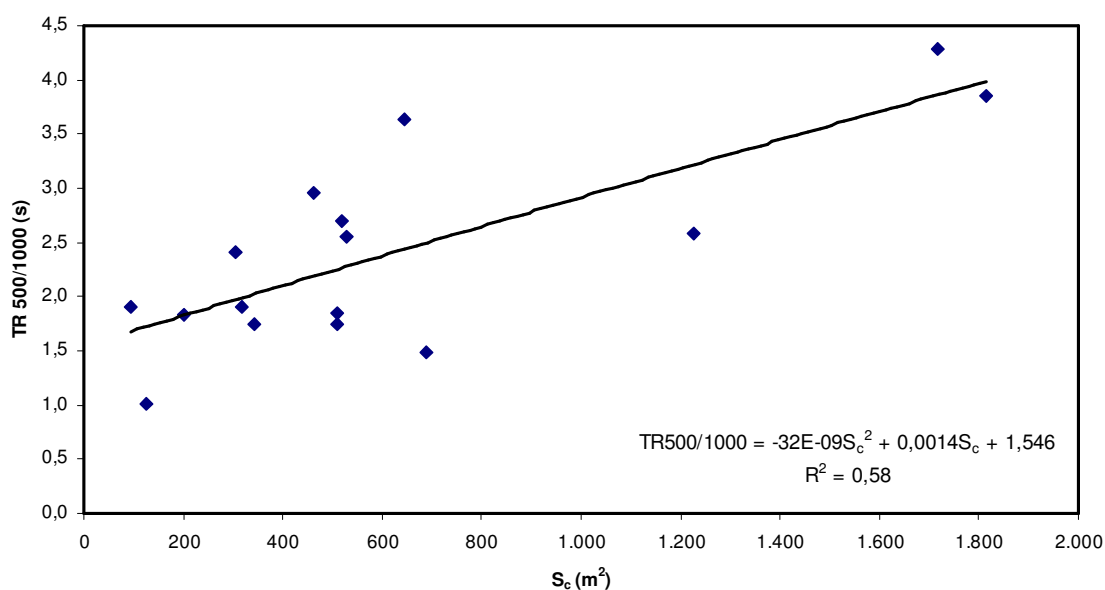


Fig. 5.47 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área central* (S_c) e o parâmetro acústico *TR500/1000*

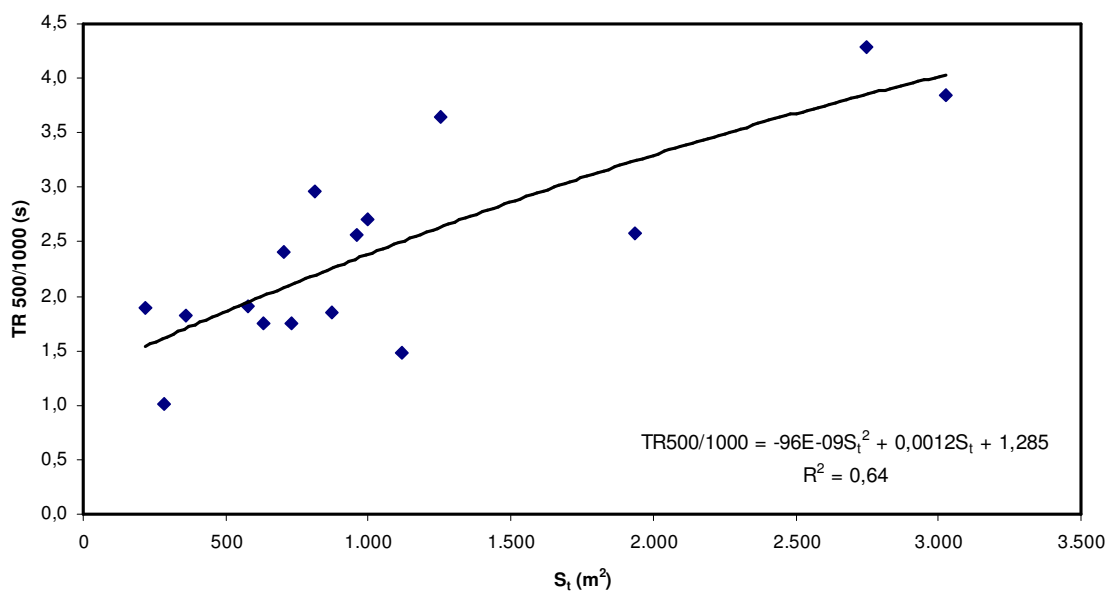


Fig. 5.48 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área total* (S_t) e o parâmetro acústico *TR500/1000*

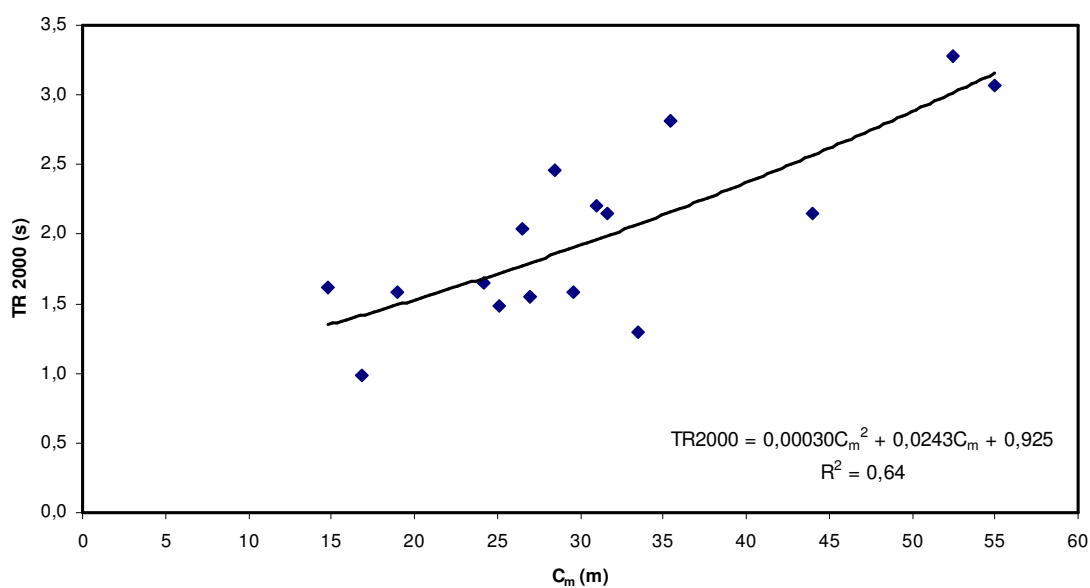


Fig. 5.49 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *comprimento médio* (C_m) e o parâmetro acústico *TR2000*

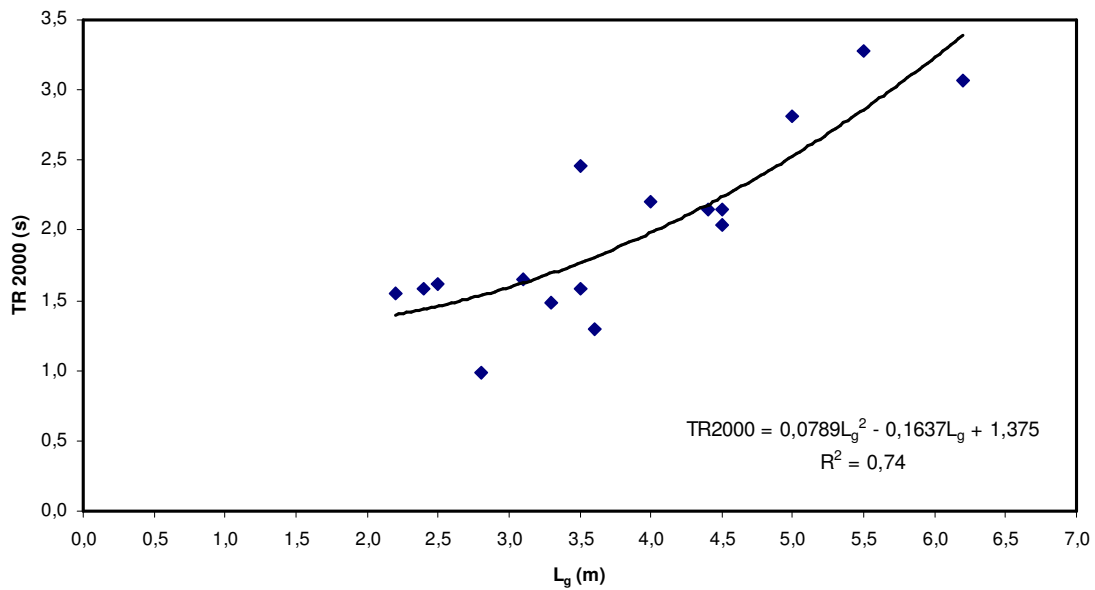


Fig. 5.50 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *largura das galerias* (L_g) e o parâmetro acústico *TR2000*

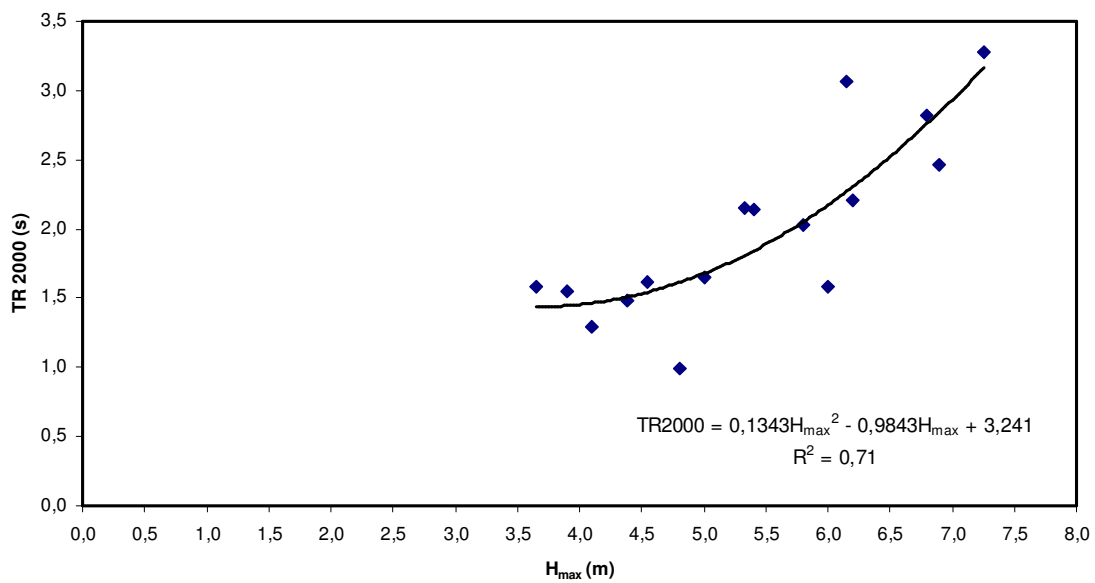


Fig. 5.51 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *altura máxima* (H_{max}) e o parâmetro acústico *TR2000*

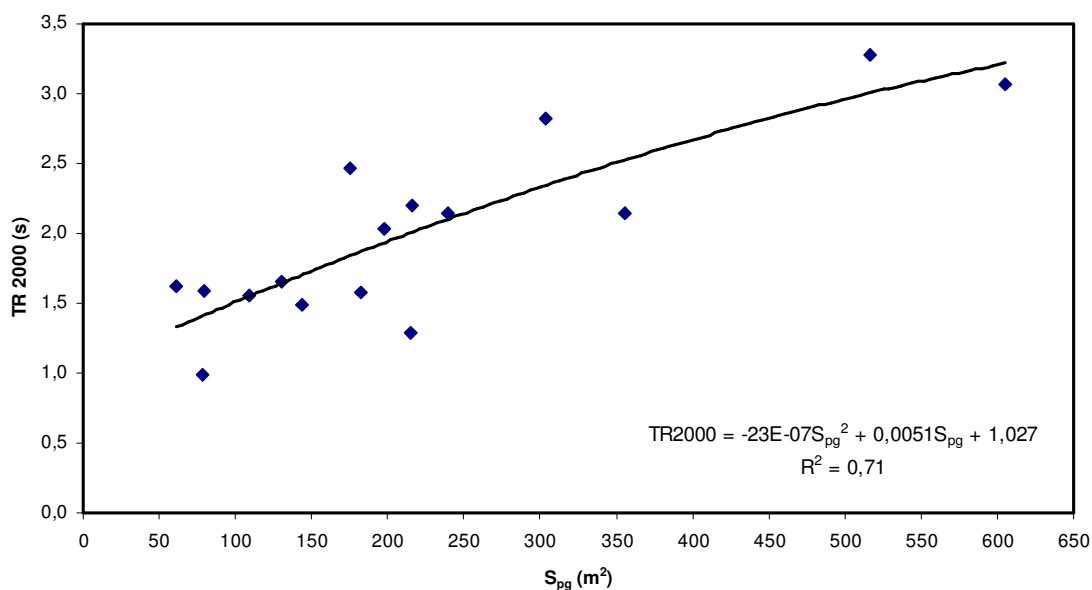


Fig. 5.52 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área de pavimento das galerias* (S_{pg}) e o parâmetro acústico TR_{2000}

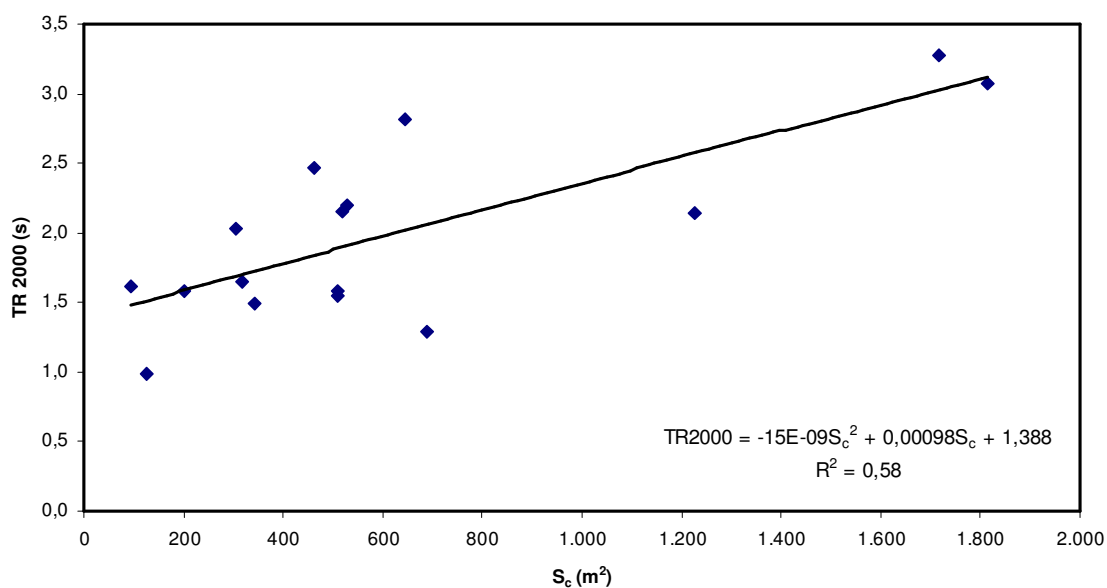


Fig. 5.53 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área central* (S_c) e o parâmetro acústico TR_{2000}

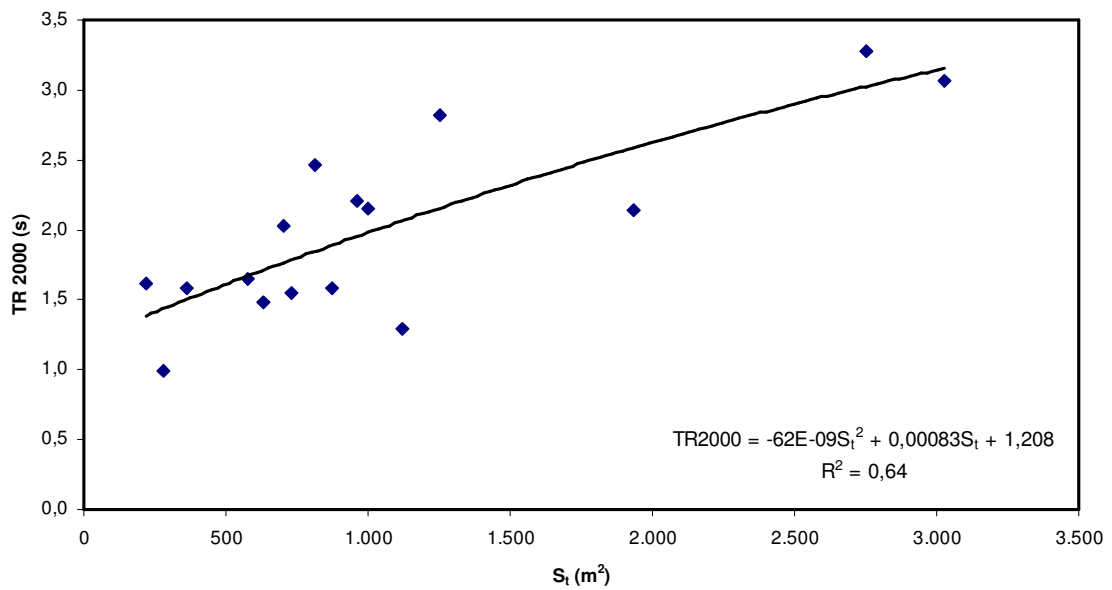


Fig. 5.54 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área total* (S_t) e o parâmetro acústico *TR2000*

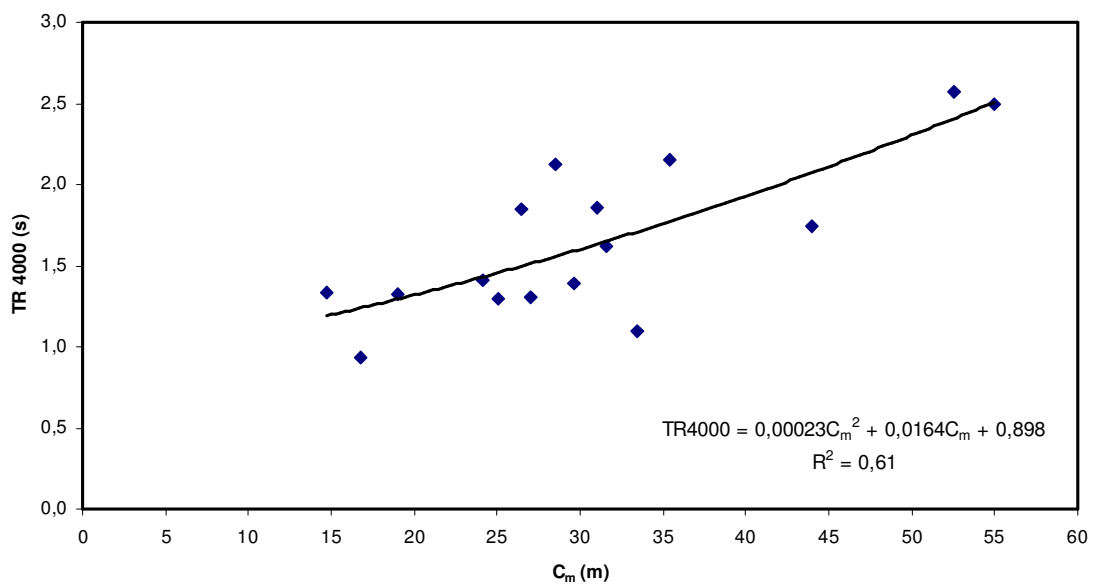


Fig. 5.55 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *comprimento médio* (C_m) e o parâmetro acústico *TR4000*

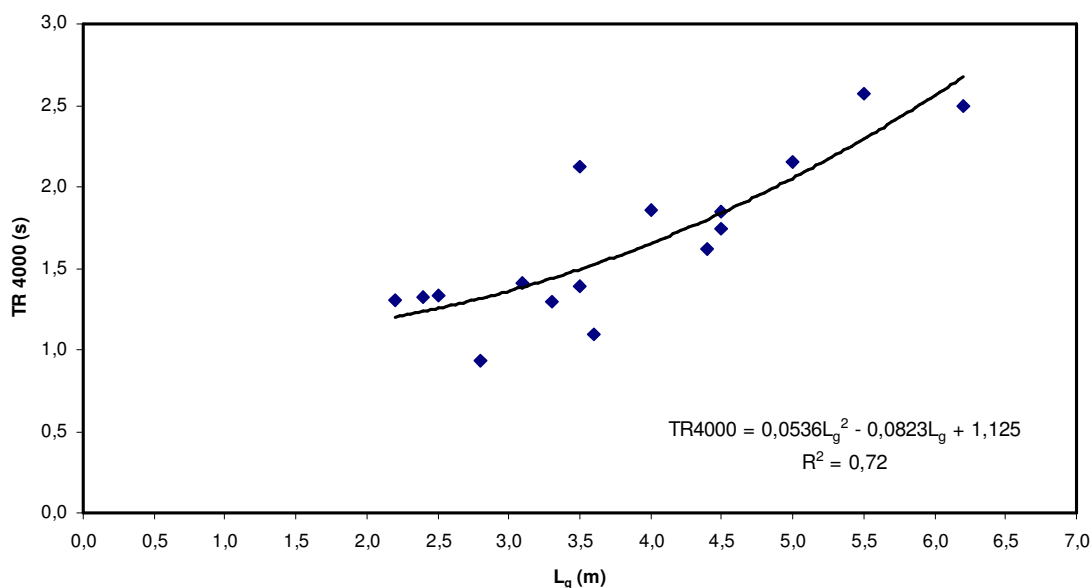


Fig. 5.56 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *largura das galerias* (L_g) e o parâmetro acústico TR_{4000}

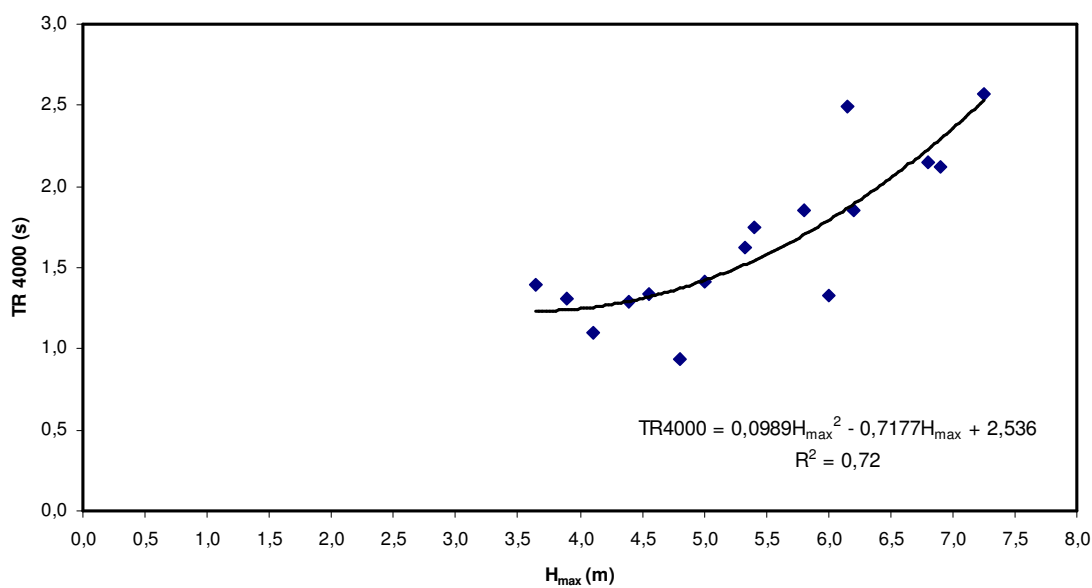


Fig. 5.57 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *altura máxima* (H_{max}) e o parâmetro acústico TR_{4000}

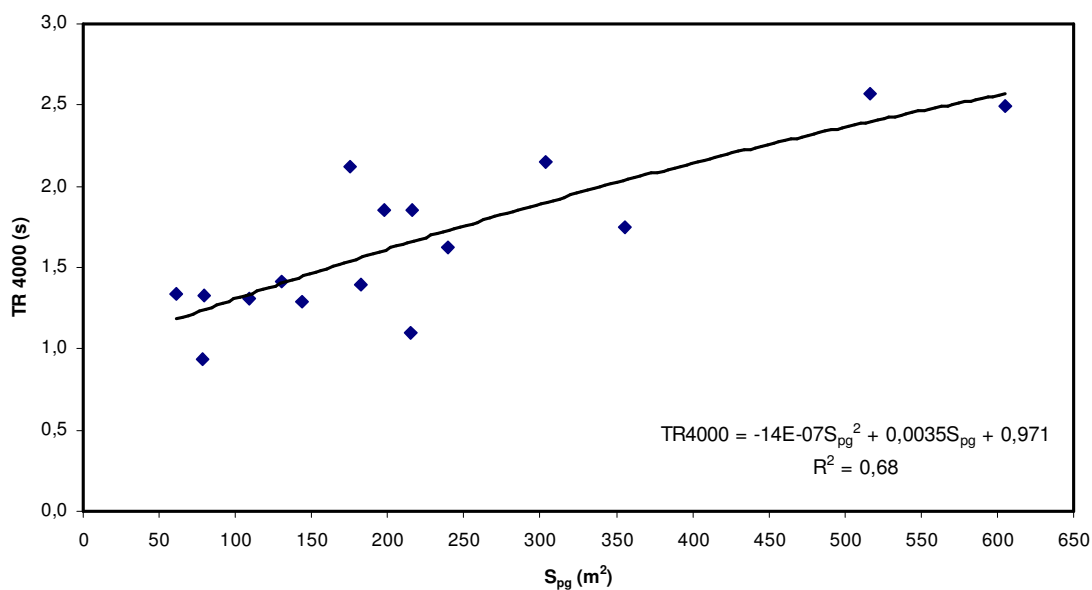


Fig. 5.58 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área de pavimento das galerias* (S_{pg}) e o parâmetro acústico TR_{4000}

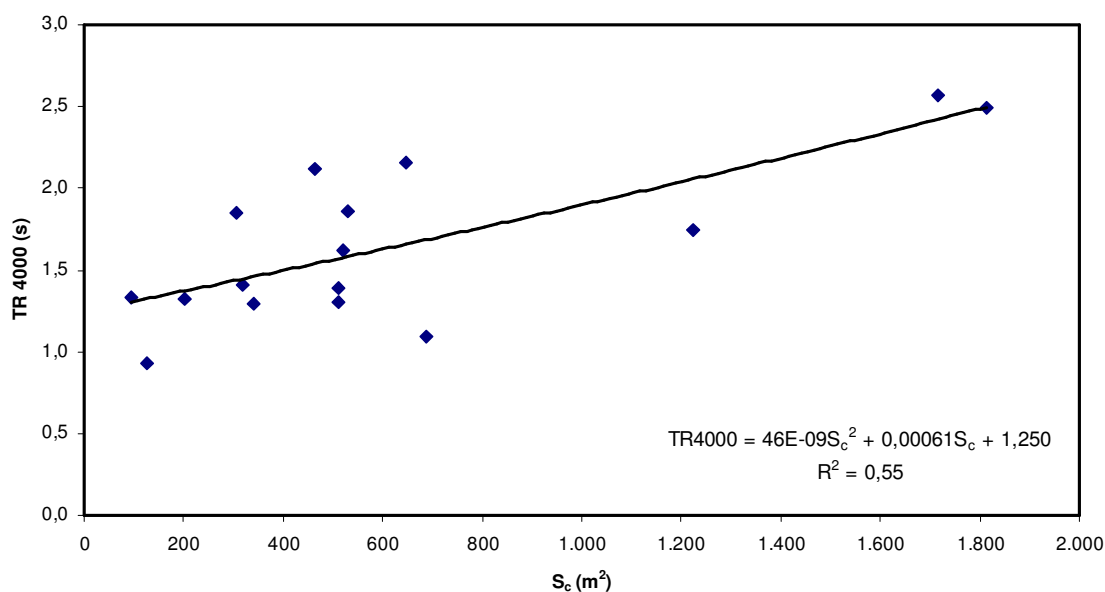


Fig. 5.59 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área central* (S_c) e o parâmetro acústico TR_{4000}

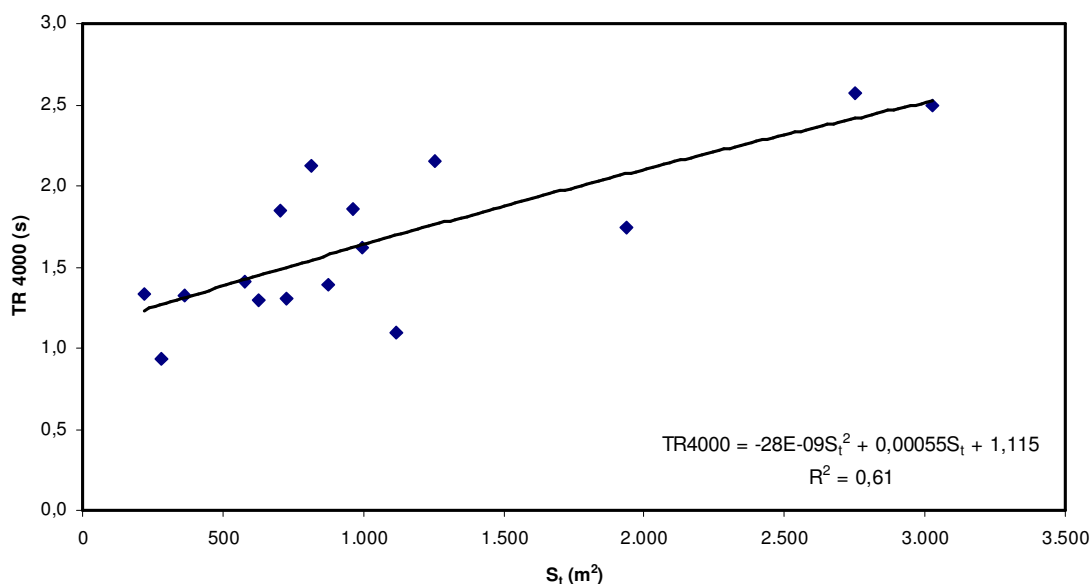


Fig. 5.60 - Melhor modelo de regressão entre o parâmetro arquitectónico *área total* (S_t) e o parâmetro acústico *TR4000*

Da análise efectuada pode-se concluir que:

- 81% da variabilidade dos valores obtidos para o parâmetro acústico RASTI é justificado pela largura da galeria (L_g) ou 75% pela área de pavimento das galerias (S_{pg});
- 76% da variabilidade dos valores obtidos para o parâmetro acústico dL é justificado pela área central do claustro (S_c); a área das galerias relativa (S_{gr}) justifica em cerca de 40% a variabilidade dos valores obtidos para este parâmetro acústico;
- a variabilidade no parâmetro acústico TR 500/1000 é justificada em cerca de 75% pela largura das galerias (L_g) ou em 70% pela altura máxima (H_{max}) ou em 72% pela área de pavimento das galerias (S_{pg});
- 35% da variabilidade no parâmetro acústico “ruído de fundo” (L_{Aeq}) é justificado pela largura das galerias (L_g) ou pela área de pavimento das galerias (S_{pg}); 33% da variabilidade pela altura máxima das galerias (H_{max}) ou pela área total (S_t) do claustro ou em 32% pelo comprimento médio (C_m) do claustro;
- a absorção sonora (A) justifica em cerca de 35% a variabilidade no parâmetro acústico RASTI ou em 41% no TR 500/1000.

b) Modelos gerais lineares entre os parâmetros acústicos e os parâmetros arquitectónicos

Com o objectivo de tentar encontrar um melhor modelo linear que pudesse explicar e/ou prever as relações entre parâmetros acústicos e os parâmetros arquitectónicos, foram calculados modelos gerais lineares, isto é, com mais de uma variável independente.

Estes modelos foram efectuados com as médias obtidas em cada parâmetro acústico e os valores dos parâmetros arquitectónicos, para os 16 claustros sem alterações arquitectónicas.

No quadro 5.5 representam-se os melhores modelos gerais lineares. O parâmetro acústico foi o factor dependente e introduzindo como variáveis os oito parâmetros arquitectónicos, foram gradualmente removidos ou inseridos, termo a termo (dois métodos de cálculo), até se obter o melhor e mais significativo conjunto de variáveis independentes.

Quadro 5.5 – Melhores modelos gerais lineares entre os parâmetros acústicos e parâmetros arquitectónicos de cada claustro

Modelo	R ²
$RASTI = 0,707 - 0,0718 L_g - 0,0261 H_{max} + 0,000495 A + 0,305 S_{gr}$	0,90
$RASTI = 0,847 - 0,0547 L_g - 0,0266 H_{max}$	0,86
$dL = - 2,30 - 0,0298 S_{pg} + 0,736 C_m - 0,0306 A$	0,90
$TR\ 125 = - 0,439 + 0,419 H_{max} + 0,0050 S_{pg}$	0,80
$TR\ 250 = - 0,614 + 0,535 L_g + 0,436 H_{max} - 2,71 S_{gr}$	0,86
$TR\ 500 = - 0,601 + 0,408 H_{max} + 0,0036 S_{pg}$	0,88
$TR\ 1000 = - 0,411 + 0,414 L_g + 0,397 H_{max} - 2,06 S_{gr}$	0,89
$TR\ 500/1000 = - 0,389 + 0,419 L_g + 0,412 H_{max} - 2,31 S_{gr}$	0,89
$TR\ 500/1000 = - 0,669 + 0,450 H_{max} + 0,000596 S_t$	0,87
$TR\ 2000 = - 0,005 + 0,286 L_g + 0,310 H_{max} - 1,72 S_{gr}$	0,90
$TR\ 4000 = 0,104 + 0,2088 L_g + 0,236 H_{max} - 1,16 S_{gr}$	0,89

Da análise efectuada os valores de R^2 permitem detectar que a variabilidade dos valores do RASTI podem ser explicados em cerca de 90% pelo conjunto largura das galerias (L_g), altura máxima (H_{max}), absorção sonora (A) e área de galerias relativa (S_{gr}).

A variabilidade nos valores do dL é explicada em 90% pelo conjunto área de pavimento das galerias (S_{pg}), comprimento médio (C_m) e absorção sonora (A).

Os parâmetros arquitectónicos largura das galerias (L_g), altura máxima (H_{max}) e área de galerias relativa (S_{gr}), explicam em 89% a variabilidade do tempo de reverberação nas frequências de 1000, 500/1000 e 4000 Hz e em 90% na frequência de 2000 Hz. A variabilidade do tempo de reverberação na frequência 500/1000 Hz (TR 500/1000) também pode ser explicada em 87% pela altura máxima (H_{max}) e pela área total (S_t).

5.2.4 - Correlação entre parâmetros acústicos e a distância à fonte sonora

Nesta análise foram estabelecidas correlações entre os parâmetros acústicos, RASTI e dL, e a distância entre o ponto de medição e a fonte sonora. Considerou-se apenas os pontos de medição situados na mesma galeria da fonte sonora, FS1.

Esta análise foi efectuada apenas em 16 claustros, isto é, os que apresentam uma geometria corrente, quadrangulares e rectangulares, e os que não apresentam alterações arquitectónicas. Não estão pois incluídos os quatro claustros com a zona central ou galerias fechadas ou de forma circular.

Da correlação entre esses parâmetros foram estabelecidas equações simples do tipo linear ($y = ax + b$), do tipo polinomial de grau dois ($y = ax^2 + bx + c$), do tipo exponencial ($y = ae^{bx}$), do tipo potencial ($y = ax^b$) e do tipo logarítmico ($y = a \ln x + b$).

Para cada relação estabelecida, escolheram-se os melhores modelos de regressão, avaliados pelo valor do seu R^2 (fig. 5.61 e 5.62).

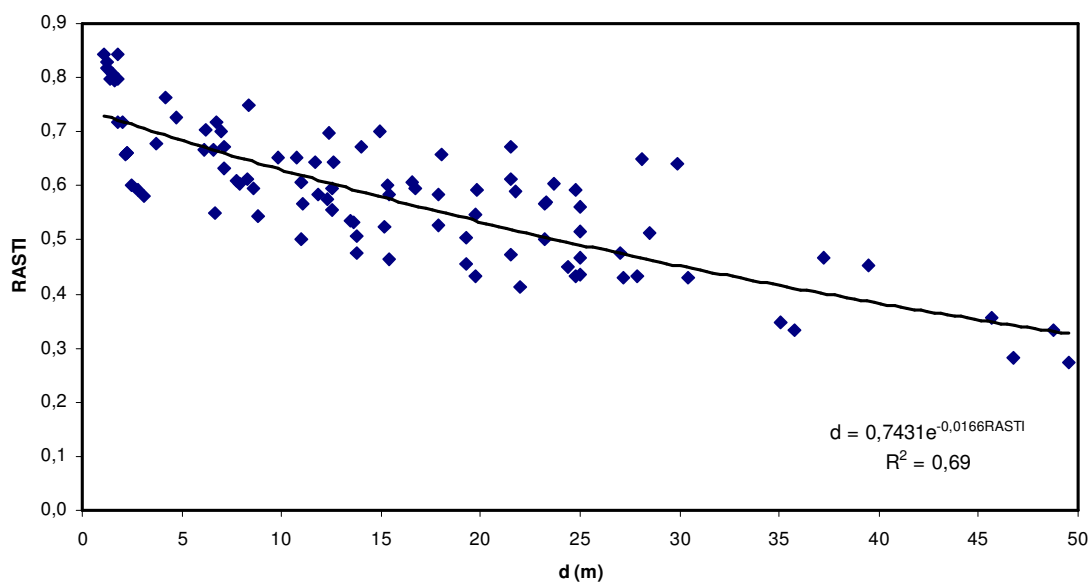


Fig. 5.61 - Melhor modelo de regressão entre a *distância à fonte sonora* (d) e o parâmetro acústico $RASTI$

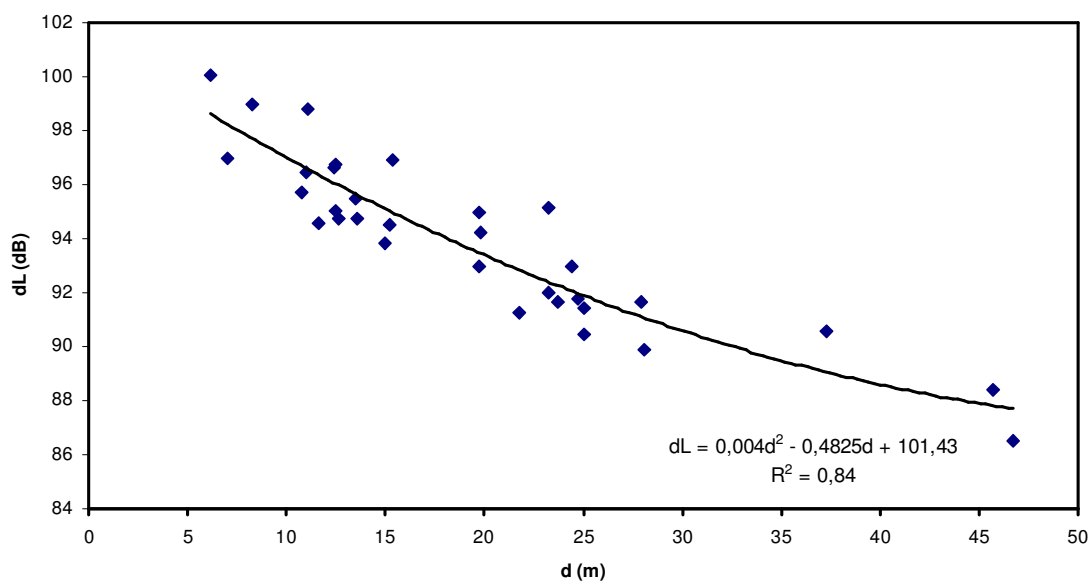


Fig. 5.62 - Melhor modelo de regressão entre a *distância à fonte sonora* (d) e o parâmetro acústico dL

Como se pode verificar, a distância entre a fonte sonora e os pontos de medição, justifica em 69% a variabilidade dos valores do parâmetro acústico RASTI e em 84% a variabilidade dos valores do parâmetro acústico dL.

Como a inteligibilidade da palavra é aceitável para valores de $RASTI \geq 0,50$, obteve-se como distância máxima adequada para esse fim, cerca de 25 m.

Para distâncias superiores a 25 m o decréscimo no nível sonoro é, em geral, superior a 10 dB(A).

5.3 - Análise dos claustros com características particulares

Distinguiram-se dois tipos de claustros, os claustros “abertos” (ou correntes) e os claustros “fechados”, sendo que estes últimos podem ser “fechados” na cobertura (CB e BV) ou nas galerias (CA).

No capítulo 5.2 efectuou-se a análise dos 16 claustros “abertos”. Embora também “aberto” não foi incluído o claustro da Igreja da Serra do Pilar (IP) por este ser circular.

Neste capítulo vão-se comparar os resultados obtidos para estes claustros – CB, BV, CA e IP – com os dos 16 claustros analisados no capítulo 5.2.

Como foi possível comprovar no capítulo 4, quando efectuada a análise estatística dos parâmetros acústicos dos claustros “fechados” na cobertura e dos claustros “fechados” nas galerias, os valores obtidos para estes não os distinguem estatisticamente dos claustros “abertos”.

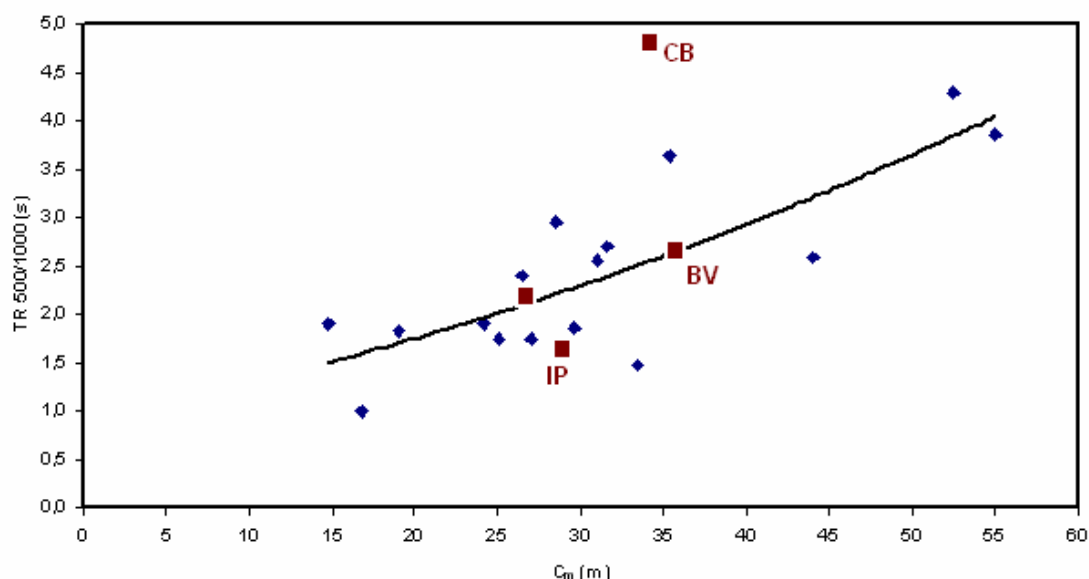


Fig. 5.63 - Regressão entre o parâmetro arquitectónico *comprimento médio* (C_m) e o parâmetro acústico $TR_{500/1000}$, com representação dos claustros com características particulares

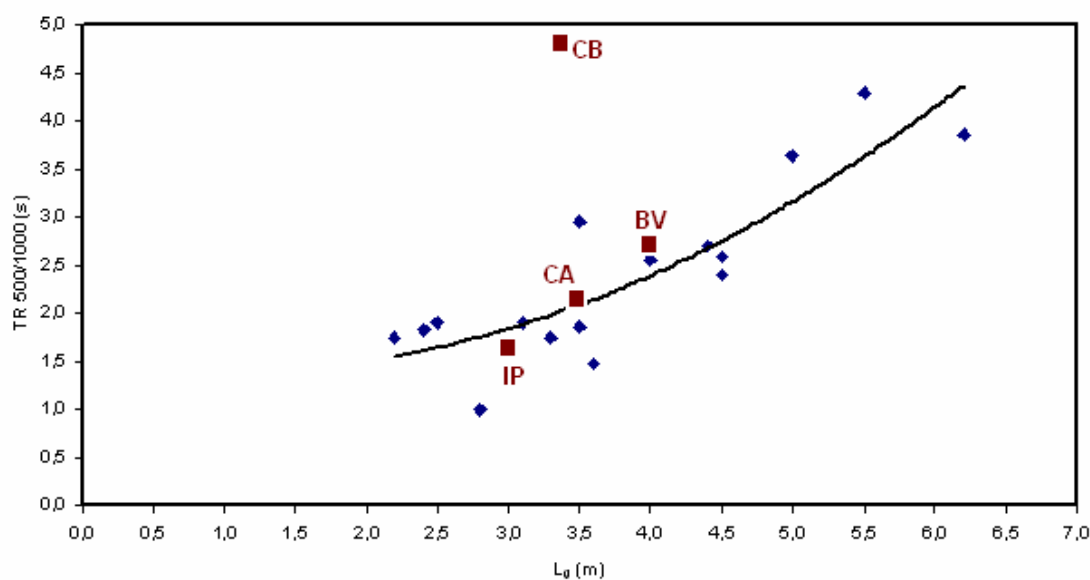


Fig. 5.64 - Regressão entre o parâmetro arquitectónico *largura das galerias* (L_g) e o parâmetro acústico $TR_{500/1000}$, com representação dos claustros com características particulares

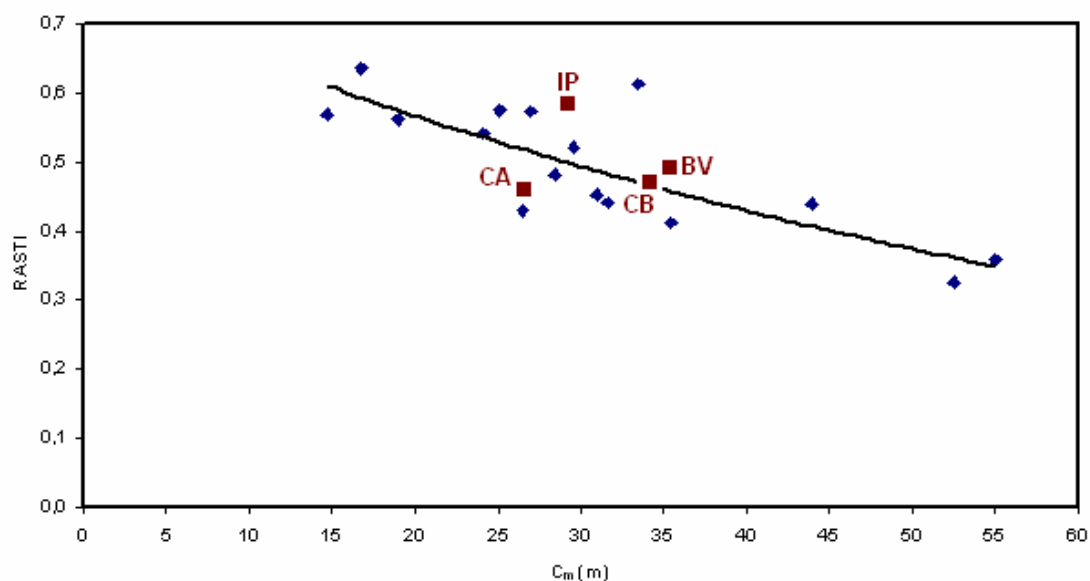


Fig. 5.65 - Regressão entre o parâmetro arquitectónico *comprimento médio* (C_m) e o parâmetro acústico $RASTI$, com representação dos claustros com características particulares

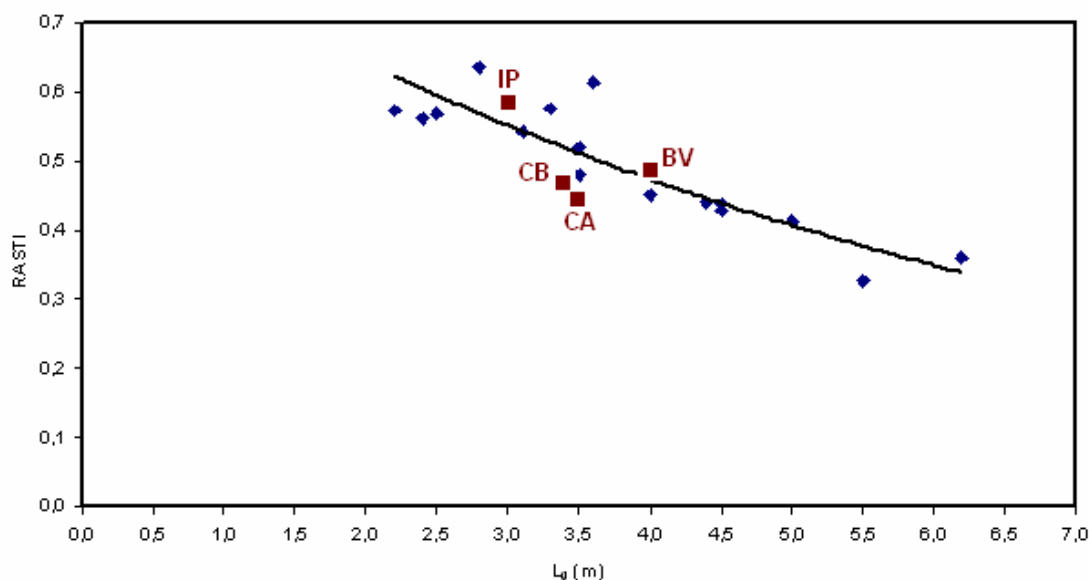


Fig. 5.66 - Regressão entre o parâmetro arquitectónico *largura das galerias* (L_g) e o parâmetro acústico *RASTI*, com representação dos claustros com características particulares

Como se pode observar nas figs. 5.63 e 5.64, o claustro CB (Convento do Beato - Lisboa) apresenta um tempo de reverberação muito elevado, afastando-se bastante dos valores obtidos para os restantes claustros. Esta diferença pode-se justificar pela presença de vidro a fechar a zona central do claustro e pelo facto de todas as janelas do piso superior do claustro estarem abertas, aumentando assim o volume do espaço onde foram efectuadas as medições (ver fig. 3.51).

O claustro BV (Conv. São Bento da Vitória - Porto) também tem a zona central coberta com vidro, no entanto nas medições este factor não o diferenciou dos restantes pelo facto deste claustro ter tratamento acústico, o que “compensou” a diminuição da absorção sonora provocada pelo novo tecto.

Da observação das figs. 5.63 a 5.64 pode-se concluir que a alteração arquitectónica “fechar” cobertura poderá aumentar o tempo de reverberação ($TR_{500/1000}$), no entanto, este efeito poderá ser corrigido com a aplicação de painéis de absorção sonora, como acontece no caso

do claustro de São Bento da Vitória (BV). Para o parâmetro acústico RASTI, “fechar” a cobertura não parece provocar alterações significativas nos valores deste parâmetro (fig 3.65 e 3.66). Relativamente ao claustro “fechado” nas galerias (CA) e ao claustro com forma circular (IP), não se verificam alterações significativas nos valores obtidos para os parâmetros acústicos tempo de reverberação (TR 500/1000) e RASTI face aos esperados.

5.4 - Claustros – novas utilizações

Cada vez mais os espaços dos grandes mosteiros e conventos tendem a ser utilizados para novas funções, que passam muito para além das tradicionais visitas ao monumento.

O espaço claustro, não foge a esta tendência. Começa a ser comum encontrar claustros utilizados como salas de concertos, museus, salas de exposições, artes cénicas, espaços de apoio à restauração, etc..

Na tentativa de tirar o maior partido possível destes espaços (para novas utilizações), tentou-se definir um conjunto de “valores ideais” (quadro 5.6).

Quadro 5.6 – Valores ideais dos parâmetros acústicos TR 500/1000 e RASTI para claustros com novas utilizações

Parâmetro acústico	TR 500/1000 (s)	RASTI
Condições ideais	$\geq 1,0$ e $\leq 2,0$	$\geq 0,50$

Com estes valores definiu-se os valores mais recomendáveis para os parâmetros arquitectónicos principais, o comprimento médio, a altura máxima e a largura das galerias (quadro 5.7), usando as curvas de previsão obtidas neste trabalho (para o grupo dos 16 claustros “abertos”).

Quadro 5.7 – Valores ideais dos principais parâmetros arquitectónicos que definem a geometria do claustro

Parâmetros arquitectónicos	Comprimento médio (m)	Largura das galerias (m)	Altura máxima (m)
Valores ideais	≤ 25	$\leq 3,5$	≤ 5

Este conjunto de valores pode ser útil no projecto / reabilitação destes espaços se não for tido em consideração qualquer projecto de correcção acústica.

Assim, se esses 3 valores forem cumpridos, haverá bastante confiança em que o resultado será acusticamente satisfatório para as utilizações mais correntes (palavra e música).

6 – CONCLUSÕES

O objectivo deste trabalho foi a identificação das principais características acústicas dos claustros inseridos nos mosteiros e conventos, recorrendo à análise de parâmetros acústicos objectivos. Para tal, foram analisados 20 claustros (16 do tipo corrente e 4 com alterações arquitectónicas).

Verificou-se que a presumida inteligibilidade da palavra na maioria dos claustros é muito razoável, pois os valores médios de RASTI situam-se, em 70% dos casos, acima dos 0,45. O tempo de reverberação médio obtido para as várias frequências estudadas, situa-se em geral entre os 2 e 3 segundos. Assim, da análise destes resultados pode-se concluir que os claustros são acusticamente favoráveis a cânticos sem no entanto prejudicar a inteligibilidade da palavra, o que é um facto interessante. Assim, quando utilizados como “lugar de som”, locais onde decorriam aulas para crianças, sermões, cerimónias fúnebres, procissões com cânticos, etc., teriam um bom desempenho acústico.

Conclui-se também, quando analisados os valores de ruído de fundo obtidos, que o isolamento face ao exterior é de 7 a 9 dB(A), o que significa que quando utilizados como “lugar de silêncio”, lugar de meditação, oração e leitura individual, e face ao isolamento conseguido relativamente ao exterior, o ruído provocado por exemplo pela água da fonte ou pelo movimento das folhas das árvores, seria talvez suficiente para mascarar qualquer ruído produzido no exterior, acrescentando ainda o facto de os níveis sonoros existentes (nesses tempos) não serem significativos. Assim alcançavam todo o isolamento e recolhimento pretendido.

Quando analisados os dois grupos de claustros (claustros “abertos” e claustros “fechados” na cobertura ou nas galerias) não foi possível encontrar evidências estatísticas para suportar a tese da existência destes dois grupos de claustros. Contudo, a pequena amostra usada pode ter condicionado este resultado.

Foram obtidas fórmulas simples que relacionam quer os parâmetros acústicos entre si quer os parâmetros acústicos e os parâmetros arquitectónicos.

Os valores de R^2 obtidos quando relacionados parâmetros acústicos entre si, permitem concluir que, como era de esperar, a variabilidade do RASTI é grandemente explicada pelo tempo de reverberação (1000 Hz) e em menor grau pelo ruído de fundo (L_{A10}) se usados isoladamente (com R^2 de 0,92 e 0,65 respectivamente). Quando correlacionados parâmetros acústicos recorrendo a modelos gerais lineares, confirmou-se esta tendência (com R^2 conjunto de 0,94).

Comparados os valores obtidos para a correlação entre os parâmetros TR e RASTI, com os já estudados por outros autores em outros espaços, pode-se concluir que os valores de R^2 agora obtidos são idênticos aos anteriores, podendo a pequena diferença encontrada ser talvez justificada pela diferente homogeneidade das amostras.

Da relação entre parâmetros acústicos e parâmetros arquitectónicos, foi demonstrado que o RASTI é facilmente previsível ($R^2=0,81$) através da largura das galerias (L_g) e a variabilidade da propagação do ruído (dL) resulta mais significativamente ($R^2=0,76$) dos valores da área central do claustro (S_c). O tempo de reverberação tanto nas baixas como nas altas frequências é justificado essencialmente pela largura das galerias (L_g) ($R^2\approx 0,74$).

Usando modelos gerais lineares para melhor correlacionar parâmetros acústicos e parâmetros arquitectónicos demonstrou-se que os melhores parâmetros arquitectónicos que influenciam o RASTI ($R^2=0,90$) são a largura das galerias (L_g), a altura máxima (H_{max}), a absorção sonora (A) e a área de galerias relativa (S_{gr}) enquanto o tempo de reverberação depende principalmente ($R^2\approx 0,87$) da largura das galerias (L_g), da altura máxima (H_{max}) e da área de galerias relativa (S_{gr}).

Das análises feitas pode-se concluir que os parâmetros arquitectónicos que mais parecem interferir na acústica dos claustros são a largura das galerias (L_g) e altura máxima (H_{max}). Pelo resultado dos modelos simples gerais lineares, não pareceram ser significativos para a acústica destes locais os valores dos parâmetros área central (S_c), área total (S_t) e comprimento médio (C_m).

A distância entre a fonte sonora e os pontos de medição justifica bastante a variabilidade do RASTI e em menor grau a propagação do ruído ($R^2=0,84$ e $R^2=0,69$ respectivamente).

Foi também analisado neste trabalho em que é que as alterações arquitectónicas (modernas), introduzidas nos claustros, podem interferir no seu comportamento acústico face à situação tradicional. Constatou-se que fechar o pátio central com uma cobertura, por exemplo de vidro, poderá aumentar o tempo de reverberação de tal maneira que a inteligibilidade da palavra seja prejudicada. No entanto, se for efectuada uma correcção acústica adequada, este facto poderá ser anulado.

Considerando as equações de previsão deduzidas neste trabalho, foi possível concluir que as galerias dos claustros mais adequados a serem utilizados como locais para pequenos concertos, museus, salas de exposições e para representações teatrais, deverão ter comprimentos médios inferiores a 25 m, a largura das galerias deverá ser menor que 3,5 m e ter uma altura máxima das galerias até 5,0 m. Serão assim obtidas, com alguma confiança, condições de RASTI não inferiores a 0,50 e de TR entre 1 e 2 s (500-1000 Hz). Isto, se não houver o uso de materiais de correcção acústica, mantendo-se o aspecto tradicional dos claustros.

Em possíveis trabalhos a desenvolver, nesta área no futuro, deverá ser aumentado o número de claustros em estudo, a amostra deverá ser mais homogénea (principalmente no que diz respeito ao ruído de fundo) e deverá em especial ser aumentada a amostra dos claustros com alterações arquitectónicas (o grupo dos claustros “fechados”). Deverá também ser realizada uma análise subjectiva nos claustros com “novas utilizações”. Também poderá ser analisado qual o efeito de mascaramento sonoro conseguido com o som da água a correr nas fontes, face ao ruído exterior.

Referências Bibliográficas

- Aguiar, P.M. Vieira de - “Descrição Histórica, Corográfica e Folclórica de Marco de Canaveses” - Esc. Tip. Oficina de S. José, Porto, 1947.
- Alarcão, Jorge de - “Introdução ao estudo da Casa Romana” - Cadernos de Arqueologia e Arte, 4, Instituto de Arqueologia da Faculdade de Letras de Coimbra, Coimbra, 1985.
- Almeida, Fortunato de - “História da Igreja em Portugal” - Vol. I, Nova edição preparada e dirigida por Damião Peres, Portucalense Editora, S.A.R.L., Porto, 1967.
- Azevedo, Correia de - “Arte monumental portuguesa”, Volume IV; Linorte, Porto, 1975.
- Blaser, Werner - “Patios - 5000 años de evolución, desde la antigüedad hasta nuestros días”, Versión castellana de Jordi Siguan, Editorial Gustavo Gili, SA, Barcelona, 1997.
- Brüel & Kjær - “Brochura de apresentação de Sistema e Kits baseados no 2260” - Spectris Portugal-Sensores e Sistemas, Lda, sd (a).
- Brüel & Kjær - “Sound Source Type 4224” - Instruction Manual, sd (b).
- Brüel & Kjær - “Speech Transmission Meter Type 3361, Consisting of Transmitter Type 4225 and Receiver Type 4419” - Instruction Manual, Janeiro 1986.
- Carvalho, A. P. Oliveira - Influence of Architectural Features and Styles on Various Acoustical Measures in Churches” (Doctoral Dissertation) - U. of Florida, December, 1994.

- Carvalho, A. P. Oliveira - <http://paginas.fe.up.pt/~carvalho/igrejas.htm> - acedido entre Janeiro a Março de 2004.
- Carvalho, A. P. Oliveira - “Acústica Ambiental e de Edifícios” - FEUP, 2004.
- CEI IEC 268-16 - “Equipements pour systèmes électroacoustiques - Seizième parti: Evaluation objective de l’intelligibilité de la parole dans des salles de conférence par la méthode RASTI”, Rapport de la Commission Electrotechnique Internationale, 1988.
- Coelho, Maria da Conceição Pires - “A Igreja da Conceição e o Claustro de D. João III do Convento de Cristo de Tomar - Influências do Renascimento Italiano na Arquitectura Portuguesa do Século XVI” - Edição da assembleia Distrital de Santarém, 1987.
- Cyril M.Harris - “Handbook of Acoustical Measurements and Noise Control” - Mc GrawHill, 1991.
- Desarnaudes, Victor - “De l’ Acoustique des Églises en Suisse une Approche Pluridisciplinaire” - EPFL, 2002.
- DGEMN / DREMCentro / DM - “Planta do Mosteiro do Lorvão, Desenho n.º 41914” - Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, sd.
- DGEMN / DREMLisboa - “Planta do Convento dos Cardais, Desenho n.º 17757” - Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, sd.
- DGEMN / DREMNorte / DM - “Planta da Igreja de São Gonçalo de Amarante, Desenho n.º 2480” - Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, sd (a).
- DGEMN / DREMNorte / DM - “Planta do Mosteiro da Serra do Pilar, Desenho n.º 170630” - Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, sd (b).

- Duby, Georges - “O Tempo das Catedrais – A Arte e a Sociedade, 980 – 1420”, Imprensa Universitária – Editorial Estampa, Lda., 20 de Março de 1979.
- Eschapasse, Maurice - “L’Architecture Bénédictine en Europe” - Editions des Deux-Mondes, Paris, 1963.
- Faure, Daniel e Mouilleron, Véronique Rouchon - “Cloisters of Europe - Gardens of Prayer“, Translated from the , French by Deke Dusinberre, Viking Studio, New York, 2001.
- Gil, Júlio e Calvet, Nuno - “As mais belas igrejas de Portugal - Vol. II, Editorial Verbo, 1989.
- IGO, site do Instituto Geográfico Português - <http://www.igo.pt> - acedido em Outubro de 2004.
- IPPAR - “Guia do Mosteiro da Batalha” - Instituto Português do Património Arquitectónico, sd (a).
- IPPAR - “Guia da Sé Velha de Coimbra” - Instituto Português do Património Arquitectónico, sd (b).
- IPPAR - “Guia do Convento de Cristo” - Instituto Português do Património Arquitectónico, sd (c).
- IPPAR - “Guia do Mosteiro dos Jerónimos” - Instituto Português do Património Arquitectónico, sd (d).
- IPPAR - “Guia do Mosteiro de São Martinho de Tibães” - Instituto Português do Património Arquitectónico, sd (e).

- IPPAR - “Proposta de classificação - Monumento de Interesse Público-do Igreja da Mosteiro de Alpendurada, Processo n.º DRP/cds-518” - Instituto Português do Património Arquitectónico, sd (f).
- IPPAR - “Guia da Sé do Porto” - Instituto Português do Património Arquitectónico, Março, 2002.
- IPPAR, ARTOP - “Planta do Mosteiro de Grijó” - Instituto Português do Património Arquitectónico, sd.
- IPPAR, Da Escala Topográfica e Desenho, Lda. - “Planta do Mosteiro de Cete” - Instituto Português do Património Arquitectónico, Janeiro 2001.
- IPPAR, João Carlos dos Santos, arquitecto - “Planta do Mosteiro de Tibães” - Instituto Português do Património Arquitectónico, Maio 1998.
- IPPAR, Jorge da Costa - “Fotografia do claustro do Mosteiro de Grijó” - Arquivo fotográfico do Instituto Português do Património Arquitectónico, sd.
- IPPAR, Luís Ferreira Alves - “Fotografia do claustro do Mosteiro de Tibães” - Arquivo fotográfico do Instituto Português do Património Arquitectónico, sd.
- IPPAR, Humberto Vieira/Abílio Mourão-Arquitectos - “Planta do Mosteiro de Arouca” - Instituto Português do Património Arquitectónico, Outubro 2000.
- IPPC - “Mosteiro da Batalha” - Guias do Património Cultural, Instituto do Património Cultural, 1989.
- Lacerda, Aarão de - “História da Arte em Portugal” - Volume I, Portucalense Editora, S.A.R.L., Porto, 1942.

- Lencastre, Margarida Maria F. Queiroz - “A inteligibilidade da palavra em igrejas católicas, através de análises de carácter objectivo e subjectivo” - Tese de Mestrado, U. do Porto, FEUP, 1998.
- Lins, Eugénio de Ávila - “Arquitectura dos Mosteiros Beneditinos no Brasil - Século XVI a XIX” - Universidade do Porto, Faculdade de Letras, Departamento de Ciências e Técnicas do Património, Porto, 2002.
- Martellotta, Francesco - “Caratteristiche Acustiche delle Chiese Romaniche in Puglia” - Univ. Ancona e Pol. Bari, 2001.
- Monteiro, Ana e Meneres, António - “O Porto Visto do Céu” - Argumentum, 2000
- Monteiro, Carlos Aquino - “Caracterização Acústica de Salas de Audiências de Tribunais” - Tese de Mestrado, U. do Porto, FEUP, Janeiro de 2003.
- Nacional, J+C arquitectos, Lda - “Planta do Convento do Beato” - Nacional - Companhia Industrial de Transformação de Cereais, S.A., Novembro 2000.
- Oliveira, P. Miguel de - “As paróquias rurais portuguesas - Sua origem e formação”, União Gráfica, Lisboa, 1950.
- PTB, site da Physikalisch - Technischen Bundesanstalt - <http://www.ptb.de> - acedido em Abril de 2004.
- Rocha, Joaquim Moreira da - “Das Construções e das Reconstruções: A memória de um mosteiro (Santa Maria de Arouca Sec. XVII / XX)”- Tese de Doutoramento, Volume I, Universidade do Porto - Faculdade de Letras, Departamento Ciências Técnicas do Património, 2003.

ANEXO A

Fichas de registo das medições

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

DATA: ___/___/2003 HORA: _____

CLAUSTRO - LOCAL: _____

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1 Ruído Rosa (posição 8 e 0)				Fonte sonora em 2 Ruído Rosa (posição 8 e 0)			
	<i>L_{Aeq}</i> 1ª vez 15 s	<i>L_{Aeq}</i> 2ª vez 15 s	média aritmética	Espectro 100- 5kHz 1/3 oit.	<i>L_{Aeq}</i> 1ª vez 15 s	<i>L_{Aeq}</i> 2ª vez 15 s	média aritmética	Espectro 100- 5kHz 1/3 oit.
1								
2								
3								
4								
5								
6								

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
	<i>TR</i> 1ª vez	<i>TR</i> 2ª vez	<i>TR</i> 3ª vez	média aritmética	<i>TR</i> 1ª vez	<i>TR</i> 2ª vez	<i>TR</i> 3ª vez	média aritmética
1								
2								
4								
6								

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental medições de 15 s em silêncio total															
	L_{A10}				L_{A50}				L_{A95}				L_{Aeq}			
	1^a	2^o	3^a	$méd\ ia$	1^a	2^o	3^a	$méd\ ia$	1^a	2^o	3^a	$méd\ ia$	1^a	2^o	3^a	$méd\ ia$
1																
3																
6																
Exterior																

Observações particulares (utilizar verso da folha se necessário):

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

VERIFICAR *lead* iluminados:

- Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

- Na unidade móvel

8 s

 + single + *Speech Transm. Index+500Hz+2kHz*

DATA: __/__/2003 HORA: _____

CLAUSTRO - LOCAL:

Pontos de medição	<i>RASTI 1</i> fonte sonora em 1				<i>RASTI 2</i> fonte sonora em 2				Distância (m) <i>medir depois na planta</i>	
	1ªvez	2ªvez	3ªvez	média	1ªvez	2ªvez	3ªvez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
<i>A</i>										
<i>B</i>										
<i>C</i>										
<i>D</i>										
<i>E</i>										
<i>F</i>										
<i>G</i>										
<i>H</i>										
<i>I</i>										
<i>J</i>										
<i>K</i>										
<i>L</i>										
<i>M</i>										

Observações particulares:

ANEXO B

Fichas com os resultados obtidos nas medições

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Data: 29 de Setembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Sé do Porto

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			medir depois na planta	
	L _{Aeq} (dB) 1.ª vez 15s	L _{Aeq} (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	L _{Aeq} (dB) 1.ª vez 15s	L _{Aeq} (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	96,5	96,4	96,5				11,0	0,0
2	93,0	92,9	93,0	99,1	98,9	99,0	19,8	8,8
3	91,5	91,5	91,5	96,8	96,6	96,7	24,3	13,3
4	87,7	87,8	87,8	92,0	92,0	92,0	33,0	22,0
5	87,1	87,1	87,1	89,4	89,4	89,4	41,8	30,8
6	88,7	88,8	88,8	90,5	90,6	90,6	15,6	11,0

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências	TR	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética	TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética
1	125	T30	3,32	3,38	3,55	3,42				
	250	T30	2,37	2,57	2,42	2,45				
	500	T30	2,24	2,29	2,32	2,28				
	1000	T30	2,30	2,28	2,25	2,28				
	2000	T30	1,89	1,93	1,90	1,91				
	4000	T30	1,59	1,77	1,68	1,68				
2	125	T30	2,91	3,25	3,28	3,15	2,87	2,90	3,20	2,99
	250	T30	2,46	2,68	2,47	2,54	2,26	2,21	2,17	2,21
	500	T30	2,61	2,46	2,47	2,51	2,25	2,20	2,31	2,25
	1000	T30	2,45	2,36	2,42	2,41	2,21	2,28	2,32	2,27
	2000	T30	2,05	2,08	1,99	2,04	1,85	1,83	1,86	1,85
	4000	T30	2,85	1,74	1,75	1,75	1,48	1,49	1,51	1,49
4	125	T30	3,81	3,82	3,50	3,71	3,04	3,06	3,38	3,16
	250	T30	2,68	2,83	2,39	2,63	2,66	2,74	2,50	2,63
	500	T30	2,34	2,45	2,31	2,37	2,31	2,42	2,51	2,41
	1000	T30	2,46	2,50	2,49	2,48	2,42	2,77	2,38	2,52
	2000	T30	2,17	2,11	2,24	2,17	1,94	2,05	2,10	2,03
	4000	T30	2,23	1,90	1,97	2,03	1,92	3,98	2,28	2,10
6	125	T30	3,09	3,08	3,39	3,19	3,59	3,06	3,21	3,29
	250	T30	2,73	2,72	2,71	2,72	2,66	2,51	2,65	2,61
	500	T30	2,40	2,44	2,48	2,44	2,41	2,41	2,37	2,40
	1000	T30	2,48	2,52	2,49	2,50	2,52	2,60	2,41	2,51
	2000	T30	2,08	2,08	2,14	2,10	2,21	2,09	2,10	2,13
	4000	T30	1,92	2,05	2,18	2,05	nd	nd	nd	nd

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental															
	medições de 15s em silêncio total															
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)				L _{Aeq} (dB)			
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média
1	44,0	42,6	42,6	43,1	42,8	38,2	43,6	41,5	39,6	37,4	41,4	39,5	42,7	39,6	44,2	42,2
3	43,0	42,0	40,6	41,9	40,8	40,4	37,4	39,5	38,0	38,6	36,0	37,5	41,5	40,6	38,5	40,2
6	46,0	44,0	43,0	44,3	41,8	42,4	41,4	41,9	40,0	39,6	40,4	40,0	43,4	42,8	41,7	42,6
Exterior	50,8	47,4	49,4	49,2	48,8	46,8	48,0	47,9	47,6	46,2	47,0	46,9	49,4	46,9	48,4	48,2

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 29 de Setembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Sé do Porto

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,67	0,66	0,65	0,66	0,49	0,47	0,48	0,48	2,3	8,8
B	0,55	0,56	0,54	0,55	0,49	0,50	0,50	0,50	6,6	4,4
C	0,51	0,50	0,49	0,50					11,0	0,0
D	0,46	0,47	0,46	0,46	0,62	0,61	0,62	0,62	15,4	4,4
E	0,44	0,43	0,43	0,43	0,52	0,52	0,53	0,52	19,8	8,8
F	0,41	0,42	0,41	0,41	0,49	0,49	0,50	0,49	22,0	11,0
G	0,41	0,41	0,40	0,41	0,48	0,49	0,48	0,48	24,3	13,3
H	0,36	0,35	0,36	0,36	0,42	0,43	0,42	0,42	28,6	17,6
I	0,31	0,30	0,31	0,31	0,38	0,38	0,39	0,38	33,0	22,0
J	0,29	0,29	0,29	0,29	0,37	0,37	0,38	0,37	37,4	26,4
K	0,28	0,27	0,28	0,28	0,35	0,34	0,35	0,35	41,8	30,8
L	0,29	0,30	0,29	0,29	0,34	0,34	0,34	0,34	44,0	33,0
M	0,41	0,40	0,41	0,41	0,43	0,43	0,44	0,43	15,6	11,0

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Data: 6 de Outubro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro de Grijó

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			medir depois na planta	
	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	95,0	95,1	95,1				12,5	0,0
2	92,0	92,0	92,0	97,1	97,1	97,1	23,3	10,8
3	91,5	91,6	91,6	96,0	95,6	95,8	26,8	14,3
4	87,7	88,1	87,9	90,7	90,7	90,7	37,5	25,0
5	87,3	87,1	87,2	88,8	88,9	88,9	48,3	35,8
6	88,0	88,1	88,1	87,7	87,6	87,7	17,7	12,5

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências		Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética	TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética
1	125	T30	3,21	3,15	3,13	3,16				
	250	T30	2,96	2,85	2,89	2,90				
	500	T30	2,89	2,77	2,84	2,83				
	1000	T30	2,65	2,53	2,60	2,59				
	2000	T30	2,20	2,19	2,60	2,33				
	4000	T30	1,88	1,74	1,86	1,83				
2	125	T30	3,46	3,39	7,43	3,43	3,38	3,54	3,73	3,55
	250	T30	3,00	2,95	3,10	3,02	2,94	2,88	2,86	2,89
	500	T30	2,54	2,60	2,69	2,61	2,56	2,62	2,58	2,59
	1000	T30	2,64	2,72	2,64	2,67	2,57	2,51	2,54	2,54
	2000	T30	2,49	2,38	2,36	2,41	1,93	1,95	1,92	1,93
	4000	T30	2,04	1,97	2,04	2,02	1,76	1,77	1,70	1,74
4	125	T30	nd	3,52	nd	3,52	3,53	3,73	3,84	3,70
	250	T30	3,46	3,15	nd	3,31	3,47	3,45	3,64	3,52
	500	T30	3,19	3,15	3,59	3,31	2,85	3,04	2,99	2,96
	1000	T30	3,43	3,32	3,99	3,58	2,99	2,89	2,85	2,91
	2000	T30	nd	2,77	2,82	2,80	2,38	2,40	2,32	2,37
	4000	T30	nd	2,16	nd	2,16	2,04	2,20	2,03	2,09
6	125	T30	3,58	nd	3,51	3,55	5,08	4,22	5,68	4,65
	250	T30	3,85	3,79	3,58	3,74	3,03	3,11	3,01	3,05
	500	T30	2,90	3,08	3,05	3,01	2,95	3,14	3,17	3,09
	1000	T30	3,25	3,16	3,32	3,24	3,26	3,16	3,94	3,45
	2000	T30	2,59	2,48	2,65	2,57	2,92	2,54	3,02	2,83
	4000	T30	2,27	3,15	5,41	2,71	2,18	2,10	2,59	2,29

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental															
	medições de 15s em silêncio total															
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)			L _{Aeq} (dB)				
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média
1	39,8	41,2	39,8	40,3	39,2	40,6	39,2	39,7	38,4	39,8	38,6	38,9	39,3	40,7	39,6	39,9
3	39,8	39,2	40,2	39,7	39,0	38,6	39,0	38,9	38,2	37,8	38,2	38,1	39,6	39,0	40,6	39,7
6	41,6	41,2	40,6	41,1	39,6	40,0	40,0	39,9	38,6	39,0	39,2	38,9	40,4	40,6	40,1	40,4
Exterior	49,6	49,4	49,0	49,3	48,6	48,2	47,8	48,2	47,8	47,0	46,8	47,2	48,8	48,5	48,1	48,5

Data: 6 de Outubro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro de Grijó

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,79	0,80	0,80	0,80	0,47	0,47	0,48	0,47	1,8	10,8
B	0,66	0,68	0,68	0,67	0,51	0,51	0,50	0,51	7,1	5,4
C	0,55	0,56	0,56	0,56					12,5	0,0
D	0,53	0,52	0,53	0,53	0,67	0,66	0,67	0,67	17,9	5,4
E	0,50	0,49	0,51	0,50	0,56	0,57	0,56	0,56	23,3	10,8
F	0,51	0,52	0,52	0,52	0,58	0,58	0,57	0,58	25,0	12,5
G	0,50	0,50	0,51	0,50	0,56	0,57	0,56	0,56	26,8	14,3
H	0,40	0,39	0,38	0,39	0,45	0,47	0,47	0,46	32,1	19,6
I	0,37	0,37	0,36	0,37	0,42	0,42	0,43	0,42	37,5	25,0
J	0,35	0,35	0,36	0,35	0,40	0,40	0,40	0,40	42,9	30,4
K	0,33	0,34	0,33	0,33	0,38	0,39	0,38	0,38	48,3	35,8
L	0,31	0,32	0,33	0,32	0,37	0,37	0,38	0,37	50,0	37,5
M	0,42	0,42	0,41	0,42	0,37	0,37	0,37	0,37	17,7	12,5

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Data: 9 de Outubro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro de Cete

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			medir depois na planta	
	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	97,0	97,0	97,0				7,0	0,0
2	94,7	94,8	94,8	99,8	99,9	99,9	12,6	5,6
3	93,8	93,6	93,7	97,8	97,5	97,7	15,4	8,4
4	90,0	90,1	90,1	93,2	93,4	93,3	21,0	14,0
5	89,1	89,0	89,1	90,2	90,1	90,2	26,6	19,6
6	89,0	89,2	89,1	90,4	90,2	90,3	9,9	7,0

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências		Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética	TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética
1	125	T30	1,09	1,05	1,02	1,05				
	250	T30	0,82	0,87	nd	0,85				
	500	T30	1,04	0,98	1,08	1,03				
	1000	T30	nd	1,03	1,06	1,05				
	2000	T30	0,99	0,93	1,03	0,98				
	4000	T30	0,90	0,86	0,91	0,89				
2	125	T30	1,20	1,16	1,20	1,19	0,96	0,94	0,98	0,96
	250	T30	0,81	0,79	0,82	0,81	nd	nd	0,73	0,73
	500	T30	0,99	0,95	0,95	0,96	0,90	0,94	0,88	0,91
	1000	T30	1,12	1,04	1,04	1,07	0,98	0,90	0,93	0,94
	2000	T30	1,01	0,96	0,97	0,98	0,94	0,95	0,93	0,94
	4000	T30	0,92	0,96	0,95	0,94	0,88	0,85	0,86	0,86
4	125	T30	1,17	1,27	1,19	1,21	1,12	1,11	1,10	1,11
	250	T30	0,87	0,87	0,86	0,87	0,85	0,86	0,85	0,85
	500	T30	0,99	0,99	1,01	1,00	1,00	0,98	1,00	0,99
	1000	T30	1,08	1,06	1,07	1,07	0,98	0,99	1,04	1,00
	2000	T30	1,04	1,01	1,01	1,02	1,00	0,99	1,04	1,01
	4000	T30	1,11	0,96	nd	1,04	0,91	0,95	0,94	0,93
6	125	T30	1,38	1,33	1,38	1,36	1,01	0,97	1,01	1,00
	250	T30	0,83	0,84	0,82	0,83	0,87	0,86	0,87	0,87
	500	T30	0,94	0,94	0,95	0,94	0,99	1,00	1,06	1,02
	1000	T30	1,03	1,07	1,06	1,05	1,00	1,05	1,03	1,03
	2000	T30	1,00	1,00	1,01	1,00	0,97	0,98	1,03	0,99
	4000	T30	0,94	0,94	0,96	0,95	nd	nd	0,92	0,92

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental															
	medições de 15s em silêncio total															
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)				L _{Aeq} (dB)			
	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média
1	36,6	35,6	36,8	36,3	34,4	33,8	34,4	34,2	32,6	31,6	32,8	32,3	35,0	34,1	35,3	34,8
3	37,0	37,6	36,4	37,0	34,4	33,4	35,2	34,3	33,2	32,2	33,8	33,1	35,1	34,8	35,5	35,1
6	35,6	36,0	36,4	36,0	32,2	33,4	33,0	32,9	30,8	32,0	31,6	31,5	33,5	34,9	34,3	34,2
Exterior	43,4	43,0	43,8	43,4	41,2	40,2	41,8	41,1	39,2	39,2	40,4	39,6	42,3	41,3	42,6	42,1

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 9 de Outubro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro de Cete

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,79	0,80	0,80	0,80	0,57	0,57	0,58	0,57	1,4	5,6
B	0,77	0,76	0,76	0,76	0,66	0,67	0,66	0,66	4,2	2,8
C	0,69	0,70	0,71	0,70					7,0	0,0
D	0,66	0,65	0,65	0,65	0,77	0,76	0,75	0,76	9,8	2,8
E	0,64	0,64	0,65	0,64	0,69	0,70	0,70	0,70	12,6	5,6
F	0,67	0,67	0,68	0,67	0,72	0,73	0,73	0,73	14,0	7,0
G	0,64	0,64	0,64	0,64	0,69	0,70	0,71	0,70	15,4	8,4
H	0,58	0,59	0,60	0,59	0,65	0,65	0,66	0,65	18,2	11,2
I	0,57	0,57	0,56	0,57	0,60	0,61	0,60	0,60	21,0	14,0
J	0,55	0,57	0,57	0,56	0,56	0,56	0,57	0,56	23,8	16,8
K	0,54	0,53	0,54	0,54	0,55	0,55	0,54	0,55	26,6	19,6
L	0,53	0,53	0,52	0,53	0,56	0,57	0,56	0,56	28,0	21,0
M	0,60	0,61	0,61	0,61	0,59	0,60	0,60	0,60	9,9	7,0

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Data: 9 de Outubro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro de S. Gonçalo - Amarante

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			medir depois na planta	
	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	94,5	94,7	94,6				11,7	0,0
2	91,2	91,3	91,3	97,2	97,0	97,1	21,8	10,1
3	90,2	90,1	90,2	95,0	95,1	95,1	24,9	13,2
4	87,2	87,2	87,2	90,5	90,4	90,5	32,7	21,1
5	87,4	87,3	87,4	88,8	88,7	88,8	40,6	28,9
6	89,6	89,7	89,7	91,3	91,4	91,4	15,0	9,4

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências	TR	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética	TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética
1	125	T30	2,16	2,11	2,12	2,13				
	250	T30	1,74	1,70	1,76	1,73				
	500	T30	1,84	1,73	1,70	1,76				
	1000	T30	1,69	1,69	1,71	1,70				
	2000	T30	1,60	1,57	1,53	1,57				
	4000	T30	1,33	1,31	1,32	1,32				
2	125	T30	2,25	1,99	2,15	2,13	1,63	nd	nd	1,63
	250	T30	nd	nd	1,68	1,68	1,77	1,75	1,64	1,72
	500	T30	1,78	1,79	1,75	1,77	1,69	1,68	1,68	1,68
	1000	T30	1,90	1,87	1,92	1,90	nd	1,58	1,61	1,60
	2000	T30	1,62	1,65	1,86	1,71	1,52	1,50	1,49	1,50
	4000	T30	1,43	1,41	1,39	1,41	1,26	1,24	1,29	1,26
4	125	T30	nd	nd	1,92	1,92	nd	2,57	2,68	2,63
	250	T30	1,87	1,78	1,76	1,80	nd	1,98	1,98	1,98
	500	T30	2,09	nd	1,88	1,99	1,87	1,83	1,87	1,86
	1000	T30	nd	2,74	nd	2,74	nd	2,13	2,05	2,09
	2000	T30	1,77	1,82	1,71	1,77	1,68	1,72	1,83	1,74
	4000	T30	1,47	1,47	1,61	1,52	1,75	1,44	1,37	1,52
6	125	T30	nd	nd	2,13	2,13	1,86	1,93	1,93	1,91
	250	T30	1,80	1,78	1,98	1,85	1,70	1,73	1,73	1,72
	500	T30	1,84	nd	1,70	1,77	1,88	1,89	1,82	1,86
	1000	T30	2,16	nd	2,00	2,08	nd	1,86	1,80	1,83
	2000	T30	1,60	1,72	1,66	1,66	1,61	1,60	1,61	1,61
	4000	T30	1,44	1,44	1,42	1,43	1,39	1,45	1,42	1,42

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental															
	medições de 15s em silêncio total															
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)				L _{Aeq} (dB)			
	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média
1	42,2	41,2	42,2	41,9	39,4	38,8	38,6	38,9	37,8	37,4	37,0	37,4	40,4	39,9	39,8	40,0
3	39,0	42,0	39,4	40,1	37,6	38,2	35,8	37,2	35,6	36,4	34,4	35,5	38,0	39,5	39,1	38,9
6	40,6	41,2	41,0	40,9	39,4	38,0	38,8	38,7	38,0	37,0	37,8	37,6	40,6	39,8	40,3	40,2
Exterior	53,6	52,6	51,8	52,7	50,6	49,2	49,8	49,9	48,8	46,8	48,6	48,1	51,5	50,2	50,4	50,7

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 9 de Outubro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro de S. Gonçalo - Amarante

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,81	0,80	0,81	0,81	0,51	0,51	0,52	0,51	1,6	10,1
B	0,67	0,67	0,66	0,67	0,60	0,60	0,61	0,60	6,6	5,1
C	0,64	0,64	0,65	0,64					11,7	0,0
D	0,60	0,60	0,59	0,60	0,71	0,70	0,72	0,71	16,7	5,1
E	0,58	0,59	0,60	0,59	0,65	0,64	0,64	0,64	21,8	10,1
F	0,57	0,57	0,57	0,57	0,63	0,62	0,61	0,62	23,3	11,7
G	0,55	0,54	0,55	0,55	0,62	0,63	0,64	0,63	24,9	13,2
H	0,47	0,47	0,47	0,47	0,55	0,54	0,55	0,55	28,8	17,1
I	0,44	0,43	0,44	0,44	0,53	0,53	0,52	0,53	32,7	21,1
J	0,40	0,40	0,41	0,40	0,48	0,48	0,47	0,48	36,6	25,0
K	0,38	0,38	0,38	0,38	0,41	0,40	0,39	0,40	40,6	28,9
L	0,40	0,39	0,40	0,40	0,42	0,41	0,40	0,41	42,1	30,5
M	0,47	0,47	0,48	0,47	0,48	0,49	0,50	0,49	15,0	9,4

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro da Batalha - Claustro D. João I

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			medir depois na planta	
	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	91,6	92,0	91,8				24,8	0,0
2	86,5	86,5	86,5	93,5	93,6	93,6	46,8	22,0
3	85,0	84,8	84,9	92,1	92,1	92,1	52,3	27,5
4	77,9	77,7	77,8	82,9	83,1	83,0	71,8	47,0
5	76,4	76,3	76,4	78,4	78,3	78,4	91,3	66,5
6	79,1	79,2	79,2	80,4	80,4	80,4	33,3	22,3

Avaliação do *Tempo de Reverberação* (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências	TR	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética	TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética
1	125	T30	3,68	4,14	3,22	3,68				
	250	T30	3,05	3,00	3,20	3,08				
	500	T30	2,89	2,78	2,88	2,85				
	1000	T30	2,81	2,65	2,84	2,77				
	2000	T30	2,42	2,50	2,43	2,45				
	4000	T30	1,96	2,06	2,02	2,01				
2	125	T30	4,45	4,84	4,52	4,60	5,65	5,78	6,34	5,92
	250	T30	4,16	4,11	3,62	3,96	5,09	3,79	4,23	4,37
	500	T30	3,25	3,46	3,71	3,47	3,70	3,29	2,87	3,29
	1000	T30	3,43	3,40	2,87	3,23	3,42	3,53	3,22	3,39
	2000	T30	2,73	2,84	2,75	2,77	2,68	2,62	2,55	2,62
	4000	T30	2,26	2,20	2,12	2,19	2,04	2,00	1,93	1,99
4	125	T30	nd	nd	nd	nd	10,88	11,12	8,78	10,26
	250	T30	nd	nd	nd	nd	9,78	9,06	9,52	9,45
	500	T30	nd	nd	nd	nd	9,51	9,10	10,26	9,62
	1000	T30	nd	nd	nd	nd	8,65	8,32	7,83	8,27
	2000	T30	nd	nd	nd	nd	5,54	6,64	6,24	6,14
	4000	T30	nd	nd	nd	nd	5,22	4,22	3,25	4,72
6	125	T30	4,22	5,00	4,49	4,57	7,08	4,70	4,79	4,75
	250	T30	3,64	3,97	3,42	3,68	3,60	4,02	3,48	3,70
	500	T30	3,55	3,60	3,78	3,64	3,64	3,89	3,45	3,66
	1000	T30	3,62	3,67	3,42	3,57	3,33	3,93	3,81	3,69
	2000	T30	2,82	2,62	2,77	2,74	2,87	2,91	3,02	2,93
	4000	T30	2,39	2,43	2,17	2,33	2,37	2,14	2,04	2,18

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental															
	medições de 15s em silêncio total															
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)				L _{Aeq} (dB)			
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média
1	54,4	51,8	54,4	53,5	53,4	50,6	52,4	52,1	31,4	49,4	50,4	43,7	53,5	50,8	52,7	52,3
3	47,4	52,2	54,2	51,3	46,2	50,4	52,6	49,7	44,8	48,0	51,0	47,9	46,4	50,7	52,9	50,0
6	57,6	55,0	52,2	54,9	55,8	54,4	47,8	52,7	54,6	53,8	46,2	51,5	56,1	54,5	49,4	53,3
Exterior	53,2	51,8	50,7	51,9	50,2	50,2	48,7	49,7	47,5	49,1	47,5	48,0	53,4	52,6	60,0	55,3

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 13 de Outubro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro da Batalha - Claustro D. João I

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,59	0,60	0,59	0,59	0,37	0,38	0,37	0,37	2,8	22,0
B	0,48	0,47	0,48	0,48	0,45	0,44	0,45	0,45	13,8	11,0
C	0,43	0,43	0,44	0,43					24,8	0,0
D	0,33	0,33	0,34	0,33	0,49	0,48	0,50	0,49	35,8	11,0
E	0,28	0,28	0,29	0,28	0,44	0,46	0,45	0,45	46,8	22,0
F	0,27	0,28	0,27	0,27	0,43	0,44	0,43	0,43	49,5	24,8
G	0,26	0,26	0,26	0,26	0,42	0,41	0,41	0,41	52,3	27,5
H	0,18	0,17	0,17	0,17	0,29	0,30	0,30	0,30	62,0	37,3
I	nd	nd	nd	nd	0,22	0,22	0,20	0,21	71,8	47,0
J	nd	nd	nd	nd	0,16	0,17	0,16	0,16	81,5	56,8
K	nd	nd	nd	nd	0,15	0,14	0,15	0,15	91,3	66,5
L	nd	nd	nd	nd	0,15	0,15	0,15	0,15	94,0	69,3
M	0,20	0,18	0,20	0,19	0,24	0,26	0,24	0,25	33,3	22,3

Nota: Ruído de fundo muito elevado, não possibilitando a medição nos pontos I, J, K e L.

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Data: 13 de Outubro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro da Batalha - Claustro D. Afonso V

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			medir depois na planta	
	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	95,0	94,9	95,0				19,8	0,0
2	90,7	90,4	90,6	96,8	96,4	96,6	37,3	17,5
3	89,2	89,2	89,2	94,4	94,3	94,4	41,8	22,0
4	82,3	82,1	82,2	86,3	86,3	86,3	59,3	39,5
5	79,6	79,5	79,6	82,0	81,9	82,0	76,8	57,0
6	81,0	80,9	81,0	83,0	82,9	83,0	27,9	19,8

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências	TR	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética	TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética
1	125	T30	2,83	2,81	2,73	2,79				
	250	T30	2,37	2,28	2,23	2,29				
	500	T30	2,02	2,16	2,02	2,07				
	1000	T30	2,02	1,97	1,95	1,98				
	2000	T30	1,71	1,79	1,74	1,75				
	4000	T30	1,51	1,57	1,54	1,54				
2	125	T30	3,65	3,55	3,03	3,41	2,83	3,32	3,17	3,11
	250	T30	2,56	2,64	2,90	2,70	2,76	2,68	2,77	2,74
	500	T30	2,77	2,64	2,58	2,66	2,46	2,83	2,77	2,69
	1000	T30	2,55	2,62	2,58	2,58	2,44	2,68	2,62	2,58
	2000	T30	2,19	2,23	2,11	2,18	2,14	2,10	2,06	2,10
	4000	T30	1,80	1,78	1,73	1,77	1,68	1,64	1,62	1,65
4	125	T30	nd	nd	nd	nd	2,40	4,07	3,53	3,80
	250	T30	nd	nd	nd	nd	3,75	3,32	3,61	3,56
	500	T30	nd	nd	nd	nd	3,11	3,12	3,20	3,14
	1000	T30	nd	nd	nd	nd	3,27	3,37	3,34	3,33
	2000	T30	nd	nd	nd	nd	2,59	2,58	2,54	2,57
	4000	T30	nd	nd	nd	nd	2,00	2,08	2,03	2,04
6	125	T30	2,15	3,42	3,81	3,62	3,20	2,76	3,21	3,06
	250	T30	2,84	2,53	2,24	2,54	2,73	2,17	2,54	2,48
	500	T30	2,46	2,32	2,23	2,34	2,57	2,29	2,53	2,46
	1000	T30	2,71	2,51	2,69	2,64	2,69	2,43	2,40	2,51
	2000	T30	2,06	2,03	2,09	2,06	2,25	2,11	2,23	2,20
	4000	T30	1,79	1,70	1,69	1,73	1,72	1,76	1,73	1,74

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental															
	medições de 15s em silêncio total															
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)				L _{Aeq} (dB)			
	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média
1	47,0	47,6	47,0	47,2	42,4	45,6	41,8	43,3	39,0	41,1	35,6	38,6	44,1	45,8	44,6	44,8
3	47,0	45,2	47,8	46,7	40,0	40,2	42,6	40,9	38,6	37,4	40,0	38,7	43,6	43,6	45,4	44,2
6	46,6	46,6	46,6	46,6	43,4	42,4	43,8	43,2	40,2	35,6	41,0	38,9	44,5	43,2	45,2	44,3
Exterior	53,2	51,8	50,7	51,9	50,2	50,2	48,7	49,7	47,5	49,1	47,5	48,0	53,4	52,6	60,0	55,3

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 13 de Outubro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro da Batalha - Claustro D. Afonso V

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,65	0,66	0,67	0,66	0,47	0,47	0,48	0,47	2,3	17,5
B	0,60	0,61	0,61	0,61	0,51	0,52	0,52	0,52	11,0	8,8
C	0,54	0,55	0,55	0,55					19,8	0,0
D	0,51	0,52	0,51	0,51	0,59	0,59	0,60	0,59	28,5	8,8
E	0,46	0,47	0,47	0,47	0,55	0,56	0,56	0,56	37,3	17,5
F	0,45	0,46	0,45	0,45	0,54	0,54	0,53	0,54	39,5	19,8
G	0,44	0,45	0,44	0,44	0,51	0,52	0,51	0,51	41,8	22,0
H	0,38	0,39	0,38	0,38	0,45	0,44	0,46	0,45	50,5	30,8
I	0,34	0,33	0,34	0,34	0,41	0,41	0,39	0,40	59,3	39,5
J	0,29	0,30	0,28	0,29	0,36	0,36	0,36	0,36	68,0	48,3
K	0,24	0,25	0,25	0,25	0,32	0,33	0,32	0,32	76,8	57,0
L	0,24	0,23	0,23	0,23	0,33	0,32	0,32	0,32	79,0	59,3
M	0,34	0,34	0,35	0,34	0,38	0,37	0,39	0,38	27,9	19,8

FICHA MEDICÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Hora:

Claustro - Local: Sé Velha de Coimbra

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			medir depois na planta	
	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	94,7	94,8	94,8				13,6	0,0
2	90,4	90,5	90,5	97,5	97,6	97,6	25,0	11,4
3	88,8	88,9	88,9	95,6	95,6	95,6	29,4	15,8
4	84,2	84,2	84,2	88,7	88,6	88,7	40,8	27,2
5	83,8	83,9	83,9	85,5	85,6	85,6	52,2	38,6
6	85,6	85,5	85,6	86,7	86,7	86,7	19,2	13,6

Avaliação do *Tempo de Reverberação* (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências	TR	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética	TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética
1	125	T30	3,31	3,30	3,02	3,21				
	250	T30	2,44	2,57	2,64	2,55				
	500	T30	2,25	2,08	2,25	2,19				
	1000	T30	2,04	1,97	2,07	2,03				
	2000	T30	1,69	1,70	1,72	1,70				
	4000	T30	nd	1,48	nd	1,48				
2	125	T30	3,02	3,03	3,04	3,03	3,07	3,01	3,03	3,04
	250	T30	2,85	2,73	2,89	2,82	2,51	2,38	2,31	2,40
	500	T30	2,43	2,31	2,42	2,39	1,99	1,97	1,99	1,98
	1000	T30	2,43	2,33	2,45	2,40	nd	2,08	2,04	2,06
	2000	T30	1,97	2,64	1,88	2,16	1,64	1,64	1,62	1,63
	4000	T30	nd	1,60	nd	1,60	nd	1,37	1,36	1,37
4	125	T30	3,26	nd	nd	3,26	3,63	nd	nd	3,63
	250	T30	3,35	nd	nd	3,35	3,19	3,08	3,23	3,17
	500	T30	2,81	nd	nd	2,81	2,59	2,65	2,48	2,57
	1000	T30	nd	nd	nd	nd	2,79	2,96	3,51	3,09
	2000	T30	nd	nd	nd	nd	nd	2,02	2,11	2,07
	4000	T30	nd	nd	nd	nd	1,77	1,72	1,95	1,81
6	125	T30	nd	3,92	3,47	3,70	3,50	3,74	nd	3,62
	250	T30	nd	2,98	3,47	3,23	4,97	5,13	3,43	4,51
	500	T30	2,63	nd	nd	2,63	nd	nd	2,88	2,88
	1000	T30	nd	4,41	nd	4,41	4,86	3,07	3,81	3,44
	2000	T30	3,35	2,78	nd	3,07	nd	2,26	nd	2,26
	4000	T30	1,82	nd	nd	1,82	nd	1,64	nd	1,64

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental															
	medições de 15s em silêncio total															
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)				L _{Aeq} (dB)			
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média
1	40,0	40,0	41,6	40,5	38,6	38,2	38,4	38,4	38,0	37,6	37,4	37,7	39,4	38,8	39,6	39,3
3	41,0	39,8	41,0	40,6	40,0	38,4	37,8	38,7	37,8	37,8	36,8	37,5	40,7	39,0	39,4	39,7
6	42,6	42,6	42,6	42,6	41,4	40,8	39,8	40,7	40,0	39,0	38,4	39,1	41,7	41,8	40,9	41,5
Exterior	53,8	59,4	55,0	56,1	47,8	55,0	52,8	51,9	44,8	51,4	48,0	48,1	50,4	56,8	53,2	53,5

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 17 de Outubro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Sé Velha de Coimbra

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,65	0,66	0,66	0,66	0,48	0,47	0,47	0,47	2,2	11,4
B	0,61	0,60	0,60	0,60	0,58	0,58	0,57	0,58	7,9	5,7
C	0,53	0,54	0,53	0,53					13,6	0,0
D	0,45	0,46	0,46	0,46	0,62	0,61	0,62	0,62	19,3	5,7
E	0,43	0,44	0,44	0,44	0,53	0,52	0,53	0,53	25,0	11,4
F	0,42	0,43	0,44	0,43	0,51	0,52	0,51	0,51	27,2	13,6
G	0,40	0,39	0,40	0,40	0,48	0,49	0,49	0,49	29,4	15,8
H	0,35	0,34	0,35	0,35	0,41	0,41	0,40	0,41	35,1	21,5
I	0,31	0,32	0,33	0,32	0,38	0,38	0,37	0,38	40,8	27,2
J	0,30	0,31	0,31	0,31	0,34	0,35	0,34	0,34	46,5	32,9
K	0,31	0,31	0,30	0,31	0,35	0,34	0,35	0,35	52,2	38,6
L	0,32	0,32	0,31	0,32	0,36	0,37	0,35	0,36	54,4	40,8
M	0,41	0,41	0,42	0,41	0,48	0,47	0,47	0,47	19,2	13,6

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Data: 23 de Outubro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Convento de Cristo (Tomar) - Claustro do Cemitério

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			medir depois na planta	
	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	99,1	98,8	99,0				8,3	0,0
2	96,9	96,9	96,9	100,5	100,2	100,4	15,4	7,1
3	96,0	96,0	96,0	99,2	98,8	99,0	17,8	9,5
4	93,1	93,1	93,1	94,9	94,9	94,9	24,9	16,6
5	92,8	93,1	93,0	93,8	93,9	93,9	32,0	23,7
6	92,1	91,8	92,0	92,4	92,3	92,4	11,7	8,3

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências	TR	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética	TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética
1	125	T30	1,76	1,80	2,25	1,94				
	250	T30	1,94	1,87	2,04	1,95				
	500	T30	1,79	1,83	1,90	1,84				
	1000	T30	1,86	1,80	1,78	1,81				
	2000	T30	1,52	1,57	1,53	1,54				
	4000	T30	1,32	1,29	1,33	1,31				
2	125	T30	1,98	1,96	1,80	1,91	2,12	2,21	1,83	2,05
	250	T30	1,83	1,88	1,94	1,88	1,85	1,88	1,86	1,86
	500	T30	1,79	1,86	1,85	1,83	1,84	1,75	1,77	1,79
	1000	T30	1,78	1,72	1,79	1,76	1,81	1,83	1,80	1,81
	2000	T30	1,59	1,55	1,59	1,58	1,52	1,50	1,53	1,52
	4000	T30	1,36	1,28	1,33	1,32	1,31	1,30	1,30	1,30
4	125	T30	2,02	2,07	2,12	2,07	2,21	2,26	2,09	2,19
	250	T30	1,78	1,89	1,88	1,85	1,92	1,90	2,01	1,94
	500	T30	1,94	1,95	2,05	1,98	1,82	1,82	1,87	1,84
	1000	T30	1,90	1,82	1,86	1,86	1,75	1,66	1,69	1,70
	2000	T30	1,64	1,59	1,61	1,61	1,69	1,56	1,56	1,60
	4000	T30	1,36	1,32	1,34	1,34	1,33	1,35	1,30	1,33
6	125	T30	2,38	2,42	2,25	2,35	2,20	2,23	2,02	2,15
	250	T30	2,10	2,13	2,13	2,12	1,98	1,97	1,82	1,92
	500	T30	1,90	1,92	1,86	1,89	1,90	1,90	1,88	1,89
	1000	T30	1,77	1,73	1,78	1,76	1,82	1,80	1,78	1,80
	2000	T30	1,70	1,60	1,66	1,65	1,61	1,59	1,62	1,61
	4000	T30	1,33	1,34	1,38	1,35	1,33	1,30	1,32	1,32

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental															
	medições de 15s em silêncio total															
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)				L _{Aeq} (dB)			
	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média
1	36,4	36,8	36,7	36,6	33,6	34,6	34,2	34,1	31,8	32,8	32,2	32,3	34,7	34,9	35,0	34,9
3	36,6	36,4	36,3	36,4	33,4	33,8	33,6	33,6	31,6	32,0	32,1	31,9	34,4	34,5	34,7	34,5
6	36,9	36,7	36,5	36,7	33,2	33,6	34,0	33,6	31,5	31,6	31,5	31,5	34,2	34,6	34,3	34,4
Exterior	40,0	41,5	42,1	41,2	36,2	36,8	37,3	36,8	34,4	34,8	35,1	34,8	37,5	37,7	38,2	37,8

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 23 de Outubro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Convento de Cristo (Tomar) - Claustro do Cemitério

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,82	0,84	0,83	0,83	0,53	0,53	0,54	0,53	1,2	7,1
B	0,72	0,73	0,73	0,73	0,57	0,56	0,57	0,57	4,8	3,6
C	0,61	0,61	0,62	0,61					8,3	0,0
D	0,58	0,58	0,59	0,58	0,72	0,72	0,73	0,72	11,9	3,6
E	0,58	0,59	0,58	0,58	0,67	0,65	0,65	0,66	15,4	7,1
F	0,60	0,61	0,61	0,61	0,60	0,60	0,60	0,60	16,6	8,3
G	0,61	0,60	0,60	0,60	0,59	0,59	0,58	0,59	17,8	9,5
H	0,58	0,57	0,56	0,57	0,59	0,60	0,58	0,59	21,4	13,1
I	0,50	0,51	0,50	0,50	0,53	0,54	0,54	0,54	24,9	16,6
J	0,45	0,44	0,43	0,44	0,51	0,50	0,50	0,50	28,5	20,2
K	0,41	0,41	0,42	0,41	0,47	0,46	0,45	0,46	32,0	23,7
L	0,43	0,43	0,42	0,43	0,45	0,44	0,46	0,45	33,2	24,9
M	0,49	0,49	0,50	0,49	0,44	0,43	0,44	0,44	11,7	8,3

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Data: 23 de Outubro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Convento de Cristo (Tomar) - Claustro da Hospedaria

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			<i>medir depois na planta</i>	
	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	96,5	96,8	96,7				12,4	0,0
2	91,6	91,7	91,7	98,3	98,3	98,3	23,7	11,3
3	90,0	89,9	90,0	96,2	96,0	96,1	25,9	13,5
4	86,5	86,5	86,5	89,3	89,3	89,3	37,2	24,8
5	85,2	85,1	85,2	86,0	86,2	86,1	48,5	36,1
6	88,2	88,4	88,3	88,4	88,4	88,4	17,5	12,4

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências	TR	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética	TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética
1	125	T30	2,47	2,73	2,70	2,63				
	250	T30	1,48	1,84	1,73	1,68				
	500	T30	1,54	1,75	1,58	1,62				
	1000	T30	1,61	1,60	1,53	1,58				
	2000	T30	1,38	1,41	1,35	1,38				
	4000	T30	1,08	1,19	1,18	1,15				
2	125	T30	2,19	2,37	2,41	2,32	2,23	2,13	2,04	2,13
	250	T30	1,69	1,76	1,66	1,70	2,02	1,96	2,02	2,00
	500	T30	1,87	1,86	1,79	1,84	1,71	1,60	1,64	1,65
	1000	T30	1,82	1,81	1,78	1,80	1,65	1,59	1,55	1,60
	2000	T30	1,60	1,69	1,61	1,63	1,41	1,42	1,44	1,42
	4000	T30	1,35	1,42	1,30	1,36	1,20	1,15	1,19	1,18
4	125	T30	2,29	2,41	2,72	2,47	2,46	2,34	2,37	2,39
	250	T30	1,98	1,86	1,96	1,93	1,84	1,89	1,84	1,86
	500	T30	1,84	1,82	1,79	1,82	1,80	1,87	1,88	1,85
	1000	T30	1,74	1,85	1,76	1,78	1,79	1,78	1,79	1,79
	2000	T30	1,67	1,70	1,62	1,66	1,58	1,55	1,58	1,57
	4000	T30	1,60	1,39	1,38	1,46	1,36	1,29	1,28	1,31
6	125	T30	2,40	2,24	2,22	2,29	2,30	2,72	2,34	2,45
	250	T30	1,81	1,94	1,80	1,85	1,82	1,90	1,83	1,85
	500	T30	1,84	1,81	1,74	1,80	1,89	1,80	1,79	1,83
	1000	T30	1,72	1,72	1,75	1,73	1,77	1,75	1,82	1,78
	2000	T30	1,64	1,53	1,63	1,60	1,65	1,55	1,63	1,61
	4000	T30	1,39	1,32	1,33	1,35	1,34	1,35	1,31	1,33

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental															
	medições de 15s em silêncio total															
	LA10 (dB)				LA50 (dB)				LA95 (dB)				LAeq (dB)			
	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média
1	38,4	38,8	39,2	38,8	35,6	35,2	35,5	35,4	32,8	32,5	33,0	32,8	36,8	36,0	37,2	36,7
3	38,8	38,9	38,6	38,8	34,6	34,8	34,3	34,6	31,6	31,8	31,2	31,5	37,5	37,4	37,0	37,3
6	38,4	37,6	38,0	38,0	35,6	36,4	37,4	36,5	33,6	32,8	34,2	33,5	37,9	38,8	37,9	38,2
Exterior	40,0	41,5	42,1	41,2	36,2	36,8	37,3	36,8	34,4	34,8	35,1	34,8	37,5	37,7	38,2	37,8

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 23 de Outubro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Convento de Cristo (Tomar) - Claustro da Hospedaria

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,85	0,84	0,84	0,84	0,56	0,57	0,57	0,57	1,1	11,3
B	0,71	0,72	0,72	0,72	0,67	0,67	0,67	0,67	6,8	5,7
C	0,69	0,70	0,70	0,70					12,4	0,0
D	0,66	0,66	0,65	0,66	0,79	0,79	0,79	0,79	18,1	5,7
E	0,60	0,61	0,60	0,60	0,65	0,66	0,66	0,66	23,7	11,3
F	0,58	0,60	0,60	0,59	0,67	0,66	0,67	0,67	24,8	12,4
G	0,55	0,54	0,55	0,55	0,63	0,64	0,64	0,64	25,9	13,5
H	0,51	0,51	0,50	0,51	0,49	0,49	0,50	0,49	31,6	19,2
I	0,49	0,48	0,49	0,49	0,52	0,51	0,52	0,52	37,2	24,8
J	0,47	0,48	0,47	0,47	0,44	0,44	0,45	0,44	42,9	30,5
K	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,42	0,42	0,42	48,5	36,1
L	0,46	0,47	0,48	0,47	0,40	0,41	0,40	0,40	49,6	37,2
M	0,52	0,52	0,52	0,52	0,49	0,50	0,50	0,50	17,5	12,4

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Data: 23 de Outubro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Convento de Cristo (Tomar) - Claustro Principal

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			<i>medir depois na planta</i>	
	L _{Aeq} (dB) 1. ^a vez 15s	L _{Aeq} (dB) 2. ^a vez 15s	<i>média aritmética</i>	L _{Aeq} (dB) 1. ^a vez 15s	L _{Aeq} (dB) 2. ^a vez 15s	<i>média aritmética</i>	à FS 1	à FS 2
1	94,4	94,6	94,5				15,2	0,0
2	91,7	91,6	91,7	97,1	96,8	97,0	27,9	12,7
3	90,8	90,4	90,6	95,6	95,6	95,6	32,9	17,7
4	86,9	86,9	86,9	90,6	90,5	90,6	45,6	30,4
5	85,5	85,6	85,6	87,7	87,7	87,7	58,3	43,1
6	87,8	87,8	87,8	90,3	90,3	90,3	21,5	15,2

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências	TR	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1. ^a vez	TR (s) 2. ^a vez	TR (s) 3. ^a vez	<i>média aritmética</i>	TR (s) 1. ^a vez	TR (s) 2. ^a vez	TR (s) 3. ^a vez	<i>média aritmética</i>
1	125	T30	4,17	4,86	4,66	4,56				
	250	T30	4,41	4,24	4,22	4,29				
	500	T30	3,29	3,66	3,69	3,55				
	1000	T30	3,39	3,45	3,32	3,39				
	2000	T30	2,64	2,63	2,76	2,68				
	4000	T30	1,98	2,05	2,07	2,03				
2	125	T30	4,73	4,57	4,89	4,73	4,49	4,53	4,38	4,47
	250	T30	4,09	4,06	4,21	4,12	3,89	3,85	3,75	3,83
	500	T30	3,83	3,86	3,73	3,81	3,28	3,55	3,50	3,44
	1000	T30	3,56	3,55	3,48	3,53	3,29	3,25	3,30	3,28
	2000	T30	2,79	2,82	2,78	2,80	2,64	2,59	2,58	2,60
	4000	T30	2,24	2,12	2,19	2,18	1,87	1,90	1,95	1,91
4	125	T30	4,24	4,40	4,44	4,36	4,65	4,61	4,44	4,57
	250	T30	4,45	4,14	4,06	4,22	4,17	4,34	4,19	4,23
	500	T30	4,03	3,98	4,00	4,00	3,84	3,77	3,88	3,83
	1000	T30	3,76	3,72	3,67	3,72	3,58	3,58	3,58	3,58
	2000	T30	2,98	2,86	2,94	2,93	2,87	2,83	2,86	2,85
	4000	T30	2,44	2,22	2,19	2,28	2,14	2,24	2,19	2,19
6	125	T30	4,46	4,54	4,44	4,48	4,48	4,40	4,23	4,37
	250	T30	4,17	4,72	4,36	4,42	4,08	4,10	4,18	4,12
	500	T30	3,75	3,91	3,77	3,81	3,85	3,80	3,78	3,81
	1000	T30	3,54	3,58	3,62	3,58	3,63	3,62	3,63	3,63
	2000	T30	3,04	2,90	2,87	2,94	2,92	2,92	2,94	2,93
	4000	T30	2,35	2,22	2,30	2,29	2,22	2,19	2,16	2,19

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental											
	medições de 15s em silêncio total											
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)			
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	<i>média</i>	1. ^a	2. ^a	3. ^a	<i>média</i>	1. ^a	2. ^a	3. ^a	<i>média</i>
1	44,0	41,6	43,8	43,1	37,0	38,6	35,0	36,9	34,7	33,8	33,8	34,1
3	45,2	45,3	44,9	45,1	40,2	41,4	40,3	40,6	36,5	36,5	37,0	36,7
6	44,2	44,5	44,7	44,5	39,4	39,8	39,0	39,4	36,0	36,2	36,0	36,1
Exterior	40,0	41,5	42,1	41,2	36,2	36,8	37,3	36,8	34,4	34,8	35,1	34,8

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 23 de Outubro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Convento de Cristo (Tomar) - Claustro Principal

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,60	0,60	0,60	0,60	0,46	0,45	0,44	0,45	2,5	12,7
B	0,55	0,55	0,53	0,54	0,49	0,49	0,48	0,49	8,9	6,4
C	0,52	0,52	0,53	0,52					15,2	0,0
D	0,47	0,47	0,48	0,47	0,58	0,58	0,57	0,58	21,6	6,4
E	0,44	0,43	0,43	0,43	0,49	0,51	0,51	0,50	27,9	12,7
F	0,43	0,43	0,43	0,43	0,48	0,48	0,47	0,48	30,4	15,2
G	0,35	0,35	0,36	0,35	0,46	0,45	0,45	0,45	32,9	17,7
H	0,32	0,32	0,34	0,33	0,42	0,42	0,43	0,42	39,3	24,1
I	0,31	0,31	0,31	0,31	0,37	0,36	0,36	0,36	45,6	30,4
J	0,27	0,26	0,28	0,27	0,32	0,32	0,33	0,32	52,0	36,8
K	0,27	0,28	0,28	0,28	0,33	0,32	0,31	0,32	58,3	43,1
L	0,27	0,27	0,27	0,27	0,31	0,30	0,31	0,31	60,8	45,6
M	0,41	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,41	0,42	21,5	15,2

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Data: 3 de Novembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Convento dos Cardais

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			medir depois na planta	
	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	100,1	100,0	100,1				6,2	0,0
2	98,8	98,8	98,8	102,8	102,4	102,6	11,1	4,9
3	97,9	97,9	97,9	100,8	101,0	100,9	13,6	7,4
4	95,5	95,6	95,6	97,3	97,3	97,3	18,5	12,3
5	95,4	95,4	95,4	96,0	96,1	96,1	23,4	17,2
6	95,3	95,3	95,3	96,6	96,6	96,6	8,7	6,2

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências	TR	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética	TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética
1	125	T30	2,22	2,39	1,92	2,18				
	250	T30	1,90	2,29	1,95	2,05				
	500	T30	2,07	1,96	2,01	2,01				
	1000	T30	1,88	1,82	1,81	1,84				
	2000	T30	1,61	1,59	1,57	1,59				
	4000	T30	1,27	1,36	1,32	1,32				
2	125	T30	2,34	2,24	2,22	2,27	1,99	2,15	1,87	2,00
	250	T30	2,05	1,71	1,72	1,83	1,85	1,75	1,81	1,80
	500	T30	1,98	1,96	1,97	1,97	1,85	1,73	1,81	1,80
	1000	T30	1,81	1,84	1,87	1,84	1,79	1,78	1,80	1,79
	2000	T30	1,65	1,66	1,66	1,66	1,56	1,51	1,55	1,54
	4000	T30	1,28	1,33	1,31	1,31	1,23	1,21	1,27	1,24
4	125	T30	2,29	2,75	2,47	2,50	1,79	2,30	1,75	1,95
	250	T30	2,01	2,05	1,99	2,02	1,90	2,06	2,13	2,03
	500	T30	2,00	2,10	2,02	2,04	1,80	1,87	1,80	1,82
	1000	T30	1,95	1,97	1,90	1,94	1,82	1,86	1,78	1,82
	2000	T30	1,66	1,65	1,66	1,66	1,60	1,59	1,60	1,60
	4000	T30	1,37	1,35	1,38	1,37	1,33	1,34	1,38	1,35
6	125	T30	2,57	3,03	2,40	2,67	2,18	2,53	2,25	2,32
	250	T30	2,20	2,09	1,98	2,09	1,90	1,95	2,12	1,99
	500	T30	2,05	2,13	2,03	2,07	1,80	1,83	2,01	1,88
	1000	T30	1,88	1,92	1,94	1,91	1,76	1,92	1,88	1,85
	2000	T30	1,67	1,64	1,63	1,65	1,67	1,63	1,62	1,64
	4000	T30	1,68	1,36	1,38	1,47	1,31	1,27	1,29	1,29

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental											
	medições de 15s em silêncio total											
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)			
	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média
1	40,8	41,2	43,0	41,7	39,6	38,8	39,6	39,3	38,2	36,8	37,2	37,4
3	42,6	43,0	41,2	42,3	38,4	41,2	38,6	39,4	37,2	39,8	37,2	38,1
6	43,6	42,4	42,4	42,8	38,8	38,6	38,8	38,7	36,4	36,0	36,2	36,2
Exterior	56,6	52,0	59,0	55,9	50,2	49,4	52,0	50,5	48,0	46,0	48,6	47,5

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 3 de Novembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Convento dos Cardais

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,82	0,82	0,81	0,82	0,54	0,54	0,53	0,54	1,3	4,9
B	0,67	0,68	0,68	0,68	0,56	0,56	0,56	0,56	3,7	2,5
C	0,66	0,67	0,67	0,67					6,2	0,0
D	0,59	0,60	0,60	0,60	0,68	0,68	0,69	0,68	8,6	2,5
E	0,57	0,57	0,56	0,57	0,65	0,66	0,66	0,66	11,1	4,9
F	0,58	0,58	0,57	0,58	0,68	0,68	0,70	0,69	12,3	6,2
G	0,57	0,56	0,57	0,57	0,66	0,65	0,66	0,66	13,6	7,4
H	0,51	0,50	0,51	0,51	0,58	0,59	0,59	0,59	16,0	9,9
I	0,48	0,49	0,48	0,48	0,55	0,54	0,55	0,55	18,5	12,3
J	0,46	0,46	0,48	0,47	0,51	0,50	0,50	0,50	20,9	14,8
K	0,45	0,45	0,46	0,45	0,47	0,48	0,48	0,48	23,4	17,2
L	0,44	0,45	0,44	0,44	0,49	0,50	0,50	0,50	24,6	18,5
M	0,51	0,50	0,50	0,50	0,52	0,51	0,52	0,52	8,7	6,2

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Data: 3 de Novembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro dos Jerónimos

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			medir depois na planta	
	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	93,0	93,0	93,0				24,4	0,0
2	88,4	88,4	88,4	94,3	94,2	94,3	45,7	21,3
3	87,1	87,0	87,1	93,4	93,4	93,4	51,9	27,5
4	82,8	82,8	82,8	86,7	86,8	86,8	73,2	48,8
5	81,5	81,5	81,5	83,1	83,0	83,1	94,5	70,1
6	83,0	83,0	83,0	83,4	83,4	83,4	34,5	24,4

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências	TR	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética	TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética
1	125	T30	4,30	4,67	4,88	4,62				
	250	T30	4,07	3,84	4,22	4,04				
	500	T30	3,73	3,70	3,75	3,73				
	1000	T30	3,50	3,53	3,46	3,50				
	2000	T30	2,91	2,81	2,90	2,87				
	4000	T30	2,28	2,28	2,27	2,28				
2	125	T30	4,53	4,42	4,80	4,58	4,42	4,24	4,30	4,32
	250	T30	4,33	4,31	4,25	4,30	3,71	3,71	3,80	3,74
	500	T30	3,91	3,83	3,87	3,87	3,60	3,54	3,65	3,60
	1000	T30	3,77	3,72	3,72	3,74	3,38	3,49	3,43	3,43
	2000	T30	3,08	3,14	3,11	3,11	2,88	2,83	2,81	2,84
	4000	T30	2,51	2,58	2,59	2,56	2,29	2,13	2,24	2,22
4	125	T30	nd	nd	nd	nd	5,24	5,35	5,47	5,35
	250	T30	nd	nd	nd	nd	4,78	4,53	4,44	4,58
	500	T30	nd	nd	nd	nd	3,99	4,00	3,90	3,96
	1000	T30	nd	nd	nd	nd	3,87	3,82	3,93	3,87
	2000	T30	nd	nd	nd	nd	3,07	3,02	3,18	3,09
	4000	T30	nd	nd	nd	nd	2,49	2,60	2,63	2,57
6	125	T30	4,88	4,24	6,25	4,56	4,71	5,28	4,88	4,96
	250	T30	4,61	4,97	4,63	4,74	4,45	4,53	4,29	4,42
	500	T30	4,05	4,17	4,10	4,11	4,10	4,31	4,45	4,29
	1000	T30	3,92	4,18	3,85	3,98	3,93	4,14	4,32	4,13
	2000	T30	3,17	3,31	3,27	3,25	3,32	3,20	3,23	3,25
	4000	T30	2,64	2,78	2,56	2,66	2,66	2,67	2,70	2,68

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental															
	medições de 15s em silêncio total															
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)				L _{Aeq} (dB)			
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média
1	44,6	45,8	42,6	44,3	43,2	42,2	41,6	42,3	40,6	40,4	40,0	40,3	43,5	43,6	41,7	42,9
3	44,6	44,6	44,0	44,4	42,2	42,4	42,2	42,3	41,2	40,6	41,0	40,9	42,9	42,8	42,8	42,8
6	44,8	43,0	40,8	42,9	43,4	41,4	40,2	41,7	41,0	40,4	39,6	40,3	43,4	42,5	40,4	42,1
Exterior	57,6	58,2	59,2	58,3	55,8	56,0	55,8	55,9	54,0	53,6	53,2	53,6	56,1	56,3	56,6	56,3

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 3 de Novembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro dos Jerónimos

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,58	0,58	0,58	0,58	0,37	0,37	0,38	0,37	3,1	21,3
B	0,51	0,50	0,51	0,51	0,48	0,47	0,47	0,47	13,8	10,7
C	0,44	0,45	0,46	0,45					24,4	0,0
D	0,34	0,35	0,35	0,35	0,56	0,56	0,57	0,56	35,1	10,7
E	0,35	0,34	0,38	0,36	0,46	0,46	0,45	0,46	45,7	21,3
F	0,33	0,33	0,34	0,33	0,44	0,43	0,43	0,43	48,8	24,4
G	0,28	0,28	0,30	0,29	0,42	0,41	0,41	0,41	51,9	27,5
H	0,27	0,27	0,27	0,27	0,36	0,35	0,35	0,35	62,6	38,2
I	0,26	0,27	0,28	0,27	0,30	0,30	0,29	0,30	73,2	48,8
J	0,25	0,24	0,24	0,24	0,28	0,28	0,26	0,27	83,9	59,5
K	0,23	0,23	0,24	0,23	0,24	0,26	0,26	0,25	94,5	70,1
L	0,20	0,20	0,22	0,21	0,23	0,24	0,23	0,23	97,6	73,2
M	0,40	0,38	0,37	0,38	0,41	0,40	0,39	0,40	34,5	24,4

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Data: 6 de Novembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro de Arouca

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			medir depois na planta	
	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	95,5	95,5	95,5				13,5	0,0
2	91,5	91,4	91,5	97,2	97,3	97,3	25,0	11,5
3	90,0	90,0	90,0	93,9	93,8	93,9	29,0	15,5
4	86,7	86,6	86,7	88,7	88,8	88,8	40,5	27,0
5	86,8	86,7	86,8	87,4	87,4	87,4	52,0	38,5
6	87,3	87,3	87,3	89,4	89,4	89,4	19,1	13,5

Nota: a fonte estava ligada

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências	TR	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética	TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética
1	125	T30	2,54	2,74	2,60	2,63				
	250	T30	2,41	3,02	2,61	2,68				
	500	T30	2,50	2,57	2,50	2,52				
	1000	T30	2,44	2,44	2,50	2,46				
	2000	T30	2,01	2,35	2,10	2,15				
	4000	T30	1,77	1,54	1,69	1,67				
2	125	T30	2,90	2,38	2,11	2,46	2,19	2,17	2,22	2,19
	250	T30	2,45	2,51	2,53	2,50	2,42	2,54	2,42	2,46
	500	T30	2,47	2,54	2,63	2,55	2,33	2,42	2,47	2,41
	1000	T30	2,49	2,55	2,62	2,55	2,25	2,21	2,32	2,26
	2000	T30	2,21	2,13	2,30	2,21	1,97	1,96	1,98	1,97
	4000	T30	2,02	1,91	2,19	2,04	1,62	1,65	1,71	1,66
4	125	T30	2,96	2,97	2,75	2,89	2,56	2,56	2,57	2,56
	250	T30	2,66	2,83	2,41	2,63	2,52	2,58	2,78	2,63
	500	T30	2,73	2,56	2,66	2,65	2,71	2,45	2,52	2,56
	1000	T30	2,77	2,65	2,76	2,73	2,66	2,60	2,55	2,60
	2000	T30	2,26	2,26	2,20	2,24	2,19	2,24	2,35	2,26
	4000	T30	1,99	1,97	1,92	1,96	1,68	1,92	1,78	1,79
6	125	T30	2,69	2,40	2,71	2,60	2,93	2,57	2,49	2,66
	250	T30	2,60	2,60	2,53	2,58	2,58	2,59	2,53	2,57
	500	T30	2,74	2,54	2,60	2,63	2,67	2,58	2,62	2,62
	1000	T30	2,56	2,82	2,66	2,68	2,63	2,59	2,59	2,60
	2000	T30	2,31	2,35	2,32	2,33	2,28	2,26	2,24	2,26
	4000	T30	nd	1,76	1,85	1,81	1,95	2,10	2,14	2,06

Nota: a fonte estava ligada

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental															
	medições de 15s em silêncio total															
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)				L _{Aeq} (dB)			
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média
1	47,8	47,6	48,2	47,9	46,4	46,8	47,0	46,7	45,4	45,6	45,8	45,6	47,7	46,9	47,3	47,3
3	47,0	46,8	48,8	47,5	45,6	45,8	46,0	45,8	44,6	44,8	44,6	44,7	46,0	46,0	48,6	46,9
6	51,2	50,8	52,2	51,4	49,6	49,8	50,2	49,9	48,2	49,0	49,2	48,8	50,0	50,1	50,8	50,3
Exterior	51,6	52,8	53,8	52,7	49,8	50,6	51,6	50,7	48,2	49,0	47,4	48,2	50,3	51,1	51,8	51,1

Nota: a fonte estava ligada

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 6 de Novembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro de Arouca

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,71	0,72	0,72	0,72	0,48	0,48	0,47	0,48	2,0	11,5
B	0,61	0,60	0,62	0,61	0,52	0,50	0,52	0,51	7,8	5,8
C	0,54	0,54	0,53	0,54					13,5	0,0
D	0,51	0,50	0,50	0,50	0,62	0,63	0,63	0,63	19,3	5,8
E	0,47	0,47	0,46	0,47	0,56	0,58	0,58	0,57	25,0	11,5
F	0,48	0,48	0,47	0,48	0,57	0,58	0,56	0,57	27,0	13,5
G	0,45	0,46	0,46	0,46	0,53	0,52	0,51	0,52	29,0	15,5
H	0,40	0,40	0,39	0,40	0,43	0,42	0,44	0,43	34,8	21,3
I	0,34	0,34	0,33	0,34	0,35	0,35	0,36	0,35	40,5	27,0
J	0,32	0,32	0,31	0,32	0,34	0,35	0,34	0,34	46,3	32,8
K	0,30	0,30	0,29	0,30	0,34	0,33	0,33	0,33	52,0	38,5
L	0,28	0,28	0,30	0,29	0,31	0,31	0,30	0,31	54,0	40,5
M	0,37	0,39	0,37	0,38	0,46	0,48	0,48	0,47	19,1	13,5

Nota: a fonte estava ligada

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Data: 10 de Novembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro de Lorvão

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			medir depois na planta	
	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	96,7	96,8	96,8				12,5	0,0
2	95,2	95,1	95,2	98,8	98,7	98,8	23,3	10,8
3	94,8	94,8	94,8	97,9	97,6	97,8	26,8	14,3
4	89,2	89,2	89,2	91,8	91,8	91,8	38,6	26,1
5	88,2	88,2	88,2	89,7	89,7	89,7	50,5	38,0
6	89,4	89,3	89,4	90,7	90,7	90,7	18,5	13,6

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências	TR	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética	TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética
1	125	T30	3,30	2,65	2,91	2,95				
	250	T30	2,42	2,06	2,29	2,26				
	500	T30	1,85	1,88	1,79	1,84				
	1000	T30	1,68	1,91	1,73	1,77				
	2000	T30	1,50	1,56	1,44	1,50				
	4000	T30	1,31	1,28	1,24	1,28				
2	125	T30	2,73	2,86	3,05	2,88	2,93	2,64	3,00	2,86
	250	T30	2,15	2,05	2,12	2,11	2,11	2,20	2,20	2,17
	500	T30	1,80	1,82	1,79	1,80	1,83	1,85	1,86	1,85
	1000	T30	1,75	1,82	1,75	1,77	1,61	1,66	1,66	1,64
	2000	T30	1,53	1,55	1,53	1,54	1,53	1,47	1,51	1,50
	4000	T30	1,34	1,37	1,34	1,35	1,27	1,27	1,45	1,33
4	125	T30	3,34	2,98	3,28	3,20	3,02	2,97	3,27	3,09
	250	T30	2,31	2,43	2,18	2,31	2,22	2,13	2,09	2,15
	500	T30	2,08	2,04	2,00	2,04	2,01	2,02	1,99	2,01
	1000	T30	1,85	1,92	1,87	1,88	1,87	1,84	1,80	1,84
	2000	T30	1,61	1,67	1,64	1,64	1,68	1,58	1,64	1,63
	4000	T30	1,48	1,49	1,49	1,49	1,43	1,40	1,49	1,44
6	125	T30	2,89	2,51	2,54	2,65	2,87	2,90	3,35	3,04
	250	T30	2,08	1,88	2,15	2,04	2,07	2,07	2,23	2,12
	500	T30	1,95	1,86	2,02	1,94	1,94	1,84	1,89	1,89
	1000	T30	1,81	1,79	1,83	1,81	1,89	1,81	1,82	1,84
	2000	T30	1,66	1,59	1,59	1,61	1,59	1,65	1,68	1,64
	4000	T30	1,45	1,41	1,46	1,44	1,43	1,43	1,43	1,43

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental															
	medições de 15s em silêncio total															
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)				L _{Aeq} (dB)			
	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média
1	46,0	51,0	44,2	47,1	44,4	43,6	42,6	43,5	42,6	41,8	40,4	41,6	44,7	46,9	42,9	44,8
3	43,6	42,8	45,2	43,9	42,2	41,4	43,8	42,5	40,6	39,8	42,4	40,9	42,5	41,6	44,0	42,7
6	46,6	45,0	46,2	45,9	43,0	43,4	43,6	43,3	40,0	41,0	41,2	40,7	45,8	43,6	44,6	44,7
Exterior	50,8	49,6	49,6	50,0	49,6	48,4	48,2	48,7	48,4	47,6	47,4	47,8	49,8	48,7	48,8	49,1

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 10 de Novembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro de Lorvão

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,71	0,72	0,72	0,72	0,48	0,48	0,49	0,48	1,8	10,8
B	0,64	0,63	0,63	0,63	0,53	0,53	0,54	0,53	7,1	5,4
C	0,60	0,60	0,59	0,60					12,5	0,0
D	0,58	0,59	0,58	0,58	0,68	0,67	0,67	0,67	17,9	5,4
E	0,56	0,57	0,57	0,57	0,62	0,62	0,63	0,62	23,3	10,8
F	0,56	0,56	0,56	0,56	0,61	0,62	0,61	0,61	25,0	12,5
G	0,56	0,57	0,58	0,57	0,59	0,60	0,60	0,60	26,8	14,3
H	0,48	0,48	0,49	0,48	0,52	0,53	0,53	0,53	32,7	20,2
I	0,41	0,41	0,40	0,41	0,48	0,47	0,46	0,47	38,6	26,1
J	0,38	0,38	0,38	0,38	0,43	0,43	0,43	0,43	44,5	32,0
K	0,37	0,37	0,38	0,37	0,42	0,42	0,42	0,42	50,5	38,0
L	0,37	0,36	0,36	0,36	0,40	0,38	0,38	0,39	52,2	39,7
M	0,49	0,51	0,50	0,50	0,53	0,52	0,53	0,53	18,5	13,6

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Data: 18 de Novembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro de Tibães

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			<i>medir depois na planta</i>	
	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	93,9	93,8	93,9				15,0	0,0
2	89,9	89,9	89,9	96,2	95,9	96,1	28,1	13,2
3	88,8	88,6	88,7	94,3	94,4	94,4	31,7	16,8
4	83,7	83,7	83,7	87,9	87,8	87,9	44,9	29,9
5	82,7	82,7	82,7	84,2	84,5	84,4	58,0	43,1
6	85,8	85,8	85,8	86,5	86,5	86,5	21,1	15,0

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências	TR	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética	TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética
1	125	T30	1,60	1,60	1,28	1,49				
	250	T30	1,41	1,57	1,58	1,52				
	500	T30	1,36	1,30	1,25	1,30				
	1000	T30	1,32	1,37	1,33	1,34				
	2000	T30	1,18	1,26	1,26	1,23				
	4000	T30	1,06	1,04	1,05	1,05				
2	125	T30	1,91	1,70	1,81	1,81	1,60	1,35	1,57	1,51
	250	T30	1,56	1,53	1,47	1,52	1,18	1,32	1,14	1,21
	500	T30	1,60	1,58	1,57	1,58	1,47	1,33	1,33	1,38
	1000	T30	1,52	1,50	1,55	1,52	1,32	1,26	1,22	1,27
	2000	T30	1,25	1,26	1,29	1,27	1,07	1,08	1,13	1,09
	4000	T30	1,05	1,05	1,06	1,05	1,04	1,01	0,98	1,01
4	125	T30	1,82	1,76	2,14	1,91	2,44	1,85	1,77	2,02
	250	T30	1,66	1,65	1,72	1,68	1,45	1,50	1,53	1,49
	500	T30	1,65	1,59	1,57	1,60	1,62	1,48	1,44	1,51
	1000	T30	1,59	1,57	1,59	1,58	1,67	1,57	1,54	1,59
	2000	T30	1,33	1,38	1,42	1,38	1,36	1,30	1,29	1,32
	4000	T30	1,15	1,16	1,20	1,17	1,11	1,12	1,09	1,11
6	125	T30	2,03	1,98	1,62	1,88	2,00	1,71	1,81	1,84
	250	T30	1,69	1,69	1,72	1,70	1,72	1,40	1,67	1,60
	500	T30	1,50	1,57	1,53	1,53	1,47	1,53	1,44	1,48
	1000	T30	1,59	1,60	1,58	1,59	1,39	1,47	1,53	1,46
	2000	T30	1,39	1,39	1,36	1,38	1,41	1,38	1,36	1,38
	4000	T30	1,19	1,10	1,09	1,13	1,23	1,10	1,11	1,15

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental															
	medições de 15s em silêncio total															
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)				L _{Aeq} (dB)			
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média
1	35,4	32,0	30,8	32,7	29,6	28,6	28,6	28,9	26,6	26,8	27,4	26,9	31,6	29,5	29,5	30,2
3	31,2	32,8	32,4	32,1	28,0	27,8	28,4	28,1	26,8	26,0	26,2	26,3	30,0	30,6	29,9	30,2
6	32,8	32,4	32,8	32,7	30,2	30,6	29,6	30,1	29,0	29,2	28,4	28,9	31,0	31,5	31,4	31,3
Exterior	43,8	42,8	43,2	43,3	41,2	40,8	41,6	41,2	38,4	39,0	39,8	39,1	41,8	41,2	42,0	41,7

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 18 de Novembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro de Tibães

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,85	0,84	0,84	0,84	0,59	0,60	0,60	0,60	1,8	13,2
B	0,75	0,76	0,74	0,75	0,62	0,64	0,64	0,63	8,4	6,6
C	0,69	0,70	0,71	0,70					15,0	0,0
D	0,67	0,67	0,68	0,67	0,78	0,78	0,77	0,78	21,5	6,6
E	0,65	0,65	0,65	0,65	0,73	0,72	0,74	0,73	28,1	13,2
F	0,64	0,64	0,64	0,64	0,72	0,72	0,71	0,72	29,9	15,0
G	0,60	0,60	0,61	0,60	0,71	0,68	0,70	0,70	31,7	16,8
H	0,51	0,51	0,52	0,51	0,61	0,61	0,61	0,61	38,3	23,3
I	0,49	0,49	0,48	0,49	0,58	0,59	0,60	0,59	44,9	29,9
J	0,47	0,48	0,48	0,48	0,53	0,53	0,54	0,53	51,4	36,5
K	0,47	0,48	0,48	0,48	0,49	0,50	0,50	0,50	58,0	43,1
L	0,46	0,46	0,47	0,46	0,48	0,49	0,48	0,48	59,8	44,9
M	0,58	0,58	0,59	0,58	0,62	0,63	0,63	0,63	21,1	15,0

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Data: 20 de Novembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro de Vila Boa do Bispo

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			medir depois na planta	
	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	95,7	95,7	95,7				10,8	0,0
2	94,2	94,3	94,3	99,2	99,2	99,2	19,9	9,1
3	92,8	92,9	92,9	97,5	97,5	97,5	23,2	12,4
4	89,0	89,0	89,0	91,7	91,6	91,7	32,6	21,8
5	87,6	87,4	87,5	89,2	89,2	89,2	42,0	31,2
6	88,2	88,2	88,2	88,7	88,7	88,7	15,4	11,1

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências	TR	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética	TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética
1	125	T30	1,84	1,39	1,92	1,72				
	250	T30	1,63	1,57	1,54	1,58				
	500	T30	1,66	1,73	1,71	1,70				
	1000	T30	1,71	1,75	1,68	1,71				
	2000	T30	1,43	1,38	1,44	1,42				
	4000	T30	1,21	1,19	1,20	1,20				
2	125	T30	1,72	1,69	1,66	1,69	1,55	1,54	1,35	1,48
	250	T30	1,78	1,79	1,78	1,78	1,70	1,67	1,74	1,70
	500	T30	1,85	1,80	1,85	1,83	1,74	1,57	1,76	1,69
	1000	T30	1,78	1,78	1,81	1,79	1,58	1,56	1,65	1,60
	2000	T30	1,43	1,45	1,45	1,44	1,36	1,41	1,40	1,39
	4000	T30	1,27	1,29	1,29	1,28	1,25	1,19	1,19	1,21
4	125	T30	1,57	1,55	1,56	1,56	1,49	1,72	1,67	1,63
	250	T30	1,66	1,88	1,75	1,76	1,73	1,83	1,72	1,76
	500	T30	1,81	1,80	1,76	1,79	1,90	1,79	1,84	1,84
	1000	T30	1,78	1,75	1,69	1,74	1,64	1,71	1,72	1,69
	2000	T30	1,59	1,55	1,55	1,56	1,53	1,55	1,55	1,54
	4000	T30	1,34	1,34	1,30	1,33	1,33	1,32	1,28	1,31
6	125	T30	1,53	1,49	1,55	1,52	1,50	1,48	1,53	1,50
	250	T30	1,79	1,73	1,76	1,76	1,68	1,76	1,70	1,71
	500	T30	1,77	1,82	1,74	1,78	1,90	1,89	1,82	1,87
	1000	T30	1,76	1,74	1,74	1,75	1,73	1,76	1,75	1,75
	2000	T30	1,52	1,49	1,49	1,50	1,54	1,56	1,57	1,56
	4000	T30	1,31	1,32	1,33	1,32	1,42	1,44	1,32	1,39

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental											
	medições de 15s em silêncio total											
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)			
	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média
1	35,8	35,7	35,9	35,8	33,2	33,0	33,1	33,1	30,6	30,5	30,4	30,5
3	36,8	36,7	37,0	36,8	33,8	34,2	34,0	34,0	30,8	31,0	31,0	30,9
6	42,6	42,6	42,8	42,7	38,2	37,6	37,2	37,7	31,4	30,9	31,2	31,2
Exterior	47,6	47,2	47,0	47,3	39,6	40,2	39,8	39,9	33,4	33,8	32,8	33,3

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 20 de Novembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro de Vila Boa do Bispo

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,79	0,79	0,80	0,79	0,54	0,54	0,55	0,54	1,7	9,1
B	0,70	0,71	0,70	0,70	0,62	0,63	0,63	0,63	6,2	4,6
C	0,66	0,65	0,65	0,65					10,8	0,0
D	0,61	0,60	0,59	0,60	0,72	0,72	0,72	0,72	15,3	4,6
E	0,60	0,60	0,58	0,59	0,69	0,68	0,70	0,69	19,9	9,1
F	0,61	0,61	0,62	0,61	0,64	0,64	0,65	0,64	21,5	10,8
G	0,59	0,60	0,59	0,59	0,62	0,60	0,61	0,61	23,2	12,4
H	0,54	0,53	0,53	0,53	0,57	0,57	0,56	0,57	27,9	17,1
I	0,49	0,50	0,50	0,50	0,51	0,52	0,52	0,52	32,6	21,8
J	0,47	0,47	0,46	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48	37,3	26,5
K	0,47	0,46	0,47	0,47	0,48	0,47	0,47	0,47	42,0	31,2
L	0,45	0,44	0,44	0,44	0,48	0,49	0,49	0,49	43,6	32,9
M	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,52	0,52	0,52	15,4	11,1

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Data: 3 de Novembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Convento do Beato

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			<i>medir depois na planta</i>	
	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	94,4	94,3	94,4				15,6	0,0
2	91,0	90,9	91,0	96,9	96,9	96,9	29,5	13,9
3	89,7	89,7	89,7	94,8	94,9	94,9	32,9	17,3
4	89,0	89,0	89,0	90,1	90,1	90,1	46,8	31,2
5	89,0	89,0	89,0	88,5	88,6	88,6	60,7	45,1
6	90,2	90,1	90,2	90,9	90,8	90,9	22,1	15,6

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências	TR	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética	TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética
1	125	T30	4,38	4,08	3,95	4,14				
	250	T30	5,86	5,54	4,94	5,45				
	500	T30	5,27	5,31	5,32	5,30				
	1000	T30	4,35	4,52	4,49	4,45				
	2000	T30	3,08	2,99	3,00	3,02				
	4000	T30	2,15	2,15	2,16	2,15				
2	125	T30	3,95	3,83	3,91	3,90	4,80	4,33	4,90	4,68
	250	T30	5,02	4,91	4,95	4,96	5,09	5,00	4,97	5,02
	500	T30	5,05	5,02	5,09	5,05	4,92	4,89	4,94	4,92
	1000	T30	4,52	4,56	4,53	4,54	4,52	4,48	4,42	4,47
	2000	T30	3,10	2,99	2,91	3,00	3,02	3,05	2,96	3,01
	4000	T30	2,28	2,38	2,33	2,33	2,22	2,19	2,10	2,17
4	125	T30	3,85	4,46	4,62	4,31	4,57	4,21	4,45	4,41
	250	T30	4,90	4,83	5,38	5,04	5,56	4,86	5,40	5,27
	500	T30	5,17	5,11	5,17	5,15	5,10	5,06	5,12	5,09
	1000	T30	4,61	4,67	4,58	4,62	4,51	4,50	4,64	4,55
	2000	T30	3,24	3,26	3,19	3,23	3,21	3,18	3,07	3,15
	4000	T30	2,29	2,28	2,46	2,34	2,35	2,37	2,31	2,34
6	125	T30	4,35	3,98	4,11	4,15	4,02	4,62	4,51	4,38
	250	T30	4,92	5,11	5,13	5,05	5,13	4,89	5,44	5,15
	500	T30	4,95	5,07	5,04	5,02	5,22	5,06	5,01	5,10
	1000	T30	4,66	4,58	4,59	4,61	4,50	4,48	4,44	4,47
	2000	T30	3,12	3,11	3,19	3,14	3,14	3,19	3,14	3,16
	4000	T30	2,31	2,19	2,35	2,28	2,28	2,27	2,42	2,32

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental											
	medições de 15s em silêncio total											
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)			
	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média
1	49,4	49,6	50,0	49,7	49,0	49,2	49,0	49,1	48,2	48,6	48,6	48,5
3	45,2	45,8	45,2	45,4	44,6	45,0	44,6	44,7	43,8	43,8	44,0	43,9
6	46,4	47,0	47,0	46,8	46,0	46,2	46,6	46,3	45,6	45,6	46,0	45,7
Exterior	54,4	54,6	54,4	54,5	53,8	54,0	53,4	53,7	53,2	53,4	52,8	53,1
	54,0	54,1	53,7	53,9								

Nota: ruído da fábrica "Nacional" (exaustão)

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 3 de Novembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Convento do Beato

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,77	0,77	0,77	0,77	0,46	0,46	0,47	0,46	1,7	13,9
B	0,67	0,67	0,66	0,67	0,56	0,57	0,57	0,57	8,7	7,0
C	0,64	0,64	0,63	0,64					15,6	0,0
D	0,52	0,52	0,52	0,52	0,73	0,73	0,71	0,72	22,6	7,0
E	0,51	0,52	0,52	0,52	0,62	0,62	0,61	0,62	29,5	13,9
F	0,53	0,53	0,53	0,53	0,63	0,64	0,62	0,63	31,2	15,6
G	0,48	0,49	0,49	0,49	0,58	0,58	0,59	0,58	32,9	17,3
H	0,34	0,34	0,33	0,34	0,41	0,42	0,40	0,41	39,9	24,3
I	0,32	0,32	0,33	0,32	0,35	0,34	0,34	0,34	46,8	31,2
J	0,34	0,32	0,32	0,33	0,31	0,33	0,31	0,32	53,8	38,2
K	0,34	0,35	0,35	0,35	0,32	0,34	0,32	0,33	60,7	45,1
L	0,33	0,34	0,34	0,34	0,29	0,31	0,31	0,30	62,4	46,8
M	0,35	0,36	0,36	0,36	0,34	0,35	0,35	0,35	22,1	15,6

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Data: 18 de Novembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Convento de S. Bento da Vitória

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			medir depois na planta	
	L _{Aeq} (dB) 1. ^a vez 15s	L _{Aeq} (dB) 2. ^a vez 15s	média aritmética	L _{Aeq} (dB) 1. ^a vez 15s	L _{Aeq} (dB) 2. ^a vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	93,1	93,1	93,1				15,8	0,0
2	89,5	89,4	89,5	93,8	93,7	93,8	29,5	13,8
3	87,1	87,0	87,1	91,7	91,8	91,8	33,5	17,8
4	83,6	83,5	83,6	86,0	86,0	86,0	47,3	31,5
5	81,7	81,8	81,8	83,0	83,0	83,0	61,0	45,3
6	86,3	86,3	86,3	87,9	87,8	87,9	22,3	19,8

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências	TR	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1. ^a vez	TR (s) 2. ^a vez	TR (s) 3. ^a vez	média aritmética	TR (s) 1. ^a vez	TR (s) 2. ^a vez	TR (s) 3. ^a vez	média aritmética
1	125	T30	2,57	2,62	2,78	2,66				
	250	T30	2,41	2,55	2,56	2,51				
	500	T30	2,63	2,66	2,47	2,59				
	1000	T30	2,75	2,66	2,60	2,67				
	2000	T30	2,42	2,49	2,57	2,49				
	4000	T30	2,13	2,08	2,14	2,12				
2	125	T30	3,05	2,90	2,87	2,94	2,64	2,68	2,69	2,67
	250	T30	2,52	2,69	2,65	2,62	2,46	2,62	2,68	2,59
	500	T30	2,58	2,80	2,75	2,71	2,46	2,62	2,66	2,58
	1000	T30	2,62	2,57	2,61	2,60	2,50	2,59	2,58	2,56
	2000	T30	2,51	2,50	2,53	2,51	2,46	2,49	2,48	2,48
	4000	T30	2,08	2,10	2,14	2,11	2,19	2,09	2,13	2,14
4	125	T30	3,15	2,95	3,17	3,09	2,65	2,67	2,86	2,73
	250	T30	2,62	2,58	2,67	2,62	2,65	2,79	2,73	2,72
	500	T30	2,68	2,60	2,63	2,64	2,56	2,57	2,55	2,56
	1000	T30	2,68	2,70	2,68	2,69	2,59	2,59	2,63	2,60
	2000	T30	2,60	2,58	2,59	2,59	2,64	2,61	2,64	2,63
	4000	T30	2,11	2,12	2,12	2,12	2,22	2,21	2,21	2,21
6	125	T30	2,95	2,71	2,79	2,82	2,83	2,59	2,57	2,66
	250	T30	2,61	2,61	2,59	2,60	2,51	2,59	2,53	2,54
	500	T30	2,62	2,53	2,59	2,58	2,74	2,80	2,80	2,78
	1000	T30	2,77	2,71	2,69	2,72	2,71	2,66	2,64	2,67
	2000	T30	2,50	2,56	2,53	2,53	2,52	2,42	2,49	2,48
	4000	T30	2,10	2,12	2,10	2,11	2,12	2,22	2,16	2,17

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental															
	medições de 15s em silêncio total															
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)				L _{Aeq} (dB)			
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média	1. ^a	2. ^a	3. ^a	média
1	29,0	30,4	28,6	29,3	27,0	28,2	26,0	27,1	25,2	26,2	24,6	25,3	27,6	29,4	26,9	28,0
3	31,4	31,6	27,0	30,0	25,2	26,2	23,0	24,8	23,6	23,6	22,0	23,1	28,0	28,4	24,7	27,0
6	27,8	32,0	28,4	29,4	24,6	25,0	24,2	24,6	22,6	23,0	22,2	22,6	25,9	27,7	29,0	27,5
Exterior	58,6	52,2	54,4	55,1	52,4	48,4	51,2	50,7	49,6	46,6	48,2	48,1	54,8	49,5	51,9	52,1

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 18 de Novembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Convento de S. Bento da Vitória

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,78	0,79	0,79	0,79	0,51	0,50	0,51	0,51	2,0	13,8
B	0,64	0,64	0,64	0,64	0,59	0,60	0,59	0,59	8,9	6,9
C	0,59	0,59	0,59	0,59					15,8	0,0
D	0,54	0,54	0,54	0,54	0,67	0,67	0,68	0,67	22,6	6,9
E	0,53	0,53	0,52	0,53	0,61	0,60	0,60	0,60	29,5	13,8
F	0,50	0,51	0,50	0,50	0,58	0,57	0,58	0,58	31,5	15,8
G	0,50	0,50	0,49	0,50	0,57	0,58	0,56	0,57	33,5	17,8
H	0,42	0,42	0,42	0,42	0,49	0,48	0,49	0,49	40,4	24,6
I	0,37	0,37	0,38	0,37	0,42	0,43	0,41	0,42	47,3	31,5
J	0,35	0,34	0,36	0,35	0,37	0,38	0,37	0,37	54,1	38,4
K	0,33	0,34	0,33	0,33	0,37	0,37	0,36	0,37	61,0	45,3
L	0,34	0,35	0,34	0,34	0,37	0,37	0,37	0,37	63,0	47,3
M	0,38	0,38	0,37	0,38	0,38	0,37	0,36	0,37	22,3	19,8

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Data: 20 de Novembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Convento de Alpendurada

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			medir depois na planta	
	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	99,4	99,7	99,6				12,3	0,0
2	96,6	96,6	96,6	100,8	100,8	100,8	22,9	10,6
3	94,3	94,3	94,3	98,8	98,8	98,8	26,4	14,1
4	89,6	89,6	89,6	93,3	93,4	93,4	35,6	23,3
5	87,9	87,9	87,9	91,0	91,0	91,0	44,8	32,5
6	77,6	77,6	77,6	79,0	79,0	79,0	16,5	12,3

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências	TR	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética	TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética
1	125	T30	1,03	1,19	1,12	1,11				
	250	T30	1,48	1,36	1,59	1,48				
	500	T30	1,92	1,93	2,01	1,95				
	1000	T30	2,06	2,02	2,00	2,03				
	2000	T30	1,95	1,96	1,94	1,95				
	4000	T30	1,55	1,49	1,43	1,49				
2	125	T30	1,54	1,46	1,53	1,51	1,38	1,47	1,37	1,41
	250	T30	1,49	1,52	1,58	1,53	1,50	1,47	1,42	1,46
	500	T30	1,95	1,84	1,95	1,91	1,84	1,83	1,80	1,82
	1000	T30	2,23	2,27	2,25	2,25	2,13	2,11	2,09	2,11
	2000	T30	1,95	1,91	1,89	1,92	1,93	1,99	1,98	1,97
	4000	T30	1,56	1,62	1,57	1,58	1,58	1,55	1,54	1,56
4	125	T30	1,66	1,56	1,50	1,57	1,67	1,96	1,54	1,72
	250	T30	1,74	1,71	1,67	1,71	1,78	1,68	1,61	1,69
	500	T30	1,94	2,11	2,10	2,05	1,89	1,87	1,89	1,88
	1000	T30	2,27	2,29	2,39	2,32	2,19	2,18	2,17	2,18
	2000	T30	2,14	2,12	2,24	2,17	2,03	2,04	1,98	2,02
	4000	T30	1,78	1,74	2,29	1,94	1,64	1,65	1,63	1,64
6	125	T30	2,35	2,51	2,59	2,48	2,17	2,48	2,25	2,30
	250	T30	1,81	2,00	1,94	1,92	1,77	1,91	1,82	1,83
	500	T30	2,93	2,49	2,32	2,58	2,22	2,41	2,35	2,33
	1000	T30	2,43	2,55	2,59	2,52	2,72	3,01	3,04	2,92
	2000	T30	2,55	2,54	2,52	2,54	2,39	2,87	2,84	2,70
	4000	T30	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental															
	medições de 15s em silêncio total															
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)				L _{Aeq} (dB)			
	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média
1	38,0	37,6	38,4	38,0	35,6	35,2	35,4	35,4	33,6	33,4	33,4	33,5	36,2	35,8	36,7	36,2
3	38,6	38,2	38,2	38,3	35,7	35,5	35,4	35,5	33,3	33,3	33,2	33,3	36,7	36,5	36,8	36,7
6	55,4	55,6	55,5	55,5	53,8	53,8	53,9	53,8	52,0	52,1	52,2	52,1	54,0	54,1	54,3	54,1
Exterior	46,2	45,0	45,8	45,7	40,2	40,7	40,8	40,6	38,2	38,3	38,5	38,3	43,0	42,5	42,8	42,8

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 20 de Novembro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Convento de Alpendurada

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,68	0,68	0,69	0,68	0,44	0,43	0,44	0,44	1,8	10,6
B	0,55	0,56	0,56	0,56	0,48	0,47	0,48	0,48	7,0	5,3
C	0,51	0,53	0,52	0,52					12,3	0,0
D	0,50	0,50	0,49	0,50	0,61	0,61	0,62	0,61	17,6	5,3
E	0,48	0,48	0,49	0,48	0,53	0,53	0,54	0,53	22,9	10,6
F	0,49	0,49	0,51	0,50	0,52	0,52	0,53	0,52	24,6	12,3
G	0,46	0,47	0,47	0,47	0,50	0,51	0,51	0,51	26,4	14,1
H	0,40	0,40	0,39	0,40	0,46	0,47	0,47	0,47	31,0	18,7
I	0,36	0,36	0,35	0,36	0,43	0,44	0,44	0,44	35,6	23,3
J	0,34	0,35	0,35	0,35	0,40	0,41	0,40	0,40	40,2	27,9
K	0,36	0,36	0,36	0,36	0,39	0,40	0,40	0,40	44,8	32,5
L	0,34	0,33	0,33	0,33	0,39	0,39	0,38	0,39	46,5	34,2
M	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	16,5	12,3

FICHA MEDIÇÕES - NÍVEIS SONOROS e TR

Data: 30 de Outubro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro da Serra do Pilar

Avaliação da propagação do ruído emitido

Pontos de medição	Fonte Sonora em 1			Fonte Sonora em 2			Distância (m)	
	Ruído Rosa (posição 8 e 0)			Ruído Rosa (posição 8 e 0)			<i>medir depois na planta</i>	
	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	LAeq (dB) 1.ª vez 15s	LAeq (dB) 2.ª vez 15s	média aritmética	à FS 1	à FS 2
1	98,3	98,2	98,3				11,4	
2	96,6	96,7	96,7				22,8	
3								
4	95,0	95,2	95,1				34,2	
5	93,8	94,0	93,9				45,6	
6	88,7	88,6	88,7				14,5	

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 125 a 4000 Hz)

Pontos de medição	Frequências	TR	Fonte Sonora em 1				Fonte Sonora em 2			
			TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética	TR (s) 1.ª vez	TR (s) 2.ª vez	TR (s) 3.ª vez	média aritmética
1	125	T30	5,36	5,71	5,59	5,55				
	250	T30	4,16	3,98	4,05	4,06				
	500	T30	2,86	2,99	2,85	2,90				
	1000	T30	2,63	2,67	2,65	2,65				
	2000	T30	2,22	2,19	2,26	2,22				
	4000	T30	1,79	1,88	1,92	1,86				
2	125	T30	5,75	5,68	5,96	5,80				
	250	T30	4,02	3,96	4,08	4,02				
	500	T30	2,77	2,96	2,88	2,87				
	1000	T30	2,56	2,48	2,58	2,54				
	2000	T30	2,27	2,27	2,34	2,29				
	4000	T30	1,80	1,94	1,83	1,86				
4	125	T30	5,66	5,34	5,75	5,58				
	250	T30	4,37	4,16	4,07	4,20				
	500	T30	3,11	3,13	3,06	3,10				
	1000	T30	2,90	2,83	2,86	2,86				
	2000	T30	2,32	2,27	2,32	2,30				
	4000	T30	1,92	1,95	1,92	1,93				
6	125	T30	4,42	7,01	5,94	5,18				
	250	T30	4,01	4,65	4,75	4,47				
	500	T30	3,27	3,32	3,36	3,32				
	1000	T30	3,14	3,03	2,98	3,05				
	2000	T30	2,53	2,52	2,54	2,53				
	4000	T30	2,07	1,96	2,04	2,02				

Avaliação do ruído de fundo

Pontos de medição	Ruído de fundo ambiental															
	medições de 15s em silêncio total															
	L _{A10} (dB)				L _{A50} (dB)				L _{A95} (dB)				L _{Aeq} (dB)			
	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média	1.ª	2.ª	3.ª	média
1	49,2	47,0	44,0	46,7	44,0	44,0	42,6	43,5	42,4	41,4	41,2	41,7	46,1	45,4	42,9	44,8
3																
6	46,4	50,0	51,0	49,1	44,8	45,2	46,0	45,3	43,6	42,0	42,8	42,8	45,3	46,4	48,2	46,6
Exterior	50,2	52,0	52,0	51,4	48,2	49,6	49,8	49,2	45,4	47,8	48,4	47,2	48,5	50,1	50,6	49,7

FICHA MEDIÇÕES - RASTI

Data: 30 de Outubro de 2003

Hora:

Claustro - Local: Mosteiro da Serra do Pilar

VERIFICAR lead iluminados:

. Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. + 10 dB

. Na unidade móvel

8 s + single + Speech transm. Index+500Hz+2kHz

Pontos de medição	RASTI 1				RASTI 2				Distância (m)	
	fonte sonora em 1				fonte sonora em 2				medir depois na planta	
	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	1.ª vez	2.ª vez	3.ª vez	média	ao RASTI 1	ao RASTI 2
A	0,71	0,70	0,70	0,70					4,6	
B	0,64	0,63	0,64	0,64					9,1	
C	0,60	0,59	0,60	0,60					13,7	
D	0,60	0,60	0,59	0,60					18,2	
E	0,60	0,59	0,60	0,60					22,8	
F	0,61	0,60	0,60	0,60					27,3	
G	0,56	0,56	0,57	0,56					31,9	
H	0,59	0,60	0,59	0,59					36,4	
I	0,58	0,57	0,57	0,57					41,0	
J	0,58	0,59	0,60	0,59					45,6	
K										
L										
M	0,47	0,46	0,45	0,46					14,5	